

## Les Formations Crétacées de l'Algarve Oriental

### The Cretaceous Formations from the Eastern Algarve

J. REY\*

*Mots-clés:* Lithostratigraphie, Formations, Crétacé, Algarve, Portugal.

*Résumé:* Le Crétacé de l'Algarve oriental est constitué de 14 formations, du Berriasien au Cénomanien. Dix d'entre elles sont spécifiques à cette région. Ces dernières unités lithostratigraphiques font l'objet d'une définition formelle. Le contenu lithologique synthétique, les principales associations paléontologiques et les limites de chaque formation sont décrits à partir d'une coupe de référence précisément localisée et illustrée par des planches photographiques. Les propositions d'âges sont argumentées. Les principales variations de faciès sont mentionnées. Une corrélation avec les formations de l'Algarve central et occidental est proposée.

*Keywords:* Lithostratigraphy, Formations, Cretaceous, Algarve, Portugal.

*Abstract:* The Cretaceous series from the Eastern Algarve consists of fourteen formations between the Berriasian and the Cenomanian. Ten of those are peculiar to this area. These last lithostratigraphic units are formally defined. The lithologic compositions, the main palaeontologic associations and the boundaries of each formation are described from a reference section, precisely located and illustrated with mean of photographic plates. The dating of these units is argued. The major facies changes are mentioned. A correlation with the formations of the Central and Western Algarve is proposed.

*Palavras-chave:* Litoestratigrafia, Formações, Cretácico, Algarve, Portugal.

*Resumo:* O Cretáceo do Algarve oriental é constituído por 14 formações, do Berriásico ao Cenomânico. Dez destas formações são típicas desta região. Estas últimas unidades litoestratigráficas são formalmente definidas. A composição litológica sintética, as principais associações paleontológicas e os limites de cada formação são descritos a partir dum corte de referência, localizado com muita precisão e ilustrado por estam-pas fotográficas. A idade destas formações é argumentada. As principais variações de fácies são mencionadas. Uma correlação com as formações do Algarve central e occidental é proposta.

## INTRODUCTION

L'objet de cet article est de définir formellement les différentes unités lithostratigraphiques du Crétacé qui sont uniquement présentes dans la région de Faro (Fig. 1), dans la continuité du travail précédemment publié sur les formations crétacées de l'Algarve occidental et central (REY, 2006) et en se conformant aux règles de la nomenclature stratigraphique (SALVADOR, 1994; REY & GALEOTTI, 2008). Ces définitions seront fondées sur les connaissances acquises depuis les études engagées dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (CHOFFAT, 1887) et poursuivies par divers travaux ayant donné lieu à d'après débats au cours des années 80 (REY, 1982; DURAND-DELGA & REY, 1982;

REY, 1983; CORREIA & BERTHOU, 1982; CORREIA *et al.*, 1982a; CORREIA *et al.*, 1982b; BERTHOU & CORREIA, 1982a et b, BERTHOU *et al.*, 1983; CORREIA, 1984; CORREIA & BERTHOU, 1984; REY, 1986; PRATES, 1986; CORREIA, 1989; BERTHOU & LEEREVELD, 1990; CABRAL, 1995). Certains résultats ont été intégrés dans le programme de cartographie développé par les Services Géologiques du Portugal (OLIVEIRA, 1982-83; MANU-PILLA, 1992) et repris dans plusieurs synthèses (REY *et al.*, 2006; TERRINHA *et al.*, 2006), mais les noms des formations n'étaient appuyés par aucune justification. Il était donc nécessaire de réparer cette lacune et de faire à cette occasion un bilan sur l'état des connaissances et incertitudes concernant le Crétacé de l'Algarve oriental.

\* Laboratoire de Conservation du Patrimoine, Université Paul-Sabatier, Toulouse (France). jacques.rey3@free.fr

ÂGES	FORMATIONS		
	São João da Venda	Estói Pão Branco	Alfandaga Marim
93 Ma		PÃO BRANCO	
CENOMANIEN		FERRADEIRA	
99 Ma		CHÃO DE CEVADA	
	sup.	CALIÇOS	
ALBIEN	moy.		?
	inf.	PORTO DE MÓS	
112 Ma			?
APTIEN	sup.	LUZ	LUZ
	inf.	BURGAU	BURGAU
125 Ma	sup.	FACIÈS WEALDIEN	
BARREMIEN	inf.		
130 Ma	sup.	NE SW	?
HAUTERIVIEN	inf.	COSTA LONGA	COSTA LONGA
136 Ma	sup.	ESTÓI	BIAS
VALANGINIEN	inf.		BELO ROMÃO
140 Ma	sup.		BIAS DO NORTE
BERRIASIEN	moy.	ALMÁDENA	ALMÁDENA
145 Ma	inf.		

Fig. 1 – Les formations crétacées de l'Algarve oriental.

– The cretaceous formations in the Eastern Algarve.

### LOCALISATION DES COUPES DE RÉFÉRENCE

A la différence de l'Algarve occidental où le Crétacé inférieur est découpé dans des falaises côtières qui montrent une succession stratigraphique parfaitement continue, l'Algarve oriental ne présente que des affleurements à l'intérieur des terres, discontinus et souvent très altérés, morcelés par des accidents plus ou moins bien identifiés. Les conditions sont donc peu

propices à une analyse exhaustive et détaillée des diverses formations. Deux secteurs (Fig. 2) montrant des successions initialement décrites par CHOFFAT (1887) ont été retenus pour établir les coupes de référence:

– les affleurements de part et d'autre de la route E.N. 125 entre les hameaux de Bias do Norte et Belo Romão (Fig. 3);

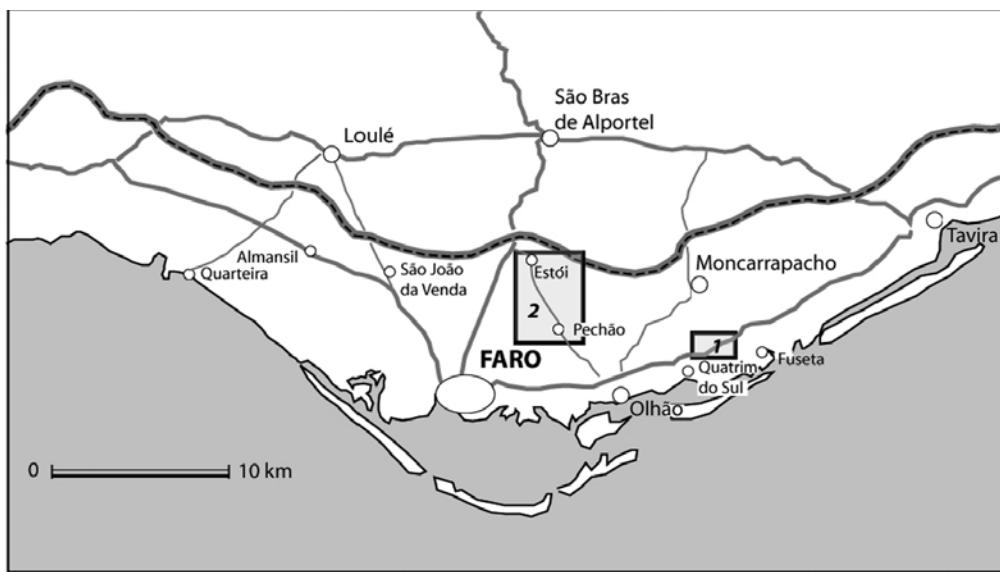


Fig. 2 – Localisation générale des coupes de référence des formations crétacées de l'Algarve oriental. 1: coupe de la route E.N. 125; 2: coupes de la région d'Estói, Conceição et Pechão.

– Location map of reference sections for cretaceous formations in the Eastern Algarve. 1: E.N. 125 road section; 2: sections in the country of Estói, Conceição and Pechão.

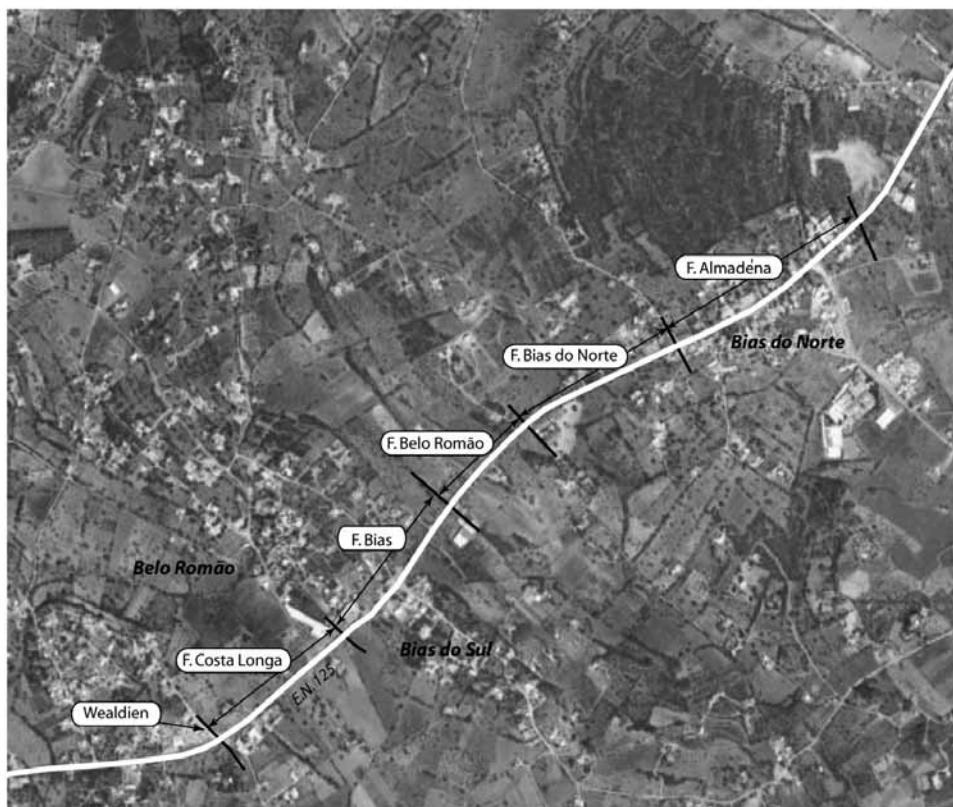


Fig. 3 – Localisation des unités lithostratigraphiques dans la coupe de référence de la route E.N. 125.

– Location of the lithostratigraphic units in the reference section of the E.N. 125 road.

– les affleurements de la région d'Estói, Conceição et Pechão (Fig. 4) où plusieurs tronçons de coupes peuvent être levés: dans le quartier de Vale de Mouro, au Sud-Est d'Estói; de part et d'autre du relief de Costa Longa; depuis le signal de Caliços jusqu'aux hameaux de Galvana et Pão Branco.

La définition des formations portera (Fig. 1):

- d'une part, sur les unités représentatives du Néocoïlien, aux faciès très diversifiés et différents de ceux rencontrés en Algarve occidental et central;
  - d'autre part, sur les unités de l'Albien terminal – Cénomanien qui ne sont pas connues à l'Ouest de la région de Faro.
- Par contre, les formations de l'Aptien et de l'Albien *pro-partie* se présentent sous des faciès très uniformes

dans tout le bassin sud-portugais et elles affleurent parfaitement dans l'Algarve occidental. Les coupes types qui ont été retenues et décrites à l'Ouest de Lagos (REY, 2006) peuvent donc servir de référence pour l'ensemble de l'Algarve.

## DESCRIPTION DES UNITÉS LITHOSTRATIGRAPHIQUES

### FORMATION DE BIAS DO NORTE

*Origine du nom:* hameau de Bias do Norte, en bordure de la route E.N. 125.

*Anciennes dénominations:* “Calcaires oolithiques à Trocholines, partie supérieure” (REY, 1982); “Calcaires à Calpionelles” (REY, 1983); “Calcaires oolithiques à Tro-

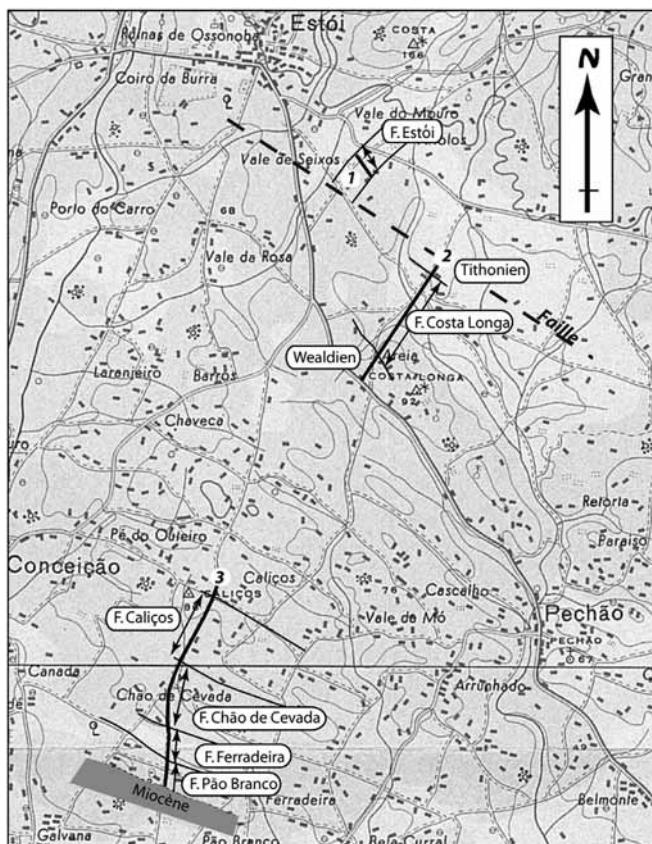


Fig. 4 – Localisation des unités lithostratigraphiques dans les coupes de référence de la région d'Estói, Conceição e Pechão.

- Location of the lithostratigraphic units in the reference sections in the country of Estói, Conceição and Pechão.

cholines" (REY, 1983); "Calcários oolíticos com *Trocholina pro-parte*" (MANUPPELLA, 1992); "Formação de Bias do Norte" (REY *et al.*, 2006; REY in TERRINHA *et al.*, 2006).

*Coupe de référence:* affleurements de part et d'autre de la route E.N. 125 (Fig. 3).

*Description succincte* (Fig. 5 et Planche I): deux termes peuvent être distingués (CORREIA, 1989):

- un terme inférieur de calcaire ocre jaune wackestone/packstone, à intraclasts, pellets, oncolithes, rares oolithes et bioclasts micritisés, en minces bancs onduleux alternant avec des lits d'égale épaisseur de marnes jaunes et vertes;

- un terme supérieur de calcaires argileux compacts, jaunâtres, très bioturbés.

La biophase est composée de calpionelles associées à *Feurtillia frequens*, *Everticyclammina* gr. *virguliana*, *Pseudocyclammina lituus*, *Freixialina* sp., *Trocholina* gr. *elongata-alpina*, lenticulines, débris d'échinodermes et, dans les 2 derniers mètres, *Lyticoceras* sp. (ou *Teschonites* évolué), *Pygurus* sp., *Arcostrea rectangularis* et *Exogyra couloni* (épaisseur totale: 13 m).

*Limite inférieure:* brusque changement lithologique, avec le dernier banc de calcaire oolithique jaune de la Formation d'Almádena (daté du Berriasien moyen dans la région de Faro, DURAND-DELGA & REY, 1982) surmonté de calcaires wackestone/packstone intercalés de passées plus marneuses, quelques dizaines de mètres à l'Est de la borne km 121.

*Âge:* les deux associations de Calpionelles qui se succèdent (DURAND-DELGA & REY, 1982) – *Calpionellopsis* cf. *oblonga*, *Lorenziella* sp. A, *L. gr. hungarica*, *Tintinnopsella carpathica*, *Calpionella elliptica*, *C. aff. alpina* à la partie inférieure, et *Tintinnopsella carpathica-longa*, *Lorenziella* gr. *hungarica* et petites *Calpionella alpina* à la partie supérieure attestent d'un âge Berriasien supérieur – Valanginien basal. (HARDENBOL *et al.*, 1998).

*Variations latérales de faciès:* Au Nord du village de São João da Venda, 10 km au Nord Nord-Ouest de Faro, des calcaires gréseux, grès et dolomies s'intercalent dans cette formation qui est ici dépourvue de calpionelles (CORREIA, 1989).

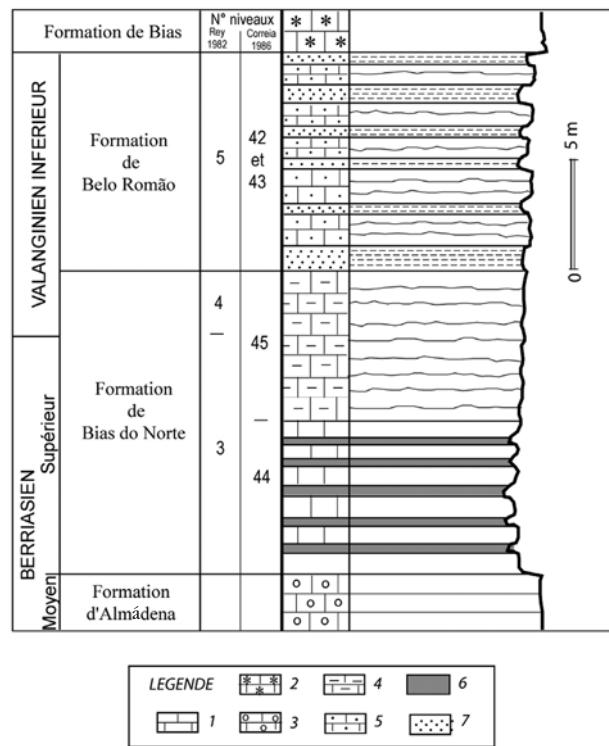


Fig. 5 – Coupe de référence de la Formation de Bias do Norte et de Belo Romão de long de la route E.N. 125.

1: calcaire micritique; 2: calcaire à polypiers; 3: calcaire "grainstone"; 4: calcaire argileux; 5: calcaire gréseux; 6: marne; 7: grès.

– Reference section of the Bias do Norte and Belo Romão Formations along the E.N. 125 road.

1: micritic limestone; 2: reefal limestone; 3: grainstone; 4: clayey limestone; 5: sandy limestone; 6: marl; 7: sandstone.

## FORMATION DE BELO ROMÃO

*Origine du nom:* hameau de Belo Romão, en bordure nord de la route E.N. 125.

*Anciennes dénominations:* "Couches à Alectryonies" (REY, 1982, 1983); "Margas com Alectryonia" (MANUPPELLA, 1992); "Formação de Belo Romão" (REY *et al.*, 2006; REY in TERRINHA *et al.*, 2006).

*Coupe de référence:* affleurements de part et d'autre de la route E.N. 125 (Fig. 3).

*Description succincte* (Fig. 5): grès fins jaunes à ciment carbonaté, marnes gréseuses, calcaires ocres, dolomitiques et gréseux, en bancs onduleux contenant des fragments d'alectryonies (8 m environ).

*Limite inférieure:* surface durcie séparant les grès fins jaunes de la Formation de Belo Romão des calcaires argileux de la Formation de Bias do Norte sous-jacente, au niveau de la borne 120,7 km.

*Âge:* cette formation est dépourvue de bons marqueurs chronologiques. Elle peut être datée par sa position stratigraphique dans la coupe de référence. En effet, elle est comprise entre la Formation de Bias do Norte qui représente le Berriasien supérieur – Valanginien basal et la Formation de Bias qui doit être rapportée au Valanginien (CORREIA, 1989). Elle date donc du Valanginien – très probablement inférieur – et non de l'Hauterivien comme précédemment admis (REY, 1983).

*Variations latérales de faciès:* cette formation n'a pas été identifiée dans le secteur d'Estói – Conceição – Pechão, ni au Nord de São João de Venda.

### FORMATION DE BIAS

*Origine du nom:* zones urbanisées de Bias, au Sud de la route E.N. 125.

*Anciennes dénominations:* “Calcaires récifaux de Bias” (REY, 1982, 1983); “Calcários recifais de Bias (MANUPPELLA, 1992); “Formação de Bias” (REY *et al.*, 2006; REY *in TERRINHA et al.*, 2006).

*Coupe de référence:* affleurements de part et d'autre de la route E.N. 125 (Fig. 3).

*Description succincte* (Fig. 6 et phot. I): trois grands ensembles peuvent être distingués:

– un terme inférieur de calcaires gris clair, massifs, packstone/grainstone, partiellement bioconstruits, bioturbés, à intraclasts et encroûtements oncolithiques, à faune silicifiée de madréporaires, entroques, brachipodes, échinides, pectinidés, *Arcostrea rectangularis* et gastéropodes (12 m);

– un terme médian composé d'affleurements très discontinus de calcaires jaunes, à ciment micritique ou sparistique, partiellement dolomitises, de calcaires compacts grainstone, de calcaires gréseux et de grès à ciment calcaire, à bioclasts et lithoclasts encroûtés, à colonies de polypiers, nérinées et ostréidés (40 m environ);

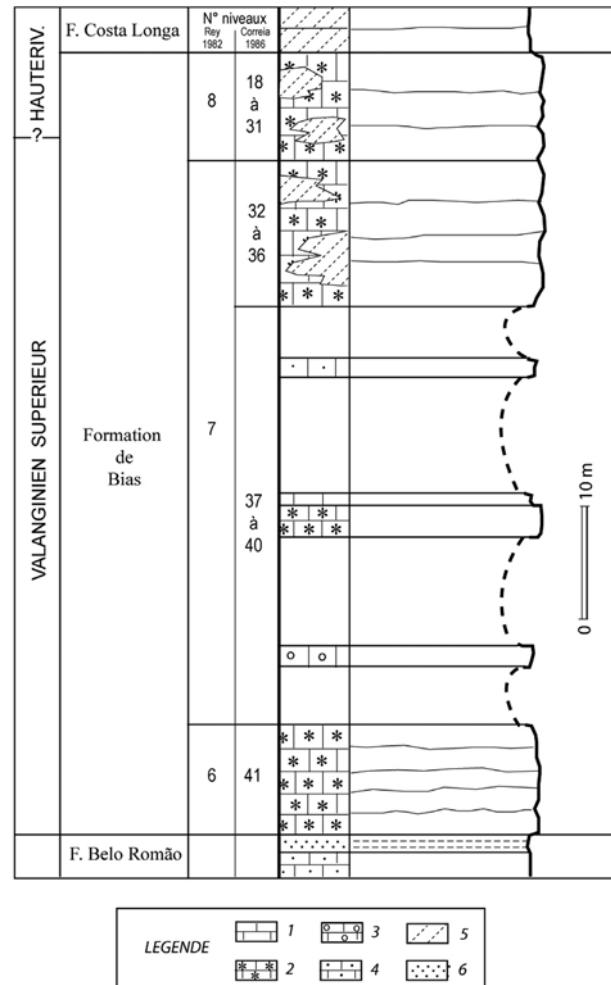


Fig. 6 – Coupe de référence de la Formation de Bias de long de la route E.N. 125.

1: calcaire micritique; 2: calcaire à polypiers; 3: calcaire “grainstone”; 4: calcaire gréseux; 5: dolomite; 6: grès.

– Reference section of the Bias Formation along the E.N. 125 road.

1: micritic limestone; 2: reefal limestone; 3: grainstone; 4: sandy limestone; 5: dolomite; 6: sandstone.

– un terme supérieur de calcaires grainstone, wackestone ou floatstone, en bancs d'épaisseur plurimétrique, à intraclasts, quartz détritique, oncolithes dispersés et madréporaires localement jointifs (25 m environ).

Un relevé très détaillé de cette formation a été proposé par CORREIA (1989).

*Limite inférieure:* net changement lithologique: au-dessus d'une surface durcie couronnant les grès de la Formation de Belo Romão se développe un biostrome de calcaires à polypiers, au niveau de la borne 120,6 km.

*Limite supérieure:* dolomies gréseuses ocre de la Formation de Costa Longa directement superposées au calcaire bioconstruit de la Formation de Bias, au niveau de la borne 120,1 km.

*Âge:* la Formation de Bias avait été initialement attribuée à l'Hauterivien sur la foi de la collecte d'une ammonite mal conservée et attribuée à *Pseudothurmannia* sp. (REY, 1983). CORREIA (1989) a démontré qu'elle devait être essentiellement datée du Valanginien puisqu'elle contient dans les 45 premiers mètres *Tintinnopsis carpathica* associée à la base à *Calpionellites darderi* (Valanginien inférieur) et que *Trocholina* gr. *elongata-alpina* persiste jusqu'au sommet de la formation. L'hypothèse que les niveaux sommitaux de cette unité montent dans l'Hauterivien ne doit cependant pas être exclue.

*Variations latérales de faciès:* cette unité n'est présente que dans la zone littorale comprise entre Quatrim et Bias. Elle passe latéralement à la formation de Costa Longa dans le secteur d'Estói – Conceição – Pechão et laisse place à une lacune stratigraphique dans le secteur de São João de Venda.

## FORMATION D'ESTÓI

*Origine du nom:* village d'Estói, environ 1 km au Nord-Ouest des principaux affleurements de la formation.

*Anciennes dénominations:* “Conglomérat d'Estoy” (REY, 1982); “Conglomerado de Vale de Mouro” (CORREIA, 1989); “Conglomerados de Vale Judeu e de Estói” (MANUPPELLA, 1992); “Formação de Estói” (REY *et al.*, 2006; REY *in TERRINHA et al.*, 2006).

*Coupe de référence:* affleurements discontinus de part et d'autre du chemin allant de Vale do Mouro à Vale de Seixos (Fig. 4).

*Description succincte* (Planche I): conglomérat hétérométrique, à matrice sableuse ou calcaire. Les éléments, qui peuvent atteindre 2 m<sup>3</sup>, sont de natures très variées: galets arrondis de quartz, fragments anguleux de dolomie, de calcaires à polypiers ou à spongiaires, de calcaires à *Anchispirocyclina lusitanica*, de calcaires oolithiques ou gréseux à trocholines, de calcaires à

*Arcostrea rectangularis*. Dans le conglomérat sont intercalés de minces lits de grés fin ocre et de calcaire gréseux à ciment sparistique contenant *Mayncina bulgarica*, rotaliidés, lenticulines, textulariidés et des éléments d'intrasparite à *Trocholina* gr. *elongata-alpina* et salpingoporelles (épaisseur totale: 13 m).

*Limite inférieure:* brusque changement lithologique, les calcaires oolithiques blancs de la formation d'Almádena étant surmontés de conglomérat.

*Âge:* la présence, dans les éléments remaniés, d'*Arcostrea rectangularis* prouve que la Formation d'Estói est d'un âge plus récent que le Berriasien. Par ailleurs, cette unité lithostratigraphique passe latéralement vers le Sud (au niveau du relief de Costa Longa) à la partie inférieure de la Formation de Costa Longa, équivalent latéral de la Formation de Bias. Il convient donc d'attribuer à la Formation d'Estói un âge valanginien (CORREIA, 1989) et non hauterivien (REY, 1982).

*Variations latérales de faciès:* Cette unité est exclusivement connue entre Estói et Costa Longa. Elle passe graduellement vers le Sud à des sables grossiers et à des dolomies (CORREIA, 1989).

## FORMATION DE COSTA LONGA

*Origine du nom:* signal géodésique de Costa Longa, à mi-distance entre Estói et Pechão.

*Anciennes dénominations:* “Calcaires gréseux et dolomies de Costa Longa” (REY, 1982); “Dolomies de Costa Longa” (REY, 1983); “Dolomitos de Costa Longa” (MANUPPELLA, 1992); “Formação de Costa Longa” (REY *et al.*, 2006; REY *in TERRINHA et al.*, 2006).

*Coupe de référence:* les deux versants du relief de Costa Longa, environ 500 m au Nord-Ouest du signal géodésique (Fig. 4).

*Description succincte* (Fig. 7 et Planche I): les niveaux suivants peuvent être distingués, de la base au sommet:

- calcaires gréseux jaunes, en plaquettes, à rides de vagues, ciment sparistique ou microsparistique, intraclasts, *Mayncina bulgarica*, *Pseudocyclamina lituus* et *Trocholina* gr. *alpina-elongata* (10 m);

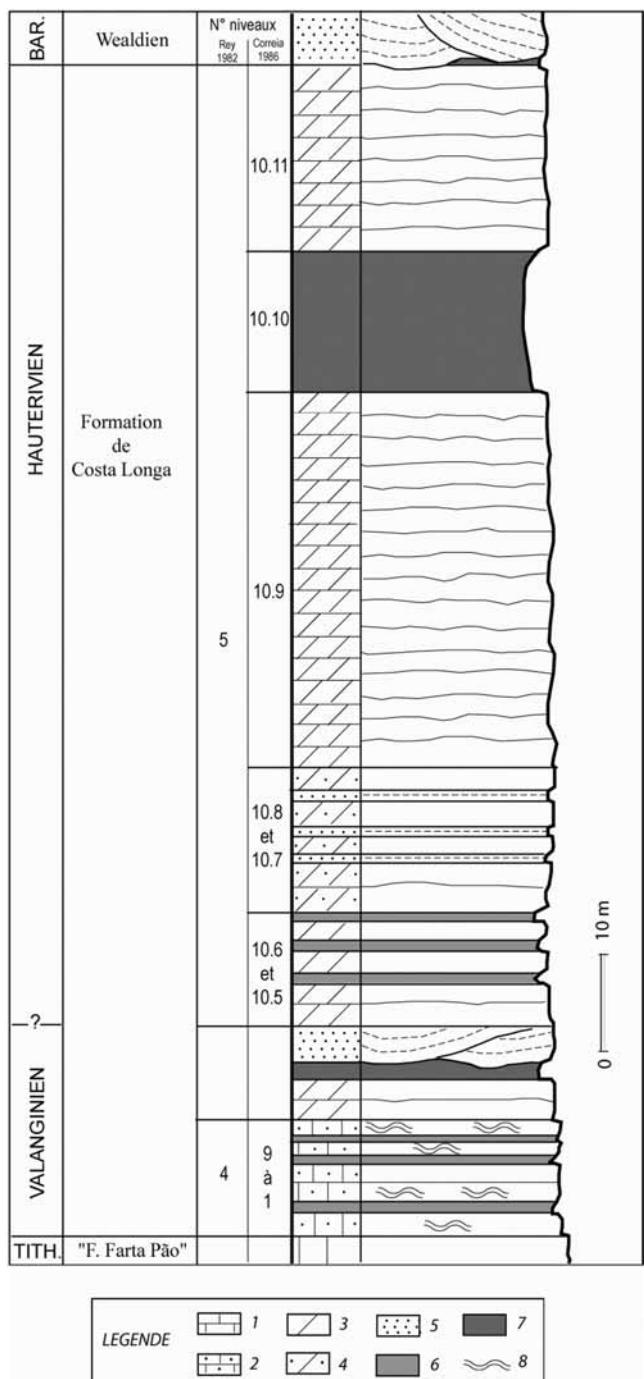


Fig. 7 – Coupe de référence de la Formation de Costa Longa près du signal géodésique de Costa Longa.

1: calcaire; 2: calcaire gréseux; 3: dolomie; 4: dolomite gréuse; 5: grès; 6: marne; 7: argile; 8: rides de vagues.

– Reference section of the Costa Longa Formation near the geodesic signal of Costa Longa.

1: limestone; 2: sandy limestone; 3: dolomite; 4: sandy dolomite; 5: sandstone; 6: marl; 7: clay; 8: wave ripples.

- dolomies jaunes, disposées en bancs métriques (4 m);
- silts argileux surmontés de grès grossiers gris clair, chenalés, bioturbés (6 m);
- dolomies et calcaires dolomitiques intercalés de passées d'argiles ou de marnes (9 m);
- dolomies gréseuses et minces lits de grés fins (15 m);
- dolomies jaunes en bancs métriques (40m);
- argiles rouges alternant avec des lits de marnes vertes et avec des silts feuilletés à plantes (15 m);
- dolomies jaunes en bancs métriques (20m).

Quelques noyaux épargnés par la dolomitisation révèlent dans l'ensemble de la formation une micrite à structures *fenestrae*, contenant des choftatelles, algues dasycladales, gastéropodes et lamellibranches. Un prélèvement dans les argiles de la partie inférieure a livré de nombreux dinokystes chorates (CORREIA, 1989).

*Limite inférieure*: surface de contact entre des calcaires grainstone à polypiers du Jurassique supérieur et les calcaires gréseux jaunes de la base de la formation. La discontinuité correspond donc sur cette coupe à une importante lacune stratigraphique.

*Limite supérieure*: contact brusque entre des dolomies gréseuses jaunes et un sable très grossier, à éléments quartzeux.

*Âge*: la partie inférieure de la Formation de Costa Longa passe latéralement vers le Sud-Est à la Formation de Bias. Par ailleurs, en bordure de la route E.N. 125, les calcaires récifaux de Bias sont directement surmontés par les dolomies gréseuses de la formation de Costa Longa. Les dinokystes chorates sont généralement fréquents à l'Hauterivien (CORREIA, 1989). On peut donc attribuer un âge Valanginien supérieur-Hauterivien à la Formation de Costa Longa.

*Variations latérales de faciès*: cette formation n'est présente qu'au Nord-Est et à l'Est de Faro où elle est superposée, soit à des calcaires récifaux jurassiques, soit à la formation berriasiennes d'Almádena, soit à la Formation d'Estói, soit à la Formation de Bias. Des passages latéraux avec ces deux dernières unités lithostratigraphiques ont été par ailleurs mis en évidence (REY, 1982; CORREIA, 1989).

### **CONGLOMÉRATS, GRÈS ET ARGILES DE FACIÈS WEALDIEN**

La proposition d'un nom de formation spécifique au Portugal ne se justifie guère, car cette unité présente toutes les caractéristiques du faciès wealdien largement répandu au Crétacé inférieur dans divers bassins sédimentaires européens.

Nous désignons sous ce qualificatif des conglomérats lenticulaires à galets siliceux, associés en séquences positives à des grés fins et grossiers en bancs subhorizontaux à lames internes obliques et à des argiles violacées, rouges ou vertes. A São João da Venda, une intercalation d'argiles, silts et grès calcaireux a fourni *Choffatella decipiens* (REY, 1982). A Pechão et à Marim, un banc sommital de conglomérat remanie des *Palorbillolina lenticularis* (CORREIA, 1989). La puissance totale de la formation est de l'ordre de 80 m à 120 m.

*Âge:* les dépôts wealdiens ne contiennent aucun fossile significatif. Ils sont compris entre la formation hauterivienne de Costa Longa et la formation bédoulienne de Burgau reconnue dans tout l'Algarve. Ils paraissent constituer l'équivalent latéral de la Formation de Barrancão qui présente des intercalations détritiques de faciès wealdien dans l'Algarve central et qui a fourni dans l'Algarve occidental une flore de charophytes et de dinoflagellés du Barrémien supérieur-Aptien basal (REY, 2006). Le remaniement de palorbitolines au sommet du Wealdien confirme que cette unité lithostratigraphique atteint la base de l'Aptien.

### **FORMATIONS DE BURGAU, DE LUZ ET DE PORTO DE MÓS**

Les Formations de Burgau (Aptien inférieur), de Luz (Aptien inférieur à supérieur) et de Porto de Mós (Aptien terminal-Albien) dont les coupes de référence ont été établies en Algarve oriental (REY, 2006) se présentent sous les mêmes faciès dans l'Algarve occidental. Elles ne seront donc pas reprises dans ce travail.

### **FORMATION DE CALIÇOS**

*Origine du nom:* signal géodésique de Caliços, 1 500 m à l'Est du village de Conceição.

*Anciennes dénominations:* "Calcaires et dolomies de Caliços" (REY, 1982); "Calcários e dolomitos de Caliços" (MANUPPELLA, 1992); "Formação de Caliços" (REY *et al.*, 2006; REY *in TERRINHA et al.*, 2006).

*Coupes de référence:* affleurements discontinus entre le signal géodésique de Caliços et l'entrée du hameau de Chão de Cevada, sur le côté ouest de la route allant d'Estói à Galvana (Fig. 4).

*Description succincte* (Fig. 8 et Planche II): deux termes superposés peuvent être distingués:

– calcaires gris clair, mudstone à wackestone, à ciment micritique ou sparitique, à structures *fenestrae*, intraclasts et pellets, en bancs onduleux et bioturbés bien différenciés, avec *Orbitolina (M.) leymeriei* (dans le banc de base), *Orbitolina (M.) subconcava*, *Cuneolina pavonia*, *C. gr. laurenti-camposaurii*, *Nautiloculina bronni-manni*, rotaliidés, *Salpingoporella hasi* et, au sommet, *Hensonina lenticularis* (40 m environ);

– calcaires gris, mudstone à wackestone, à oolithes, intraclasts et pellets, en bancs généralement massifs, fortement dolomitises à la partie supérieure, alternant avec des calcaires argileux et avec des passées plus marneuses affleurant mal, avec *O. (C.) concava*, *O. (C.) conica*, madréporaires, rudistes, spongiaires et bryozoaires (120 m environ).

Cette série est surmontée par une lacune d'observation d'une épaisseur totale de l'ordre de 30 m qui pourrait correspondre à un ensemble à dominante marneuse (avec un banc de calcaire dolomitique au tiers supérieur).

*Limite inférieure:* premier banc de calcaire bien différencié succédant aux marnes de la formation de Porto de Mós. La surface de contact entre ces deux lithofaciès n'apparaît cependant pas.

*Âge:* la microfaune rencontrée (orbitolinidés en particulier) indique un âge albien supérieur (Vraconien compris) pour l'ensemble de la formation.

*Variations latérales de faciès:* les conditions d'affleurement sont telles que la Formation de Caliços n'est connue que dans la région de Conceição et Pechão.

### **FORMATION DE CHÃO DE CEVADA**

*Origine du nom:* hameau de Chão de Cevada, 1 500 m au Sud-Est du village de Conceição.

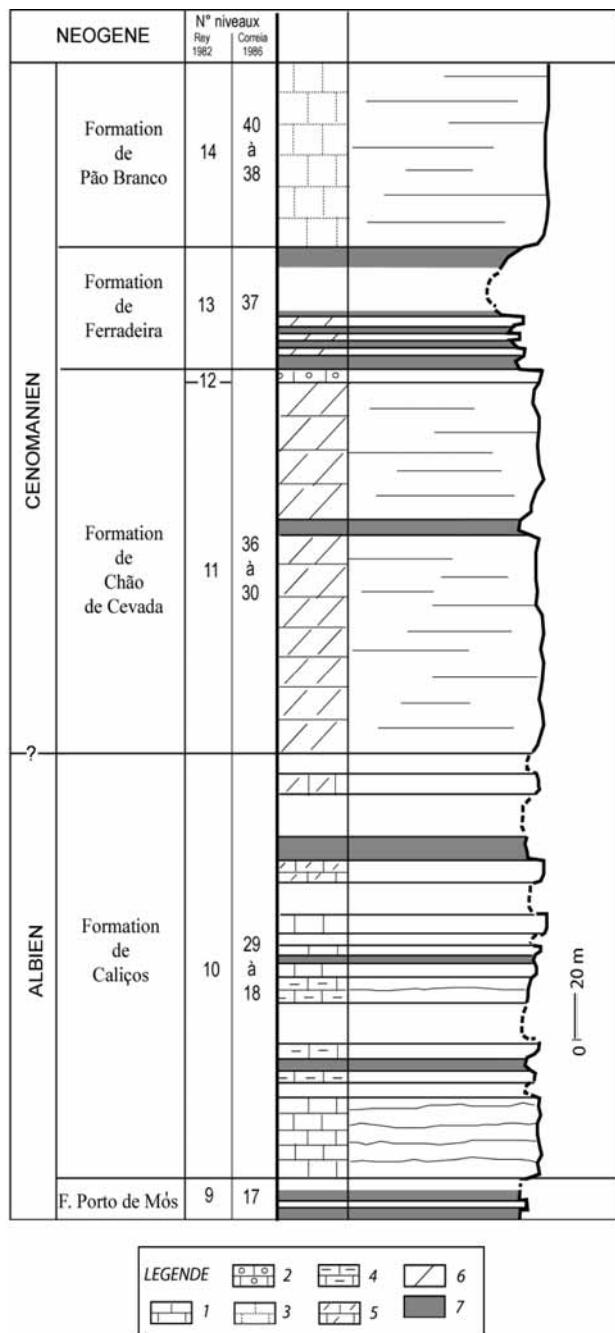


Fig. 8 – Coupe de référence des Formations de Caliços, Chão de Cevada, Ferradeira et Pão Branco entre le signal géodésique de Caliços et le hameau de Pão Branco.

1: calcaire; 2: calcaire "grainstone"; 3: calcaire cristallin; 4: calcaire argileux; 5: calcaire dolomitique; 6: dolomite; 7: marne.

– Reference section of the Cliços, Chão de Cevada, Ferradeira and Pão Branco Formations between the geodesic signal of Caliços and the hamlet of Pão Branco.

1: limestone; 2: "grainstone"; 3: crystalline limestone; 4: clayey limestone; 5: dolomitic limestone; 6: dolomite; 7: marl.

*Anciennes dénominations:* "Dolomies de Chão de Cevada" (REY, 1982); "Margo-calcários de Porto de Mós" (ROCHA *et al.*, 1983 "Dolomitos de Chão de Cevada" (MANUPPELLA, 1992) "Formação de Chão de Cevada" (REY *et al.*, 2006; REY *in TERRINHA et al.*, 2006).

*Coupe de référence:* affleurements de part et d'autre du hameau de Chão de Cevada (Fig. 4).

*Description succincte* (Fig. 8 et Planche II): dolomies cristallines grises, très massives, à fantômes de coquilles, intercalées d'un niveau de marnes très compactes et couronnées par deux bancs sommitaux de calcaire jaune rosé grainstone, épais au total de 1 m, à stratifications internes entrecroisées, qui renferment *Orbitolina (O.) concava*, *Charentia cuvillieri*, des miliolidés, et des débris de madréporaires, rudistes et échinides. Cette formation est épaisse de 160 m environ.

*Limite inférieure:* premier banc de dolomie massive, succédant à la lacune stratigraphique (marnes ?) qui clôt la Formation de Caliços.

*Âge:* succédant à la puissante série albienne des Formations de Porto de Mos et de Caliços, la Formation de Chão de Cevada pourrait appartenir au Cénomanien, la limite entre Albien et Cénomanien ne pouvant cependant pas être précisément positionnée.

*Variations latérales de faciès:* les conditions d'affleurement sont telles que la Formation de Chão de Cevada n'est connue que dans la région de Conceição et Pechão.

#### FORMATION DE FERRADEIRA

*Origine du nom:* hameau de Ferradeira, 2 km au Sud-Ouest du village de Pechão.

*Anciennes dénominations:* "Marnes supérieures" (REY, 1982); "Margas – superiores" (MANUPPELLA, 1992); "Formação de Ferradeira" (REY *et al.*, 2006; REY *in TERRINHA et al.*, 2006).

*Coupe de référence:* affleurements très discontinus entre le chemin allant de Chão de Cevada à Torre do Natal et le chemin reliant Vale de Mó à Pão Branco (Fig. 4).

*Description succincte* (Fig. 8 et Planche II): marnes vertes ou violacées, stériles, intercalées de minces lits gris clair de dolomictites argileuses et de calcaires crayeux, micritiques, azoïques (épaisseur totale: 50 m environ).

*Limite inférieure*: brusque changement lithologique, bien visible sur le bord du chemin de Chão de Cevada à Torre do Natal où des marnes violacées et vertes surmontent directement le niveau sommital de calcaire grains-tone de la Formation de Chão de Cevada.

*Âge*: dépourvue de tout élément de datation, cette formation est attribuée au Cénomanien inférieur en raison de sa position stratigraphique entre les Formations de Caliços et de Pão Branco.

*Variations latérales de faciès*: les conditions d'affleurement sont telles que la Formation de Ferradeira n'est connue que dans la région de Conceição et Pechão.

#### FORMATION DE PÃO BRANCO

*Origine du nom*: hameau de Pão Branco, 2 500 m au Sud-Ouest du village de Pechão.

*Anciennes dénominations*: "Calcaires cristallins de Pão Branco" (REY, 1982); "Calcários cristalinos de Pão Branco" (MANUPPELLA, 1992); "Formação de Pão Branco" (REY *et al.*, 2006; REY *in TERRINHA et al.*, 2006).

*Coupe de référence*: affleurements entre la route allant de Caliços à Galvana et le chemin allant reliant Chão de Cevada à Torre do Natal (Fig. 4).

*Description succincte* (Fig. 8 et Planche II): calcaires jaunes ou rosés, entièrement recristallisés et/ou dolomités, en bancs très épais, à fantômes d'intraclasts, pellets, madréporaires et orbitolines. CHOFFAT (1887) a reconnu dans cette formation le genre de rudiste *Sphaerulites*. CORREIA (1989) a identifié à la partie inférieure des foraminifères qui pourraient être attribués à *Orbitolina (C.) cf. cuvillieri-conica* et à *Neoiraqia convexa* (formation observée sur une épaisseur de l'ordre de 80 m).

*Limite inférieure*: premier banc de calcaire massif et recristallisé, le contact physique avec les marnes sous-jacentes n'étant pas visible.

*Limite supérieure*: les calcaires cristallins de Pão Branco sont recouverts en discordance par les dépôts néogènes de Galvana et de Faro-Quarteira (MANUPPELLA, 1992).

*Âge*: la base de cette unité est à plus de 200 m au-dessus des derniers niveaux de la Formation de Caliços datés avec certitude du Vraconien. L'hypothèse d'un âge Cénomanien (REY, 1982) et non albien (CORREIA, 1989) est donc plausible. CHOFFAT (1887) avait déjà placé les calcaires cristallins de Pão Branco dans le Cénomanien ("Carentonin"). *Orbitolina (C.) cf. cuvillieri-conica* s'éteint au Cénomanien moyen et *Neoiraqia convexa* à la fin du Cénomanien inférieur (HARDENBOL *et al.*, 1998). Si leur présence à la partie inférieure de cette unité est avérée, on peut en déduire que la Formation de Pão Branco ne monte guère au-delà du Cénomanien moyen.

*Variations latérales de faciès*: les conditions d'affleurement sont telles que la Formation de Pão Branco n'est connue que dans la région de Conceição et Pechão.

#### COMPARAISONS AVEC LE CRÉTACÉ INFÉRIEUR DE L'ALGARVE CENTRAL ET OCCIDENTAL

Alors que le Crétacé d'Algarve occidental se caractérise par une grande uniformité dans les faciès (carbonates prépondérants) et milieux de dépôt (essentiellement margino-littoraux), le Crétacé d'Algarve oriental témoigne d'une forte diversité lithologique (sédiments carbonatés et silico-clastiques) et environnementale (du domaine fluviatile à la plate forme ouverte). Les changements de faciès y sont rapides, tant dans le temps que dans l'espace, dans une région soumise à une tectonique active au cours du Crétacé inférieur.

La proposition de corrélations entre les formations d'Algarve oriental, central et occidental (Fig. 9) fait ressortir les principaux faits suivants:

- la Formation d'Almádena est présente sous un lithofaciès identique dans tout le bassin sédimentaire de l'Algarve. Cette unité est cependant diachrone, puisqu'elle est datée du Berriasien inférieur en Algarve occidental, du Berriasien inférieur et moyen en Algarve central et du seul Berriasien moyen en Algarve occidental;

<b>AGES</b>	<b>ALGARVE OCCIDENTAL</b>	<b>ALGARVE CENTRAL</b>	<b>ALGARVE ORIENTAL</b>
<i>ALBIEN</i>	<i>sup.</i>	<i>PORTO DE MÓS</i>	<i>CALIÇOS</i>
	<i>moy.</i>		?
	<i>inf.</i>		<i>PORTO DE MÓS</i>
<i>APTIEN</i>	<i>sup.</i>	<i>LUZ</i>	<i>LUZ</i>
	<i>inf.</i>	<i>BURGAU</i>	<i>BURGAU</i>
<i>BARREMIEN</i>	<i>sup.</i>	<i>BARRANCÃO</i>	<i>BARRANCÃO</i>
	<i>inf.</i>	<i>SALEMA</i>	<i>WEALDIEN</i>
<i>HAUTERIVIEN</i>	<i>sup.</i>		?
	<i>inf.</i>		<i>COSTA LONGA</i>
<i>VALANGINIEN</i>	<i>sup.</i>	<i>PORCHES</i>	<i>BIAS</i>
	<i>inf.</i>	<i>FONTES DA MATOSA</i>	<i>BELO ROMÃO</i>
<i>BERRIASIEN</i>	<i>sup.</i>	?	<i>BIAS DO NORTE</i>
	<i>moy.</i>	<i>ALMADENA</i>	<i>ALMADENA</i>
	<i>inf.</i>	<i>PURBECKIEN</i>	<i>PURBECKIEN</i>
<i>TITHONIEN pro-partie</i>			

Fig. 9 – Corrélations entre les diverses unités lithostratigraphiques du Crétacé de l’Algarve.

– Correlations between the different lithostratigraphic units of the Cretaceous from Algarve.

– la Formation de Bias do Norte, composée de calcaires de plate-forme ouverte et datant du Berriasien supérieur-Valanginien basal, est l'équivalent latéral en Algarve oriental de la Formation terrigène et fluviatile de Fontes da Matosa connue en Algarve central (anciennement “arenitos de Sobral”) et de la formation calcaréo-marneuse et margino-littorale de Porches présente en Algarve central et occidental;

– les formations de Belo Romão, Bias, Estói et Costa Longa qui témoignent en Algarve oriental de milieux de dépôts très variés, récifaux à littoraux, correspondent à une importante lacune stratigraphique en Algarve central et occidental;

– à l'inverse, la probable lacune par érosion ou non-dépôt d'une partie de l'Hauterivien et du Barrémien en Algarve oriental et central coïncide avec la sédimentation de la formation carbonatée et margino-littorale de Salema en Algarve occidental;

– l'enregistrement sédimentaire se généralise dans tout le bassin de l'Algarve au cours du Barrémien supérieur puis s'uniformise au cours de l'Aptien inférieur. Dans un premier temps (Barrémien supérieur-Aptien basal), il illustre la passage des environnements lagunaires de la Formation de Barrancão en Algarve occidental aux milieux fluviatiles à faciès wealdien de l'Algarve oriental, les dépôts de l'Algarve central présentant des faciès mixtes et intriqués. De l'Aptien inférieur à l'Albien supérieur, les mêmes unités lithostratigraphiques peuvent être reconnues dans tout l'Algarve, avec la succession de dépôts carbonatés de plate-forme moyenne (Formation de Burgau), et de plate-forme restreinte (Formation de Luz, Formation de Porto de Mós);

– les unités de l'Albien terminal et du Cénomanien n'ont été conservées que dans l'Algarve oriental où alternent alors des sédiments carbonatés de plate-forme interne (Formation de Caliços), de plate-forme moyenne (Formation de Chaõ de Cevada, Formation de Pão Branco) et de lagunes (Formation de Ferradeira).

## REMERCIEMENTS

J'exprime mes plus vifs remerciements au Docteur Miguel M. RAMALHO qui m'a incité à réaliser ce travail, à l'INETI qui m'a apporté un indispensable soutien financier, et au Docteur Maria Cristina CABRAL qui m'a confié la thèse inédite de F. CORREIA et qui m'a proposé de judicieuses corrections du manuscrit.

## REFERENCES

- BERTHOU, P.Y. & CORREIA, F. (1982b) – Une série crétacée téthysienne peu connue: l'Algarve (Sud Portugal). *Bull. Soc. Paleont. Itália*, **22**, 1-2, pp. 185-188.
- BERTHOU, P.Y., CORREIA, F., PRATES, S & TAUGOURDEAU, J. (1983) – Essai de synthèse du Crétacé de l'Algarve: biostratigraphie, paléogéographie, sédimentation argileuse. Première étude: biostratigraphie, paléogéographie. *Bull. Inf. Géol. Bass. Parisien*, **20** (2), pp. 3-24.
- BERTHOU, P.Y. & LEEREVELD, H. (1990) – Stratigraphic implications of palynological studies on Berriasian to Albian deposits from western and southern Portugal. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **66**, pp. 591-594.
- CABRAL, M.C.S. (1995) – Ostracodos do Cretácico inferior do Algarve e da região de Lisboa. Sistematica, bioestratigrafia, aspectos paleontológicos e paleobiogeográficos. *Thèse Doct. Univ. Lisboa*, 442 p., 39 pl.
- CHOFFAT, P. (1887) – Recherches sur les terrains secondaires au Sud du Sado. *Comunicações. Comissão Trab. Geol. Portugal*, **1**, pp. 222-312.
- CORREIA, F. (1984) – Essai sur la paléogéographie de l'Algarve (Portugal). *10<sup>e</sup> Réunion Sc. Terre, Bordeaux*, p. 150.
- (1989) – Estudo bioestratigráfico e microfácies do Cretácico carbonatada da bacia sedimentar meridional portuguesa (Algarve). *Thèse Doct. Univ. Lisboa*, 377 p.
- CORREIA, F. & BERTHOU, P.Y. (1982) – La limite du Barrémien et de l'Aptien en Algarve oriental (Sud Portugal) d'après l'évolution de *Palorbitolina lenticularis* (BLUMENBACH). *9<sup>e</sup> Réunion Sc. Terre, Paris*, p. 156.
- (1984) – Le Crétacé du centre et du Sud Est de l'Algarve oriental (Portugal). *I Congresso Español de Geología, Segovia*, **1**, pp. 24-41.
- CORREIA, F., BERTHOU, P.Y. & SCHROEDER, R (1982a) – Découverte de *Paleodictyoconus arabicus* (HENSON), Foraminifère du Crétacé d'Algarve oriental (Portugal). Implications stratigraphiques et paléobiogeographiques. *Cuadernos Geol. Iberica*, **8**, pp. 811-829.
- CORREIA, F., PRATES, S. & BERTHOU, P.Y. (1982b) – Recherches sur la biostratigraphie et la sédimentologie du Crétacé d'Algarve oriental (Portugal). Implications stratigraphiques et paléobiogeographiques. *C.R. Acad. Sc. Paris*, **294**, II, pp. 117-122.
- DURAND-DELGA, M. & REY, J. (1982) – Découverte de Calpionnelles dans le Jurassique terminal et le Crétacé basal de l'Algarve (Portugal). *C.R. Acad. Sciences Paris*, II, **265**, pp. 237-242.
- HARDENBOL, J., THIERRY, J., FARLEY, M. B., JACQUIN, TH., GRACIANSKY, P.C. DE & VAIL, P. R. (1998) – Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins. In: GRACIANSKY, P.C. DE, HARDENBOL, J., JACQUIN, TH. & VAIL, P. R. eds: Mesozoic and Cenozoic Sequence stratigraphy of European Basins. *Soc. Econ. Paleont. Miner. Sp. Pub.*, **60**, 8 charts.
- MANUPPELLA, G. (coord.) (1992) – Carta geológica da região do Algarve, escala 1/100.000. Notícia explicativa da Carta geológica da região do Algarve. *Serv. Geol. Portugal*, 15 p.
- OLIVEIRA, J. (coord.) (1982-83) – Carta geológica de Portugal. Folha 7. Escala 1/200 000. *Serv. Geol. Portugal*.
- PRATES, S. (1986) – O Cretácico detrítico do Algarve. *Thèse Doct. Univ. Lisboa*, 351 p.
- REY, J. (1982) – Le Crétacé dans la région de Faro (Algarve, Portugal). *Comunicações. Serv. Geol. Portugal*, **68**, pp. 225-236.
- (1983) – Le Crétacé de l'Algarve : Essai de synthèse. *Comunicações Serv. Geol. Portugal*, **69**, pp. 87-101.
- (1986) – Micropaleontological assemblages, paleoenvironments and sedimentary evolution of Cretaceous deposits in the Algarve (Southern Portugal). *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, **55**, pp. 233-246.
- (1992) – Les unités lithostatigraphiques du Crétacé inférieur de la région de Lisbonne. *Comunicações Serv. Geol. Portugal*, **78**, pp. 103-124.
- (2006) – Les formations crétacées de l'Algarve occidental et central. *Comunicações Geologicas*, **93**, pp. 39-80.
- REY, J., DINIS, J.L., CALLAPEZ, P. & CUNHA, P.P. (2006) – Da rotura continental à margem passiva. Composição e evolução do Cretácico de Portugal. *Cadernos de Geologia de Portugal*, 53 p., 10 pl.
- REY, J. & GALEOTTI, S. eds (2008) – Stratigraphy. Terminology and practice, *Technip*, 163p., 86 fig., 9 tabl.
- REY, J., GRACIANSKY P. C. DE & JACQUIN, TH. (2003) – Les séquences de dépôt dans le Crétacé inférieur du Bassin Lusitanien. *Comunicações Inst. Geol. e Mineiro*, **90**, pp. 15-42.
- ROCHA, R.B., RAMALHO, M.M., ANTUNES M.T. & COELHO, A.V.P. (1983) – Notícia explicativa da folha 52-A, Portimão. *Serv. Geol. Portugal*, 57 p.
- SALVADOR, A. (1994) - International stratigraphic guide: a guide to stratigraphic classification, terminology and procedure (2<sup>nd</sup> edition). *Geological Society of America*, 214 pp.
- TERRINHA, P., ROCHA, R. B., REY, J., CACHÃO, M., MOURA, D., ROQUE, C., MARTINS, L., VAADARES, V., CABRAL, J., AZEVEDO, M.R., BARBARO, L., CLAVIJO, E., DIAS, R.P., GAFERA, J., MATIAS, H., MATIAS, L., MADEIRA, J., MARQUES DA SILVA, C., MUNHÁ, J., REBELO, L., RIBEIRO, C., VICENTE, J. & YOUBI, N. (2006). – A Bacia do Algarve: estratigrafia, paleogeografia e tectônica. In: DIAS, R.; ARAÚJO, A.; TERRINHA, P. & KULLBERG, J.C. eds.: Geologia de Portugal no contexto da Ibérica. *Univ. Évora*, pp. 247-316, 10 fig.



## PLANCHES

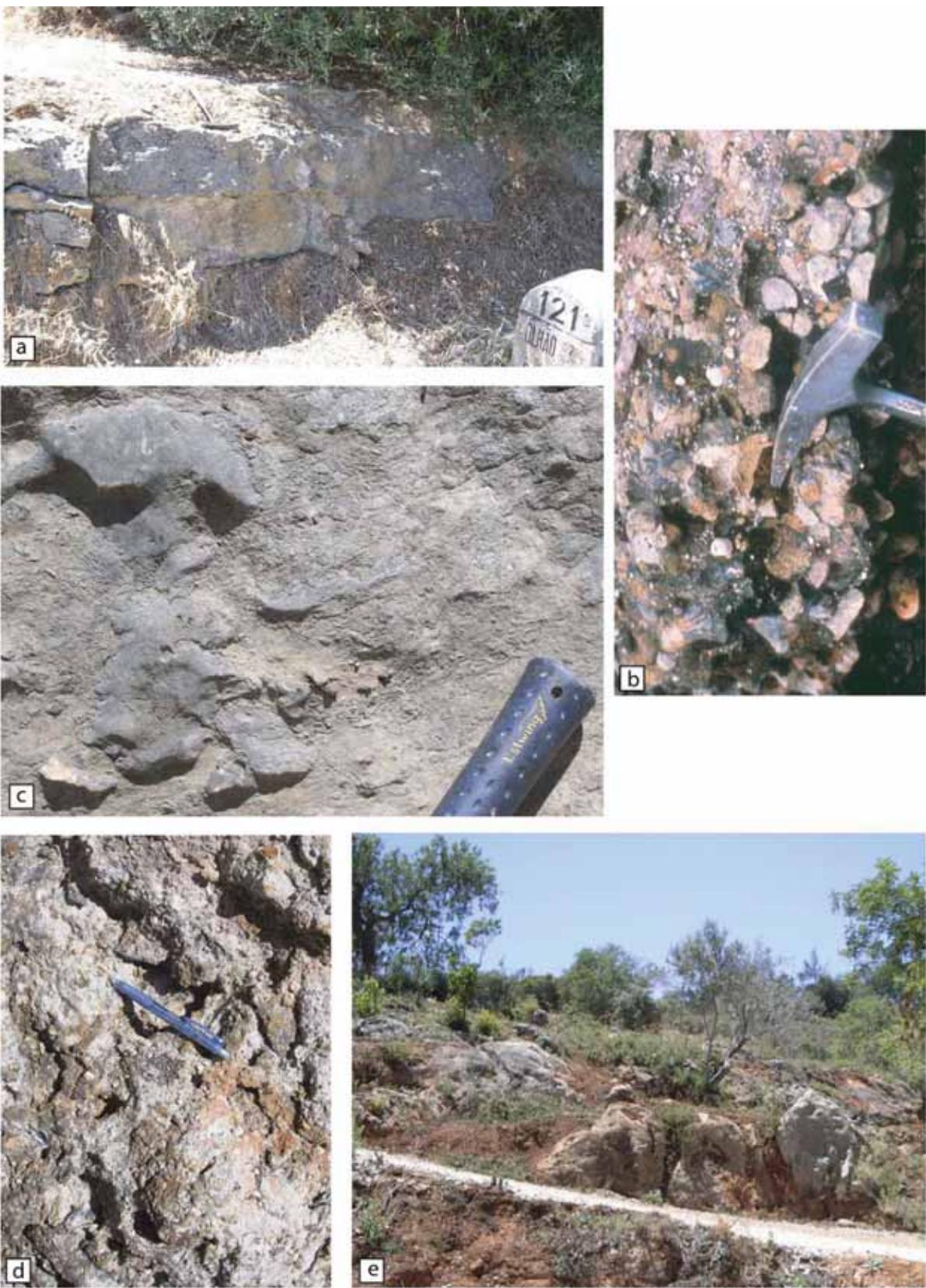
## PLANCHE I

Planche I – Formations néocomiennes de l’Algarve oriental.

**a:** calcaire de la Formation de Bias do Norte; **b:** conglomérat de la Formation d’Estói; **c:** calcaire à madréporaires de la Formation de Bias; **d:** grés à la partie inférieure de la Formation de Costa Longa; **e:** dolomies de la Formation de Costa Longa.

Plate I – Neocomian formations from the Eastern Algarve.

**a:** limestone from the Bias Formation; **b:** conglomerate of the Estói Formation; **c:** reefal limestone from the Bias Formation; **d:** sandstone in the lower part of the Costa Longa Formation; **e:** dolomites from the Costa Longa Formation.



## PLANCHE II

Planche II – Formations du Barrémien, Albien et cénomanien de l’Algarve oriental.

**a:** calcaire à la base de la Formation de Caliços; **b:** calcaire grainstone au sommet de la Formation de Chão de Cevada; **c:** limite entre les Formations de Chão de Cevada et de Ferradeira; **d:** affleuremeny de la Formation de Ferradeira; **e:** grés wealdien.

Plate II – Barremian, Albain and Cenomanian formations from the Eastern Algarve.

**a:** limestones in the basal part of the Caliços Formation; **b:** grainstone at the top of the Chão de Cevada Formation; **c:** boundary between the Chão de Cevada and Ferradeira Formations; **d:** outcrop of the Ferradeira Formation; **e:** wealdian sandstone.

