

UNIVERSITE
PAUL
SABATIER



TOULOUSE III



Institut de recherche
pour le développement

LA TRANSGRESSION ALBIENNE DANS LE BASSIN ANDIN (PÉROU) :

BIOSTRATIGRAPHIE, PALÉONTOLOGIE (AMMONITES) ET STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE.

Emmanuel ROBERT

Laboratoire de Dynamique des Bassins Sédimentaires
39 allées Jules Guesde
Université Paul Sabatier – Toulouse 3

Thèse de Doctorat
de l'Université Paul Sabatier – Toulouse 3
soutenue le 05 Décembre 2001

REMERCIEMENTS

J'exprime toute ma gratitude à Bernard PEYBERNÈS et Etienne JAILLARD, co-directeurs de cette thèse. Bernard PEYBERNÈS qui m'a ouvert les portes de l'Université Paul Sabatier lors d'un DEA réalisé sur la limite Aptien - Albien dans le Bassin Sud-Pyrénéen. Etienne JAILLARD, instigateur de ce projet sur la Stratigraphie de l'Albien du Bassin Andin auquel j'ai participé pour la première fois lors d'une mission effectuée en novembre 1995. Je lui suis sincèrement reconnaissant de m'avoir ouvert les portes de la biostratigraphie de l'Albien du Pérou, laissée en friche depuis de nombreuses années et à ce titre garante d'un potentiel scientifique gigantesque.

Je témoigne ma plus grande reconnaissance à Luc Georges BULOT, qui m'a lancé dans le monde de la paléontologie et de la stratigraphie à l'occasion de mon premier mémoire de recherche, en maîtrise de Géologie à l'Université de Grenoble 1. Sa connaissance encyclopédique, qui va bien au-delà de la Géologie et que j'ai pu découvrir lors de nos très nombreuses discussions, m'a grandement enrichi. J'ai ici modestement tenté de faire honneur à sa confiance. Je lui suis enfin reconnaissant de son investissement dans le suivi de mon cursus universitaire.

Je remercie Hubert ARNAUD et Jim KENNEDY, rapporteurs de cet ouvrage, pour leurs remarques pertinentes, réalisées avec une grande célérité, qui m'ont permis d'affiner mes discussions.

Mes salutations vont également aux membres du Jury Jean PHILIP, Jean-Marie VILA, ainsi que Gérard HÉRAIL, pour sa bienveillance et son soutien continu.

Les collaborations furent nombreuses tout au long de ces années. Mes premiers remerciements à ce sujet vont à Javier JACAY pour l'étude de terrain de la coupe d'Oyón, pour l'accès à sa riche collection d'ammonites de l'Albien de la région de Huallanca et pour ses précieux conseils.

Au-delà de l'étude des ammonites, je remercie les spécialistes qui ont déterminés les autres groupes fossiles collectés lors du travail de terrain : Didier NÉRAUDEAU et Loïc VILLIER pour les oursins, Annie DHONDT pour les bivalves et les huîtres et Bernard PEYBERNÈS pour les foraminifères et les algues.

Je suis également gré à l'ensemble des conservateurs de musées, des directeurs et des ingénieurs péruviens qui m'ont permis d'accéder aux collections d'ammonites de l'Albien :

- Oscar Palacios MONTOYA (directeur du département de géologie), Lidia P. ROMERO et Manuel A. ALDANA (ingénieurs) de l'Instituto Geológico Minero y Metalurgico (INGEMMET) de Lima (Pérou);
- Nils VALENCIA (conservateur) et Isabel Prado VELAZCO (professeur) du Museo de Historia Natural Javier Prado (Lima, Pérou), ainsi que Jean-Noël MARTINEZ (professeur) actuel responsable du département de Paléontologie de l'Université de Piura (Pérou);
- José MARTINEZ TALLEDO (directeur) et Rolando CARRASCAL MIRANDA (professeur) du département de Géologie de la Universidad Nacional de Ingeniería (Lima, Pérou);
- Vera ALEMAN (professeur) de la Universidad Ricardo Palma de Lima (Pérou).

Je terminerais mes remerciements «péruviens» par la SOCIEDAD GEOLOGICA DEL PERU et à l'INSTITUT DES ÉTUDES ANDINES de m'avoir permis de «naviguer» dans leurs bibliothèques.

La mission au Texas s'est réalisée grâce à Robert W. SCOTT qui m'a initié à la Stratigraphie de l'Albien du Texas et m'a permis d'accéder aux collections d'ammonites historiques. Je lui exprime toute ma gratitude et le remercie pour son accueil chaleureux et son extrême gentillesse. Je remercie également :

- Ann MOLINEUX, conservatrice des collections d'invertébrés de l'Université du Texas d'Austin (USA), au-delà de m'avoir permis d'observer des collections historiques d'Adkins, Scott et Young, pour son accueil et sa disponibilité;
- Keith YOUNG, professeur à l'Université du Texas (Austin, USA), pour son amabilité à répondre à mes questions et l'accès à sa collection personnelle;
- David L. AMSBURY et Williams C. WARD, anciens géologues pétroliers, pour m'avoir fait découvrir les séries de l'Aptien supérieur et de l'Albien inférieur du Texas Central;
- Arthur BUSBEY III, responsable des collections de la "Texas Christian University" (Fort Worth, Texas, USA) qui m'a ouvert l'accès aux collections historiques d'Adkins et de Young.

Enfin, je finirais en remerciant à Neil H. LANDMANN du «National Museum of Natural History» de New York (USA) pour les moulages des types des *Neodeshayesites* de Benavides Cáceres (1956).

Mon expatriation au Pérou, au sein de l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement) s'est déroulée dans des conditions optimales; et ce grâce à la bienveillance de l'ensemble des personnes rencontrées. J'exprime ainsi toute ma gratitude à René MAROCCO, directeur de l'antenne de Lima, pour son accueil chaleureux, sa générosité et son soutien constant. Je remercie Gabriel CARLIER qui, en collaboration avec Victor CARLOTTO CAILLAUX, a accepté de m'intégrer dans son projet de recherche sur la Géologie du Pérou. Je lui suis gré de son amitié et de ses remarques éclairées sur les ammonites de l'Albien du Pérou. Je témoigne également ma reconnaissance à Thierry SEMPERE pour ses conseils et la cession de plusieurs ouvrages bibliographiques.

Au-delà, mes salutations vont à l'ensemble de l'équipe de l'IRD de Lima, et spécialement à Miriam SOTO, irremplaçable dans l'édifice liménien, pour sa gentillesse et son efficacité, à José BERROSPI, compagnon de la majorité de mes missions de terrain, à Wily GIL et Nicolas BOUDESSEUL, camarades étudiantins lors de cette période 1998-99.

Mes remerciements vont également à l'ensemble du corps professoral, des étudiants et du personnel du Laboratoire de Dynamique des Bassins Sédimentaires de l'Université Paul Sabatier :

- Bernard ANDREU, Jacques REY, Claude LUCAS, Stéphane BRUSSET, Francis ODONNE, Elie DEBROAS, Sylvie CASTET et Joseph CANÉROT pour leur soutien et leur aide dans le cadre de mon enseignement comme ATER (Assistant Temporaire d'Enseignement et de Recherche) effectué lors de ma dernière année de thèse; sans oublier le jeune docteur Pierre Olivier ANTOINE, pour son amitié et ses conseils;
- Marie FILHASTRE, Françoise RONCHINI et Vincent FOURNIER pour leur disponibilité;

- Carine LÉZIN, Viara MINKOVSKA, Odette N'ZABA MAKAYA et François BRUNEL pour leurs conseils et les discussions échangées.

Je remercie également Alain GUEY, photographe au Laboratoire d'Anthropologie de l'Université Paul Sabatier, pour les photos d'un contingent d'ammonites.

Je terminerais par une très grande reconnaissance à mes proches tout d'abord simplement pour ce qu'ils sont. Et au-delà à ma famille pour son soutien continu et indéfectible, et à mes amis pour leurs encouragements. J'accorde une «mention spéciale» à Élisabeth COMBRES, ma compagne, pour son aide précieuse lors de plusieurs campagnes de terrain et pour son soutien et sa patience dans la période, socialement délicate, de la rédaction.

RÉSUMÉ

L'étude de la faune d'ammonites des séries de l'intervalle Albien inférieur à Albien supérieur basal permet une révision majeure du cadre biostratigraphique du Pérou Central et Nord. Un découpage en terme de biozones, sous-zones et bio-horizons est proposé. L'Albien inférieur est représenté par la biozone à *Neodeshayesites nicholsoni* (découpée en sous-zones à *N. umbilicostatus* et *N. nicholsoni* et dont le sommet se marque par un intervalle stérile) et la biozone à *Glottoceras raimondii* (divisée en sous-zones à *Parengonoceras haasi*, à *G. raimondii* [elle-même découpée en bio-horizons à *P. ebrayi* et à *Ralphimlayites alternum*] et à *R. mathewsi*, dont le sommet est défini par le bio-horizon à *Lyelliceras pseudolyelli*). L'Albien moyen est caractérisé par la biozone à *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium*, découpée en deux sous-zones, à *R. ulrichi* et à *O. (O.) carbonarium*. La base de l'Albien supérieur est représentée par la sous-zone à *Dipoloceras cristatum*.

De plus, plusieurs étapes majeures dans l'évolution des influences paléobiogéographiques, marquées par diverses associations d'ammonites, et leur parallèle avec l'évolution séquentielle des dépôts, sont mises en évidence.

Sur le plan paléontologique, l'évolution phylogénique des Engonoceratidae et des Lyelliceratinae péruviens, en plus d'une révision taxinomique globale des ammonites de l'Albien du Pérou, est également proposée.

Au-delà et sur la base d'un levé de coupe axé sur une étude lithologique macroscopique, nous proposons une interprétation environnementale de chaque banc ou unité élémentaire, puis une analyse de l'évolution verticale et horizontale de ces paléo-environnements. Neuf séquences de dépôts locales, appelées Ni1 à Cr1, ont été reconnues depuis la base des formations transgressives (Inca et Pariahuanca) ici étudiées jusqu'au Groupe Pulluicana.

ABSTRACT

The Albian transgression in the Andean Basin (Peru) : Biostratigraphy, Paleontology (Ammonites) and Sequence Stratigraphy

The study of the ammonite fauna of the Lower to basal Upper Albian formations allow a major revision of this biostratigraphic frame of the Northern and Central Peru. A carving in ammonites zones, subzones and bio-horizons terms is proposed. The Lower Albian is represented by the *Neodeshayesites nicholsoni* [subdivided in *N. umbilicostatus* and *N. nicholsoni* bio-horizons followed by a steril interval] and by the *Glottoceras raimondii* biozone [carved in *Parengonoceras haasi*, *G. raimondii* (itself divided in *P. ebrayi* and *Ralphimlayites alternum* bio-horizons) and *R. mathewsi*, including the *Lyelliceras pseudolyelli* bio-horizon]. The Middle Albian is characterized by the *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* biozone, carved in *R. ulrichi* and *O. (O.) carbonarium* subzones. The base of the Upper Albian is represented by the *Dipoloceras cristatum* subzone.

Moreover, various major stages in the evolution of the paleobiogeographic influences, marked by several ammonite associations, and their parallel with the sequential evolution of the peruvian Engonoceratids and Lyelliceratids, in addition to a global taxonomic revision of the Albian ammonites of Peru, is also proposed.

Beyond, and on the base of a survey of sections centred on a macroscopic lithologic study, we proposed an environmental interpretation of each unity, and an analysis of the vertical and horizontal evolution of this paleoenvironment. Nine local stratigraphic sequences, called Ni1 to Cr1, have been recognized from the base of the transgressive formations (Inca and Pariahuanca) here studied to the Pulluicana Group.

OBJET DE L'ÉTUDE

L'objectif de ce mémoire est de proposer un outil stratigraphique à haute/moyenne résolution pour l'Albien marin du Bassin Andin septentrional (Pérou actuel). L'approche fondée sur des méthodes **biostratigraphiques**, dont le support est la **paléontologie des ammonites**, et **lithostratigraphiques**, dont la stratigraphie séquentielle. Au-delà, les possibilités de corrélation avec les bassins sud- et nord-américains et européens sont abordées.

Le travail de terrain, étape primordiale de l'étude, est composite. Dès 1986, une série de coupes a été réalisée par E. Jaillard (IRD), instigateur de cette étude (Pongo de Rentema, Baños del Inca, Puente Zonanga), A. Córdova Aguilar (Pongo de Rentema) et E. Higa Higa (Baños del Inca). Ma participation à ce projet a débuté par une campagne de terrain réalisée en Novembre 1995, en accompagnement d'E. Jaillard. Une première approche paléontologique, avec détermination du matériel collecté, fut par la suite effectuée pendant l'hiver 1996 en collaboration avec L. Bulot (CNRS, Marseille). Elle a donné lieu à une note interne au sein de l'IRD. Ce sera au cours de mon expatriation au Pérou dans le cadre de cette thèse, de septembre 1998 à octobre 1999, que cette étude prendra sa véritable dimension. Une dizaine de nouvelles coupes ont ainsi été levées et échantillonnées par mes soins, depuis celle de la Quebrada Geshgash dans les Andes centrales jusqu'au Pongo de Manseriche à l'extrême nord du Pérou. La coupe de Corral Quemado a été conjointement levée avec B. Peybernés (Université Paul Sabatier, Toulouse). Par ailleurs, la coupe de Oyón a été réalisée en collaboration avec J. Jacay (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima). De manière globale, j'ai révisé l'ensemble des coupes présentées dans ce mémoire, notamment par le biais d'observations et d'échantillonnages complémentaires sur les profils initialement levés par les autres membres de ce projet. *Une carte de localisation des coupes est proposée au début du chapitre 1, consacré au contexte général de l'étude (fig. 1).*

Les importantes récoltes d'ammonites effectuées ont permis, au-delà de l'aspect systématique, une meilleure approche de la phylogénie des familles les mieux représentées. Cette vision nouvelle, couplée avec la caractérisation d'un nombre significatif d'associations fauniques élémentaires, a permis la réalisation d'une échelle stratigraphique basée sur la caractérisation de biozones, sous-zones et bio-horizons par les ammonites. Au-delà de l'aspect biostratigraphique, cet outil sert à décrypter l'organisation des dépôts péliques et carbonatés de la série albienne, grâce à l'individualisation des séquences et à la proposition de corrélations régionales, tant litho- que chronostratigraphique.

Cette approche intégrée des données de la biostratigraphie, de la paléontologie et de la sédimentologie, a permis d'offrir une meilleure compréhension des événements biologiques et environnementaux majeurs qui se sont succédés dans le Bassin Andin septentrional au cours de l'étage Albien.

Dans le souci d'intégrer les résultats obtenus au Pérou dans un contexte plus global, une étude particulière des ammonites de l'Albien du Texas a été faite lors d'une mission aux USA effectuée en Septembre 1999. Une révision des types de la littérature (spécimens et moulages) de diverses collections du Pérou, d'Arizona et de Californie, ainsi qu'une analyse bibliographique exhaustive, ont complété ces observations. Ces comparaisons ont mis en évidence les caractères locaux ou globaux de certains changements biologiques et sédimentaires.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1 - LE CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL	10
1.1. L'évolution géodynamique du Bassin Andin septentrional	11
1.1.1. Une tectonique en extension du Permien supérieur au Kimméridgien	12
1.1.2. La pérennisation de l'arc magmatique, du Tithonien au Paléocène	12
1.2. Le cadre structural du Bassin Andin	15
1.3. Les grands traits de la sédimentation albienne dans le Bassin Andin	15
1.4. Organisation paléogéographique du Bassin Andin pendant l'Albien	17
 CHAPITRE 2 - LE CADRE BIOSTRATIGRAPHIQUE	 18
1. Introduction	19
2. La limite inférieure de l'Albien et de ses sous-étages	19
2.1. La base de l'Albien	19
2.1.1. Discussions historiques	19
2.1.2. Les dernières recommandations de l'IUGS	21
2.1.3. Le stratotype potentiel de Tartonne (Alpes de Haute-Provence, France)	22
2.1.4. Le stratotype potentiel de Peracáls (Nord de la Catalogne, Espagne)	23
2.2. La base de l'Albien moyen	24
2.3. La base de l'Albien supérieur	25
2.4. Conclusion	26
3. L'étage Albien au Pérou et en Équateur	26
3.1. L'enregistrement de la limite inférieure de l'Albien	26
3.2. La biozonation historique de Benavides Cáceres (1956)	28
3.2.1. Caractérisation de ses divisions	28
3.2.1.1. La cénozone à <i>nicholsoni</i>	28
3.2.1.2. La cénozone à <i>raimondii</i>	30
3.2.1.3. La cénozone à <i>carbonarium</i>	32
3.2.1.4. La cénozone à <i>scyphax</i>	33
3.2.2. Ses limites d'utilisation	34
3.3. La nouvelle biozonation	35
3.3.1. Les principes de son élaboration	35
3.3.2. Le statut des zones et sous-zones utilisées	35
3.3.3. Le choix des coupes	36
3.3.4. Les limites de cette étude	36
3.3.5. La définition et la caractérisation des biochronozones	37
3.3.5.1. l'Albien inférieur	37
La Biozone à <i>Neodeshayesites nicholsoni</i>	37
Le Bio-horizon à <i>Neodeshayesites umbilicostatus</i>	39
Le Bio-horizon à <i>Neodeshayesites nicholsoni</i>	42
L'Intervalle stérile	44
La Biozone à <i>Glottoceras raimondii</i>	44
La Sous-zone à <i>Parengonoceras haasi</i>	46
La Sous-zone à <i>Glottoceras raimondii</i>	50
Le Bio-horizon à <i>Parengonoceras ebrayi</i>	51
Le Bio-horizon à <i>ralphimlayites alternum</i>	54
La Sous-zone à <i>Ralphimlayites mathewsi</i>	55
Le Bio-horizon à <i>Lyelliceras pseudolyelli</i>	58
3.3.5.2. l'Albien moyen	61
La Biozone à <i>Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium</i>	61
La Sous-zone à <i>Ralphimlayites ulrichi</i>	62
La Sous-zone à <i>Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium</i>	66
3.3.5.2. l'Albien supérieur	70

La Sous-zone à <i>Dipoloceras cristatum</i>	70
3.4. Synthèse des apports biostratigraphiques	72
3.5. Synthèse paléobiogéographique de la faune d'ammonites	74
Annexe (coupes - répartition de l'ammonitfaune)	76
CHAPITRE 3 – LA PALÉONTOLOGIE DES AMMONITES	92
1. Introduction	93
2. La famille des Engonoceratidae Hyatt, 1900	97
3. La sous-famille des Lyelliceratinae Spath, 1921	134
4. La sous-famille des Acanthoholitinae Stoyanov, 1949	164
5. Les groupes «annexes»	173
5.1. La famille des Desmoceratidae Zittel, 1895	173
5.2. La famille des Brancoceratidae Spath, 1900	176
5.2.1. La sous-famille des Brancoceratinae Spath, 1900	176
5.2.2. La sous-famille des Mojsisovicziinae Hyatt, 1903	180
5.3. La superfamille des Turrilitaceae Gill, 1871	189
5.3.1. La famille des Anisoceratidae Hyatt, 1900	189
5.3.2. La famille des Hamitidae Gill, 1871	190
5.4. La sous-famille des Douvilleiceratinae Parona & Bonarelli, 1897	191
6. Conclusion : les discussions majeures	194
Annexe 1 (planches photo - ammonites)	195
Annexe 2 (mesures - ammonites)	272
CHAPITRE 4 - SÉDIMENTOLOGIE ET ORGANISATION SÉQUENTIELLE DES DÉPÔTS SÉDIMENTAIRES	288
4.1. Introduction et généralités	289
4.2. La sédimentologie des coupes de terrain – Milieux de dépôt des formations de l'Albien	290
4.2.1. Les Andes Centrales (région de La Oroya)	290
4.2.1.1. La Formation Pariahuanca	290
4.2.1.2. La Formation Chulec	293
4.2.1.3. La Formation Pariatambo.	297
4.2.1.4. La Formation Jumasha	299
4.2.2. Les Andes centre-nord (région de Cajabamba / Cajamarca)	300
4.2.2.1. La Formation Inca	300
4.2.2.2. La Formation Chulec	302
4.2.2.3. Les Formations Pariatambo et Yumagual	306
4.2.2.4. Les Corrélations entre les coupes de la région des Andes centre-nord	310
4.2.3. Les Andes nord-est (région de Celendin)	311
4.2.3.1. La Formation Inca	312
4.2.3.2. La Formation Chulec	312
4.2.3.3. La Formation Pariatambo	314
4.2.4. Les Andes Nord (région de Bagua Chica / Jaén)	315
4.2.4.1. La Formation Inca	315
4.2.4.2. La Formation Chulec	319
4.2.4.3. La Formation Pariatambo	322
4.2.4.4. Les Corrélations entre les coupes de la région de Bagua / Jaen	324
4.2.4.5. Le Groupe Pulluicana	324
La Formation Yumagual	326
La Formation Mujarrún	327
4.2.5. Le Pérou Nord (région du Campanquiz)	328
4.2.5.1. Formation Chonta inférieure	331

Le Membre des «Grès de base»	332
Le Membre des «Calcaires C»	332
Le Membre des «Argiles du Chonta inférieur»	334
Le Membre des «Grès T»	335
4.3. L'événement anoxique de l'Albien inférieur de la coupe de Yanarajo	337
4.4. L'évolution séquentielle et les corrélations potentielles des séries de l'Albien du Bassin Andin	337
4.4.1. Les discontinuités sédimentaires	338
4.4.2. Les séquences de dépôt	339
4.4.2.1. La séquence N1 (non datée)	339
4.4.2.2. La séquence N2 (bio-horizon à <i>N. umbilicostatus</i> - intervalle stérile)	339
4.4.2.3. La séquence N3 (intervalle stérile - sous-zone à <i>P. ebrayi</i>)	341
4.4.2.4. La séquence R1 (bio-horizon à <i>P. ebrayi</i> - base bio-horizon à <i>R. alternum</i>)	343
4.4.2.5. La séquence R2 (bio-horizon à <i>R. alternum</i> - base sous-zone à <i>R. mathewsi</i>)	345
4.4.2.6. La séquence R3 (sous-zone à <i>R. mathewsi</i> - sous-zone à <i>R. ulrichi</i>)	347
4.4.2.7. La séquence C1 (sous-zone à <i>R. ulrichi</i> - sous-zone à <i>O. (O.) carbonarium</i>)	350
4.4.2.8. La séquence C2 (sous-zone à <i>O. (O.) carbonarium</i> - sous-zone à <i>D. cristatum</i>)	350
4.4.2.9. La séquence Cr1 (sous-zone à <i>D. cristatum</i>)	351
4.4.3. La coupe de référence du Bassin Andin : Pongo de Rentema. Sa position dans l'organisation des séquences de dépôt à l'échelle du globe	351
4.4.4. Le diachronisme des séries transgressives de l'Albien	353
4.4.4.1. La transgression des dépôts à sédimentation mixte (Formations Inca et Pariahuanca et Membre des Grès de base)	353
4.4.4.2. La transgression des formations marines <i>sensu stricto</i> (Formation Chulec et Membre des Calcaires C)	353
4.4.4.3. La transgression des dépôts anoxiques (Formation Pariatambo et Membre des Argiles du Chonta inférieur)	354
4.5. Synthèse	355
CONCLUSIONS GENERALES	356
BIBLIOGRAPHIE	359
ANNEXES	373
Annexe 1 (localisation des coupes)	374
Annexe 2 (liste des figures)	375
Annexe 3 (liste des planches)	379
Annexe 4 (liste des tableaux)	380

CHAPITRE 1

LE CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

CHAPITRE 1 LE CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

1.1. ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE DU BASSIN ANDIN SEPTENTRIONAL

La gènese du Bassin Andin albien septentrional est la conséquence d'une succession d'événements tectoniques liés à la mobilité de la marge active péruvienne depuis le Permien jusqu'à l'Oligocène. Schématiquement, c'est d'abord une phase d'extension du Permien supérieur au Jurassique supérieur, puis la création d'un arc magmatique persistant jusqu'à l'Oligocène. L'Albien coïncide avec une période de changements majeurs d'ordre paléogéographique et tectonique.



Figure 1. Carte géographique et administrative partielle du Pérou. Position des localités principales et localisation des coupes étudiées.

1.1.1. UNE TECTONIQUE EN EXTENSION DU PERMIEN SUPÉRIEUR AU KIMMÉRIDIEN

Le Permien supérieur puis le Trias inférieur enregistrent un fort événement thermique, qui se traduit par le développement d'intrusions volcaniques et d'un important métamorphisme. Cette phase est associée à des décrochements dextres, conséquences lointaines du rifting téthysien (Litherland *et al.*, 1994).

Les premières transgressions marines de grande amplitude apparaissent respectivement au Norien supérieur et au Sinémurien inférieur. La première se traduit par des dépôts de calcaires et de dolomie de plate-forme proximale, qui recouvrent, parfois en discordance angulaire, le socle paléozoïque (Mégard, 1978; Loughman & Hallam, 1982; Prinz, 1985; Rosas *et al.*, 1997). La seconde transgression se marque par des dépôts transgressifs en «onlap» sur les roches volcaniques permo-triasiques. Le maintien du régime tectonique en extension est attesté par les coulées de laves alcalines interstratifiées dans le Sinémurien inférieur de la zone d'arrière-arc du Pérou central (Rosas y Fontobé, 1995; Romeuf *et al.*, 1997).

Le Sinémurien supérieur et le Kimméridgien sont marqués par un magmatisme lié à une subduction, un régime en transtension senestre majeur le long de failles NW-SE et une tectonique qui contrôle l'alternance de sédimentations marines et continentales dans des bassins en «pull-aparts» (Jaillard *et al.*, 2000). Pour Aspden *et al.* (1987) et Jaillard *et al.* (1990, 1995), ces divers aspects sont générés par la convergence vers le Sud-Est de la plaque paléo-pacifique sous la plaque sud-américaine. Le Pérou central et nord se caractérise par une sédimentation de type plate-forme carbonatée quasi continue.

1.1.2. LA PÉRENNISATION DE L'ARC MAGMATIQUE, DU TITHONIEN AU PALÉOCÈNE

À partir du Tithonien, l'organisation paléogéographique tripartite avant-arc, arc et arrière-arc change d'orientation. Il devient Nord-Ouest / Sud-Est au Pérou et Nord-Sud au Chili.

Le Jurassique supérieur et le Crétacé basal enregistrent une réorganisation complète des conditions paléogéographiques et de l'évolution tectonique de la marge andine. Cet épisode est interprété comme correspondant à un changement brutal de la direction de convergence des plaques (Aspden *et al.*, 1987; Jaillard *et al.*, 1990, 1995).

L'intervalle Berriasien - Aptien se caractérise par le dépôt d'épaisses séries détritiques organisées en formations diachrones et discordantes. Elles sont considérées comme le résultat d'une inclinaison de grande amplitude de la plaque Sud-américaine vers l'Est, due à la fois au rifting sud-atlantique et à un changement climatique important avec augmentation sensible des précipitations, qui facilite le transport sur de longues distances du matériel détritique (Jaillard, 1994; Jaillard *et al.*, 2000).

La limite Aptien - Albien est marquée par des coulées volcaniques éparses, de type mixte (basaltes et rhyolites), intercalées dans les premières unités transgressives, ce qui traduit une extension intra-continentale (Soler, 1989).

Depuis l'Albien jusqu'au Turonien, le Bassin Andin est marqué par une transgression marine de grande envergure, une activité magmatique importante le long de la marge

péruvienne et une tectonique en compression (Phase Mochica de l'Albien supérieur, Mégard, 1984).

À l'exception de la région de Lima qui reçoit une sédimentation marine dès le Crétacé basal (Rivera *et al.*, 1975; Alemán, 1996), le début de cette transgression marine majeure s'opère à l'Albien basal. Elle trouve son maximum au Turonien. Trois pics majeurs, enregistrés de manière différente suivant les unités paléogéographiques, se situent à l'Albien inférieur, à l'Albien moyen basal et à l'Albien supérieur basal (Robert *et al.*, 1998; ce travail, voir plus loin).

Les premières déformations en transpression significatives dans l'évolution crétacée de la marge andine apparaissent à l'Albien moyen - supérieur. Elles affectent principalement les zones d'avant-arc et d'arc. Elles coïncident avec l'ouverture de l'Atlantique Sud aux latitudes de l'Équateur, qui marque la dérive vers l'Ouest de la plaque sud-américaine (Frutos, 1981; Soler et Bonhomme, 1990; Jaillard et Soler, 1996).

Un changement majeur des conditions paléogéographiques apparaît pendant la période allant du Coniacien au Paléocène supérieur. Au Pérou, il se caractérise par l'apparition d'une véritable tectonique en compression, de plus en plus intense, le début de la migration vers l'Est de la zone d'arc, ainsi qu'une régression marine progressive. Une succession d'événements tectoniques capitaux est enregistrée depuis le Turonien inférieur jusqu'au Maastrichien supérieur.

La présence d'un hiatus important, de discontinuités et d'une sédimentation détritique suggère l'existence d'un événement tectonique majeur, cependant peu connu, vers la limite Maastrichien - Paléocène.

La période Paléocène supérieur - Oligocène supérieur correspond à une transition majeure dans l'histoire de l'orogénèse andine (Marocco *et al.*, 1987; Sempere *et al.*, 1997; Jaillard, 1997). La compression devient plus importante et le raccourcissement crustal implique une modification totale de l'organisation de la marge, avec comme conséquence principale la reprise de l'activité volcanique, ainsi que l'élargissement et la migration vers l'Est de la zone d'arc. Les zones d'arrière-arc peuvent être subdivisées en une région occidentale, déformée et émergée, appelée «Paléo-Andes» et une région orientale, qui continue de recevoir une sédimentation marine et qui évolue avec le temps vers une organisation en un bassin d'avant-pays.

L'Éocène supérieur coïncide avec un nouvel épisode tectonique compressif (phase Incaïque, Steinmann, 1929), qui traduit un raccourcissement important de la croûte continentale et de sa couverture. Il se caractérise par la forte déformation des formations du Crétacé supérieur et par des dépôts grossiers silico-clastiques (Jaillard *et al.*, 2000). Cette étape est suivie par le dépôt de formations d'âge Éocène terminal à Oligocène moyen, discordantes sur leur substratum. Il se termine avec l'événement tectonique Aymara de l'Oligocène supérieur (Sébrier *et al.*, 1988; Sempere *et al.*, 1990).

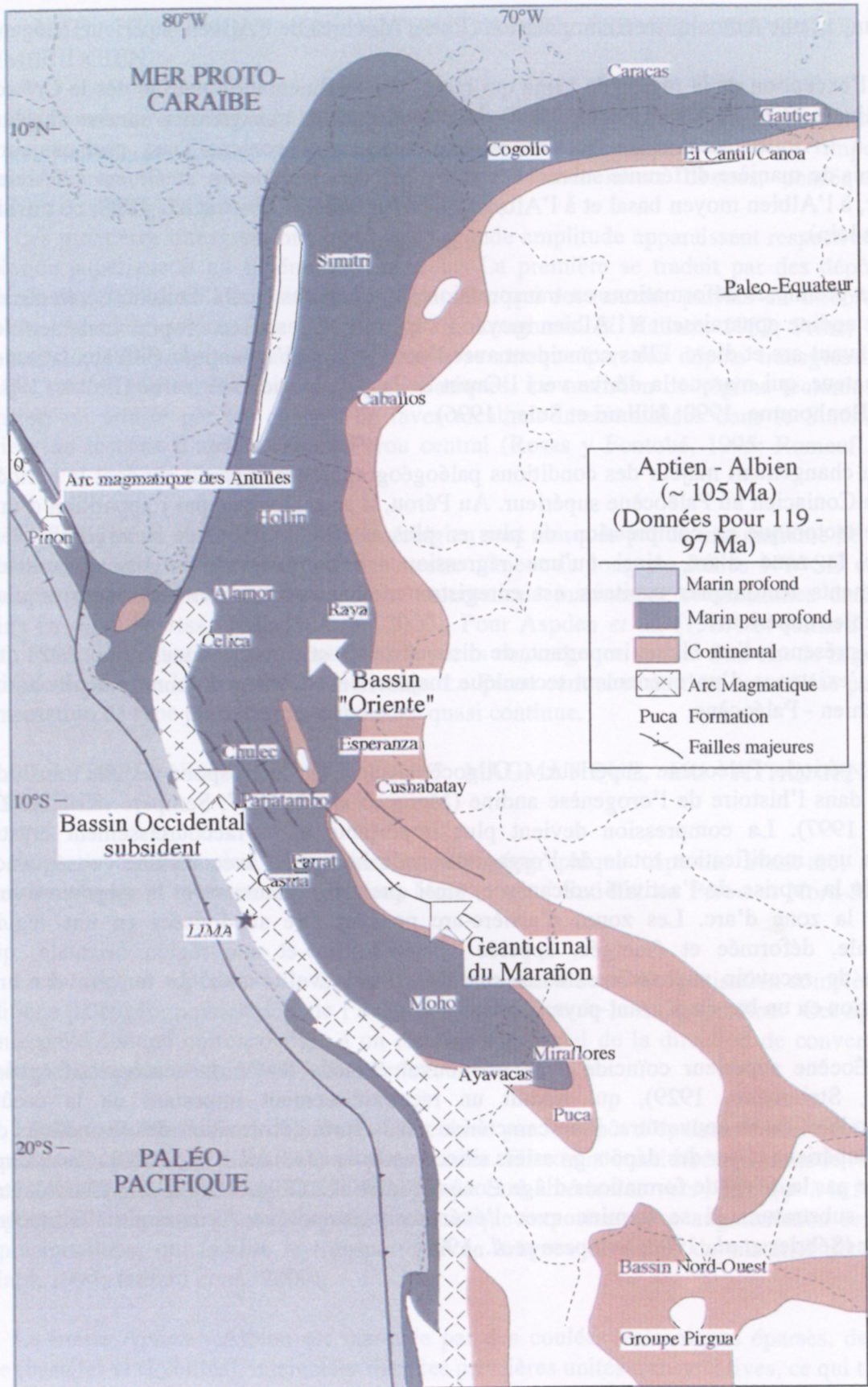


Figure 2 - Carte paléogéographique du Bassin Andin à l'Aptien - Albien (environ 105 Ma) (d'après Pindell et Tabbutt, 1995, modifié).

Depuis l'Albien jusqu'au Turanien, le Bassin Andin est marqué par une transgression marine de grande envergure, une activité magmatique importante le long de la marge

1.2. CADRE STRUCTURAL ALBIEN DU BASSIN ANDIN

L'organisation de cette sédimentation est contrainte par la géométrie du Bassin Andin qui découle elle-même de l'histoire tectonique pré-albienne (voir partie introductive). À partir du Tithonien, un arc magmatique de grande envergure se développe le long de la marge péruvienne (Mégard, 1978), de direction NO-SE. La paléogéographie y est contrôlée par l'existence des zones d'avant-arc, d'arc et d'arrière-arc. Au Pérou, la zone d'arrière-arc montre une organisation tripartite (fig. 2) :

- un Bassin Occidental subsident («West Peruvian Through» de Wilson, 1963), à l'emplacement de la Cordillère Occidentale actuelle;
- un seuil axial, appelée Geanticlinal du Marañón, en lieu de la Cordillère Orientale actuelle;
- un Bassin Est qui correspond à la Zone Sub-Andine et au Bassin «Oriente» actuels. Ce bassin a une extension beaucoup plus importante que le Bassin Occidental. Il s'étend depuis le Nord de l'Équateur (Bassin «Oriente») jusqu'à la Bolivie actuelle (Bassin «Potosí») et la bordure des cratons du Brésil et de Guyane.

1.3. LES GRANDS TRAITS DE LA SÉDIMENTATION ALBIENNE DANS LE BASSIN ANDIN

Durant l'Albien, la zone d'arrière-arc subit une transgression marine majeure, qui atteint en premier lieu le Bassin Occidental. Ce bassin, très subsident, reçoit alors une série marine épaisse. Plusieurs pics de transgression se succèdent. Chaque pulsation se caractérise par une sédimentation particulière :

- **le pic de transgression de l'Albien inférieur** atteint principalement le Bassin Occidental. Les premiers dépôts ont un faciès mixte, carbonaté et détritique, qui caractérise les formations Inca et Pariahuanca (Benavides Cáceres, 1956). Une série marine carbonatée, nommée formation Chulec (Mc Laughlin, 1924), prend ensuite le relais;
- **la deuxième phase transgressive, datée de la base de l'Albien moyen**, a une extension plus importante. Elle conditionne le dépôt de la formation Pariatambo (Mc Laughlin, 1924) dont le faciès est souvent anoxique. Le Bassin «Oriente» enregistre cette transgression de façon marginale (formation des Argiles du Chonta inférieur);
- **l'Albien supérieur basal** enregistre un dernier pic transgressif, représenté par des faciès de plate-forme carbonatée dans le Bassin Occidental (groupe Pullucana, Benavides Cáceres, 1956). Ces dépôts atteignent vers l'Est le «seuil» axial du Marañón (Carlotto *et al.*, 1995; Jaillard, 1995). Le Bassin Oriente est quant à lui le siège du dépôt de la Formation Napo basal (Jaillard *et al.*, 1997).

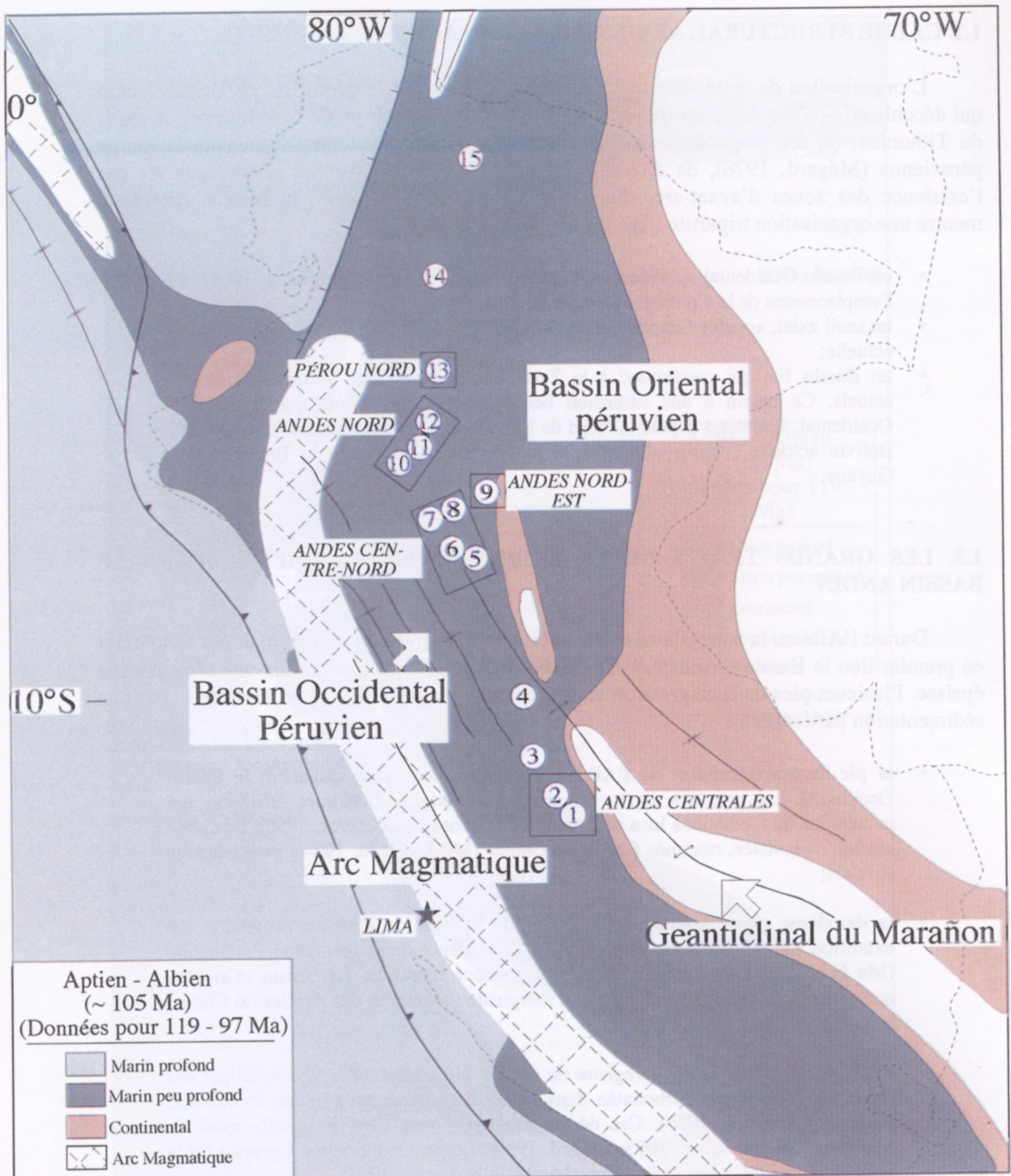


Figure 3. Carte paléogéographique de la partie péruvienne et équatorienne du Bassin Andin (agrandissement à partir de la figure précédente). Positions respectives des coupes étudiées, ainsi que les coupes de Chinimbimi et de Misahualli (Jaillard *et al.*, 1997)

(d'après Pindell et Tabbutt, 1995, modifié)

Coupes = 1 : Quebrada Geshgash; 2 : Chulec; 3 : Oyón; 4 : Yanarajo; 5 : Tamberia Este; 6 : Tamberia Oeste; 7 : Baños del Inca; 8 : Chinchin; 9 : Paria Puquio; 10 : Puente Zonanga; 11 : Corral Quemado; 12 : Pongo de Rentema; 13 : Pongo de Manseriche; 14 : Chinnimbimi; 15 : Misahualli.

1.4. ORGANISATION PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU BASSIN ANDIN PENDANT L'ALBIEN

Les coupes sont décrites dans cinq secteurs principaux, définis par leur position respective dans le contexte paléogéographique du Bassin Andin (fig. 3) :

- les Andes centrales (région de La Oroya), proches de la bordure septentrionale du Bassin Ouest à l'Albien. Les faciès carbonatés de bordure de plate-forme sont développés.
- les Andes centre-nord (Nord de Cajabamba et Cajamarca), marquées par une subsidence très importante. Les formations de l'Albien y présentent le maximum de leur épaisseur.
- les Andes nord-est (Celendin) situées sur la bordure est du Bassin Occidental à l'Albien, en bordure du seuil du Marañon. Les variations latérales des formations grésos-carbonatées de la base sont mieux exprimées.
- les Andes nord (Bagua Chica - Jaen), région de transition entre les Bassins Occidental et «Oriente». Ce secteur est le site privilégié de l'enregistrement des formations albiennes ici étudiées.
- le Pérou nord (Campanquiz), sur la bordure ouest du Bassin Oriental pendant le Crétacé. Une corrélation avec les formations du Bassin «Oriente» de l'Équateur est tentée.

CHAPITRE 2

LE CADRE BIOSTRATIGRAPHIQUE

CHAPITRE 2 LE CADRE BIOSTRATIGRAPHIQUE

1. INTRODUCTION

Jusqu'à la moitié du vingtième siècle, les auteurs n'abordent la stratigraphie de l'Albien du Bassin Andin qu'à l'échelle des sous-étages inférieur, moyen et supérieur. La publication de Benavides Cáceres (1956) est la première étude qui propose un découpage de la série correspondante en termes de biozones d'assemblage. Les auteurs suivants, de Wilson (1963) à Tapia (1992), n'apporteront pas de précision supplémentaire et ne feront bien souvent qu'appliquer la biozotation proposée par Benavides Cáceres. Elle restera d'actualité jusqu'à la première ébauche de sa révision par Robert *et al.* (1998), dont nous proposons dans ce chapitre un approfondissement substantiel.

L'étude détaillée de la succession des associations d'ammonites, basée sur une récolte banc par banc et une révision générale des taxons, nous permet de proposer une biozotation dont la précision atteint les bio-horizons. Sur la base de cette approche nouvelle pour l'Albien du Pérou et de l'Équateur, onze subdivisions sont intégrées dans le schéma quadrizonal de Benavides Cáceres (1956). Elles sont exposées dans la seconde partie de ce chapitre. Nous aborderons en premier lieu la question controversée de la définition de la base de l'étage et de celles de ses sous-étages moyen et supérieur, ainsi que la reconnaissance du passage Aptien - Albien dans le Bassin Occidental péruvien.

2. LA LIMITE INFÉRIEURE DE L'ALBIEN ET DE SES SOUS-ÉTAGES

2.1. LA BASE DE L'ALBIEN

2.1.1. Discussions historiques

Bien que la transgression marine majeure du Crétacé ne débute pas à la transition Aptien - Albien dans le Bassin Andin, il me semble important de rappeler l'état d'avancement de la définition de la limite inférieure de l'Albien, toujours en discussion à ce jour.

D'Orbigny (1840, p. 418-419) divise les terrains crétacés en trois grandes «divisions» appelées Néocomien, Gault et Craie Chloritée. Le Gault intermédiaire caractérise le Crétacé moyen. Postérieurement, ce même auteur (1842-43) introduit le terme d'Albien, en synonymie du Gault, à partir de séries de la région de l'Aube (= *Alba* en latin). Il propose un découpage originel en deux groupes de couches :

- le Gault inférieur, comprenant l'Argile de Wissant (Pas-de-Calais), les Grès de Machéroménil (Ardennes), de Varennes (Meuse), de Copt-Point, de Remgener, de Lyme-Regis et de Ridge (Angleterre);
- le Gault supérieur, comprenant les Argiles du Gaty, de Maurepaire, d'Ervy, etc (Aube), des Côtes Noires, de Valcourt, de Droyes, de Moutier-en-Der (Haute-Marne), de Saint-Florentin (Yonne), de Sénéfontaine (Oise), les Grès Verts de la Perte du Rhône (Ain), du Cap de Hève (Seine-inférieure), le Grès Vert d'Escragnolle (Var), les roches noirâtres de la montagne des Fis (Savoie), etc...

Ces deux subdivisions sont définies à partir de leur faune d'ammonites respectives. Il divise l'étage Albien en deux séries, inférieure et supérieure, chacune marquée par une association faunique caractéristique pour chaque région paléogéographique étudiée. Il mentionne déjà p. 425 l'existence de niveaux de condensation et de remaniements de faune, qui entâchent d'incertitudes la répartition de certaines espèces d'ammonites, dont nous verrons plus loin l'importance primordiale dans la définition de la limite inférieure de l'Albien.

À partir de l'étude de la coupe de Folkestone (Angleterre), Spath (1923, p. 4) propose un premier découpage zonal de l'Albien. Il suggère postérieurement, en 1943, d'établir la base de l'étage à la base de sa zone à *Diadochoceras nodosocostatum*.

Mais Breistroffer (1947) intègre la zone définie par Spath dans le sous-étage Clansayésien du sommet de l'Aptien qu'il crée. Il place ainsi la limite inférieure de l'étage Albien à la base de la zone à *Leymeriella tardefurcata*, dont la première subdivision est la sous-zone à *Leymeriella schrammeni anterior*, premier représentant du genre *Leymeriella*. Ces niveaux du Proleymeriellien (= Leymeriellien basal in Breistroffer, 1983) se caractérisent par le début du développement de la superfamille des Acanthocerataceae (Casey, 1957 ; Saveliev, 1973; Kemper, 1975; Owen, 1984). L'option de Breistroffer (1947) est maintenue depuis Casey (1961), Destombes (1973), Owen (1979, 1984) jusqu'à la dernière réunion de la Sous-Commission de Stratigraphie de l'IUGS de Bruxelles (Hart *et al.*, 1996) (fig. 4).

Albien inférieur	Leymeriellien	Zone a <i>tardefurcata</i>	Sous-zone à <i>regularis</i>	Albien inférieur	Zone a <i>tardefurcata</i> - <i>cantariata</i>	Sous-zone à <i>cantariata</i> - <i>hitzeli</i>	Zone a <i>tardefurcata</i>	Sous-zone à <i>regularis</i>	Zone a <i>regularis</i>		
			Sous-zone à <i>milletianus</i>			S-z à <i>tardefurcata</i> - <i>acuticostata</i>		Sous-zone à <i>milletoioides</i>	Zone a <i>acuticostata</i>		
			Sous-zone à <i>schrammeni</i>			Horizon à <i>schrammeni</i>		Sous-zone à <i>farnhamensis</i>	Zone a <i>schrammeni</i>		
	Acanthopli-tien	Zone a <i>nodosocostatum</i>	Sous-zone à <i>jacobi</i>		Aptien supérieur	Zone a <i>nodosocostatum</i>		Sous-zone à <i>jacobi</i>	Zone a <i>jacobi</i>	S-z à <i>anglicus</i>	Zone a <i>jacobi</i>
			Sous-zone à <i>nolani</i>					Sous-zone à <i>nolani</i>		S-z à <i>rubricosus</i>	
										Sous-zone à <i>nolani</i>	
Spath (1923, 1943)			Breistroffer (1947) Owen (1996)			Casey (1961, 1996) Owen (1984)		Kemper (1982)			

Figure 4. Zonations historiques comparées du passage Aptien-Albien.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, d'Orbigny (1840) définit l'étage Albien à partir des associations d'ammonites reconnues dans l'Aube. Il ne définit pas pour autant de localité type. De plus, la région stratotypique ne montre pas de succession continue permettant de proposer une coupe type pour l'Albien (Destombes, 1979; Amédro, 1992; Amédro *et al.*, 1995). Enfin, Rat *et al.* (1979, p. 122) montrent que la formation des Sables Verts de la base de l'Albien ne contient pas de faune dans sa partie inférieure. L'Albien basal n'est pas représenté paléontologiquement dans sa région stratotypique.

Un stratotype a donc été recherché dans d'autres zones du globe. Mais les régions très fossilifères du Bassin Anglo-Parisien (Casey, 1961; Owen, 1988) et du Mangyschlak (Saveliev, 1973), où l'Albien est bien représenté, montrent aussi une discontinuité paléontologique à la limite Aptien-Albien (fig. 5).

Albien inférieur	Sous-zone à <i>regularis</i>	Sous-zone à <i>regularis</i>	Sous-zone à <i>regularis</i>
	Sous-zone à <i>acuticostata</i>	Sous-zone à <i>milletioides</i>	Sous-zone à <i>tardefurcata</i>
	Sous-zone à <i>schrammeni</i>	Sous-zone à <i>farnhamensis</i>	
	Allemagne du Nord	Bassin Anglo-Parisien	Mangyschlak (Turkménie)
	Brinkmann (1937) Kemper (1982)	Casey (1961, 1996) Owen (1984, 1988)	Saveliev (1973)

Figure 5. Zonations historiques comparées de la zone à *Tardefurcata* (Albien inférieur basal).

Lors du symposium de Copenhague, Owen (1984) propose la coupe de Vöhrum, dans la région de «Hannover – Braunschweig» au Nord de l'Allemagne, comme GSSP («Global Boundary Stratotype Sections and Points») de la limite inférieure de l'Albien. La base de l'étage est ainsi placée, comme le suggérait déjà Breistroffer (1947), à l'apparition de *Leymeriella schrammeni anterior* (Kemper, 1973, 1982). Malheureusement, cette espèce est uniquement présente dans la province boréale nord-européenne. Ainsi :

- la base conventionnelle de l'Albien fixée par l'apparition de *Leymeriella schrammeni anterior* manque dans le Bassin Anglo-parisien. La sous-zone intraprovinciale à *Farnhamensis sensu* Casey (1961) ne peut être corrélée de façon certaine avec la sous-zone à Schrammeni.
- la sous-zone à Schrammeni, ou son équivalent régional, est absente dans sa totalité au Turkmenistan.

Le potentiel de corrélation de cette coupe est donc faible. Son utilisation comme GSSP de l'Albien est délicate. La Sous-Commission de Stratigraphie de l'IUGS indique par ailleurs une alternative possible pour la définition de la limite inférieure de l'Albien : l'apparition du nannofossile calcaire *Prediscosphaera columnata*.

2.1.2. Les dernières recommandations de l'IUGS

Le groupe de travail du deuxième symposium international sur les limites d'étages du Crétacé (Hart *et al.*, 1996) a retenu deux GSS («Global Boundary Stratotype Section») potentielles : la coupe de Vöhrum (Allemagne), déjà discutée à Copenhague (voir ci-dessus) et la coupe du Col de Pré-Guittard (Drôme, France) décrite par Bréhéret *et al.* (1986).

Il est admis que la coupe de Vöhrum présente plusieurs difficultés :

- le faible potentiel de corrélation de l'espèce-type (Birkelund *et al.*, 1984; Owen, 1984 et discussion ci-dessus);
- les foraminifères et le nannofossile calcaire *Prediscosphaera columnata*, susceptibles de définir la limite Aptien - Albien (Mutterlose, 1992), ne sont pas formellement identifiés sur la coupe du Nord de l'Allemagne;

- les autres groupes fossiles n'apportent pas d'éléments nouveaux. L'espèce-type de la zone à *Neohibolites strombecki*, acceptée comme l'équivalent de la sous-zone à Schrammeni (Mutterlose, 1992), est néanmoins présente mais son extension n'est pas précisément connue.

La coupe du Col de Pré Guittard (Drôme, France) montre une succession relativement complète de part et d'autre du passage Aptien - Albien. Bréhéret *et al.* (1986) en ont fait une étude stratigraphique à haute résolution. Plusieurs options pour la définition du GSSP de l'étage Albien sont envisagés (Hart *et al.*, 1996) :

- la première apparition de *Leymeriella tardefurcata*;
- la première apparition de *Douvilleiceras ex. gr. mammillatum*;
- la première apparition de *Prediscosphaera columnata*;
- la dernière apparition de *Hypacanthoplites jacobi*;
- la base ou le sommet du «niveau Paquier», ou le «faisceau Kilian».

De Graciansky *et al.* (1982) mentionnent que l'Atlantique Nord, et par extension le domaine boréal (? et téthysien), subissent un fort ralentissement de la sédimentation (condensation), qui peut localement provoquer un hiatus. Des niveaux de concentration de matières organiques, conséquences d'un épisode transgressif, sont ainsi enregistrés. Bréhéret *et al.* (1986, p. 172) observent des épisodes identiques dans le Bassin Vocontien. Ils suggèrent ainsi qu'un hiatus sédimentaire est potentiellement présent dans le «faisceau Kilian» ou le «niveau Paquier» du passage Aptien-Albien. Cette hypothèse est confirmée par Kennedy *et al.* (2000).

Jusqu'à récemment, le stratotype de la limite inférieure de l'Albien était recherché dans le domaine boréal (Basse-Saxe, Mangyschlak ou Bassin Anglo-parisien). Depuis les travaux de Bréhéret *et al.* (1986) et ceux plus récents de Kennedy *et al.* (2000) et Robert *et al.* (2001), il apparaît que la qualité de l'enregistrement sédimentaire et paléontologique dans le domaine méditerranéen ouvre des potentialités intéressantes pour la caractérisation de la limite inférieure de l'Albien.

2.1.3. Le stratotype potentiel de Tartonne (Alpes de Haute-Provence, France) (Kennedy *et al.*, 2000)

Comme nous l'indiquions précédemment, Kennedy *et al.* (2000) mentionnent que la coupe du Col de Pré-Guittard contient un hiatus sédimentaire au niveau précis du passage Aptien - Albien.

De plus, ces auteurs considèrent que la répartition exacte de *Leymeriella* (*Leymeriella tardefurcata*) n'est pas encore connue avec certitude. Les espèces primitives du sous-genre *Leymeriella* n'ont pas été trouvées dans les niveaux fossilifères «Jacob» et «Kilian» de la base de la coupe. Sa présence à la base du «niveau Paquier» n'est donc pas considérée avec certitude comme sa première apparition réelle. Ils indiquent par ailleurs que la dernière apparition de *Hypacanthoplites jacobi*, marqueur potentiel *sensu* Hart *et al.* (1996), n'est pas formellement établie.

Par contre, la répartition de l'espèce *tardefurcata* est précisément reconnue sur la coupe de Tartonne. La base du «niveau Paquier» contient une association, dominée par l'espèce index, composée également de «*Beudanticeras*» *convergens*, *Puzosia* (*Puzosia*) *gr. quenstedti*, *Hypacanthoplites trivialis*, *Hypacanthoplites* sp., *Hamites hybridus* et *Ptychoceras laeve hamaniense*. Elle est postérieure à une riche association qui contient *Leymeriella*

(*Leymeriella*) *germanica*, maillon précédent *tardefurcata* dans la phylogénie du genre *Leymeriella* (Kennedy *et al.*, 2000, p. 610). La première apparition de *Leymeriella* (*Leymeriella*) *tardefurcata* est bien connue sur la coupe de Tartonne. Les auteurs signalent par ailleurs qu'elle est contemporaine de la zone à *Prediscosphaera columnata* (nannofossile) et de la «zone d'extension partielle» du foraminifère planctonique *Hedbergella planispira*. Elle est donc un bon candidat pour la définition du GSSP de la base de l'Albien (fig. 6).

Albien inférieur	Zone à <i>Leymeriella</i> (L.) <i>regularis</i>	Albien inférieur	Zone à <i>tardefurcata</i>	Zone à <i>Leymeriella</i> (L.) <i>regularis</i> et L. (<i>Epleymeriella</i>) <i>hitzell</i>
	Zone à <i>Leymeriella</i> (L.) <i>tardefurcata</i>			Sous-zone à <i>Leymeriella</i> (L.) <i>tardefurcata</i> et L. (L.) <i>acuticostata</i>
Aptien supérieur	Zone à <i>Leymeriella</i> (L.) <i>germanica</i>	Aptien supérieur	Zone à <i>tardefurcata</i>	Horizon à <i>Leymeriella</i> (<i>Proleymeriella</i>) <i>schrammeni</i>
	Zone à <i>Proleymeriella</i> <i>schrammeni</i>			Sous-zone à <i>Hypacanthoplites</i> <i>jacobi</i>
	Zone à <i>Hypacanthoplites</i> <i>jacobi</i>			Sous-zone à <i>Hypacanthoplites</i> <i>notani</i>
Kennedy <i>et al.</i> (2000)		Breistroffer (1947)		

Figure 6. Zonations comparées de Kennedy *et al.* (2000) et de Breistroffer (1947) sur la définition du stratotype de la base de l'étage Albien.

2.1.4. Le stratotype potentiel de Peracáls (Nord de la Catalogne, Espagne)

Une nouvelle sous-zone à *Convergans* est mise en évidence à la base de l'Albien inférieur de la coupe de Peracáls, dans le Bassin Sud-pyrénéen (Robert *et al.*, 2001). Elle se compose d'une association à *Pseudorbulites convergens*, *Uhligella boussaci*, *Uhligella rebouli*, «*Beudanticeras*» *revoili*, *Valdedorsella getulina*, *Neosilesites* gr. *nepos*, des *Hypacanthoplites* du groupe *elegans*, et *Pseudosilesites* sp.

Cette sous-zone est postérieure à la disparition d'*Hypacanthoplites Jacobi* qui définit le sommet de l'Aptien supérieur (Breistroffer, 1947; Hoedemaeker *et al.*, 1993). Elle est antérieure à la présence de *Hypacanthoplites milletianus* et *Hypacanthoplites trivialis*, cette dernière espèce marqueur de la sous-zone à *Trivialis*, équivalent temporel de la sous-zone à *Millettoides* (Casey, 1961; Owen, 1988). Il est important de noter que contrairement aux observations de Robert *et al.*, Kennedy *et al.* (2000, p. 611-612) mentionnent *Hypacanthoplites trivialis* dans la première association. La répartition de cette espèce est donc soumise à discussion.

Son âge albien basal est souligné par la présence de *Neosilesites* gr. *nepos*, espèce-type de la zone à *Tardefurcata* de plusieurs secteurs téthysiens.

Elle contient les *Hypacanthoplites* du groupe *elegans*. Ces formes sont présentes dans la sous-zone à *Schrammeni* sur la coupe de Vöhrum (Kemper, 1975; Hart *et al.*, 1996). La sous-zone téthysienne est donc potentiellement équivalente à la sous-zone à *Schrammeni* de la province nord-européenne. Mais, l'extinction des *Hypacanthoplites* n'étant pas bien

positionnée dans les coupes d'Allemagne du Nord (Kemper, 1975, 1982) et du Mangyshlack (Saveliev, 1973), ces deux sous-zones ne peuvent être placées en totale équivalence (Robert *et al.*, 2001).

On note enfin que l'association de la sous-zone à Convergents est proche de celle mentionnée par Bréhéret *et al.* (1986, p. 165) à la base de l'Albien inférieur du Bassin Vocontien.

La limite inférieure de l'étage Albien retenue sur la coupe de Peracals diffère légèrement de celle recommandée par la Sous-Commission de Stratigraphie de l'IUGS (Birkelund *et al.*, 1984; Hart *et al.*, 1996) dans la mesure où elle repose sur deux événements concomitants : la disparition des *Hypacanthoplites* du groupe *jacobi* et l'apparition des Desmocerataceae à affinité téthysienne (*Pseudorbulites convergens*, «*Beudanticeras*» *revoili*, *Uhligella boussaci*, *Uhligella rebouli*) (Robert *et al.*, 2001).

La coupe de Peracals se caractérise par la grande qualité de son enregistrement sédimentaire et paléontologique. Elle est un cas relativement exceptionnel à l'échelle de la Téthys, voire du globe. Une étude intégrée de nouvelles données paléontologiques et micropaléontologiques pourrait permettre de mieux évaluer son potentiel comme néostratotype de la limite Aptien - Albien (fig. 7).

Albien inférieur	Zone a <i>tardefurcata</i>	Zone a <i>Leymeriella</i> (L.) <i>regularis</i>	Albien inférieur	Zone a <i>tardefurcata</i>	Zone a <i>Leymeriella</i> (L.) <i>regularis</i> et L. (<i>Epileymeriella</i>) <i>hitzeli</i>
		Zone a <i>Hypacanthoplites</i> <i>trivialis</i>			Sous-zone a <i>Leymeriella</i> (L.) <i>tardefurcata</i> et L. (L.) <i>acuticostata</i>
		Zone a <i>Pseudorbulites</i> <i>convergens</i>			Horizon a <i>Leymeriella</i> (<i>Proleymeriella</i>) <i>schrhammeri</i>
Aptien supérieur	Zone a <i>tardefurcata</i>	Zone a <i>Hypacanthoplites</i> <i>jacobi</i>	Aptien supérieur	Zone a <i>nodocostatum</i>	Sous-zone a <i>Hypacanthoplites</i> <i>jacobi</i>
		Zone a <i>Hypacanthoplites</i> <i>nolani</i> [Hz a <i>nodocostatum</i>]			Sous-zone a <i>Hypacanthoplites</i> <i>nolani</i>
Robert <i>et al.</i> (2001)			Breistroffer (1947)		

Figure 7. Zonations comparées de Robert *et al.* (2001) et de Breistroffer (1947) sur la définition du stratotype de la base de l'étage Albien.

2.2. LA BASE DE L'ALBIEN MOYEN

Birkelund *et al.* (1984) placent la limite inférieure de l'Albien moyen à la base de la sous-zone à *Lyelliceras lyelli*. Ils signalent que les meilleurs affleurements sont situés dans la région stratotypique de l'Aube (France). La coupe stratotypique potentielle retenue est celle de «Les-Côtes-Noires-de-Moëslains», près de Saint-Dizier (Haute-Marne) (Destombes, 1965; Owen, 1971). Cependant, deux problèmes majeurs subsistent :

- d'une part la pauvreté et la mauvaise qualité de l'enregistrement des autres groupes fossiles (foraminifères, ostracodes, nannofossiles calcaires,...);

- d'autre part, dans un cadre plus général, le choix du positionnement à la base de l'Albien moyen : soit à l'apparition de la lignée des *Lyelliceras sensu stricto* (ce qui inclut la répartition de *Lyelliceras pseudolyelli*), soit à l'apparition de *Lyelliceras lyelli*.

Les conclusions du deuxième symposium sur les limites de l'étage Albien (Bruxelles, 1995), exposées dans l'article de Hart *et al.* (1996), n'apportent pas d'éléments nouveaux. À ce jour, il est admis que la limite inférieure de l'Albien moyen reste placée à la première apparition de *Lyelliceras lyelli* (fig. 8).

Albien moyen	Hoplitien	Zone à <i>dendatus</i>	Sous-zone à <i>dendatus</i>	Albien moyen	Hoplitien	Sous-zone à <i>dendatus et spathi</i>	Zone à <i>dendatus</i>	Sous-zone à <i>spathi</i>	Zone à <i>dendatus</i>	Sous-zone à <i>spathi</i>	Zone à <i>dendatus</i>	Sous-zone à <i>spathi</i>
			Sous-zone à <i>benettianus</i>					Sous-zone à <i>lyelli</i>				Sous-zone à <i>lyelli</i>
	Zone à <i>mammillatum</i>	Sous-zone à <i>inaequinodum</i>	Albien inférieur	Protohoplitien	Zone à <i>monile et orbigny</i>	Sous-zone à <i>codendatus</i>		Zone à <i>mammillatum</i>	Sous-zone à <i>eodendata</i>	Superzone à <i>mammillatum</i>	Zone à <i>auritifomis</i>	Sous-zone à <i>steinmanni</i>
		Sous-zone à <i>monile</i>				Sous-zone à <i>normanniae</i>			Sous-zone à <i>bulliensis</i>			Sous-zone à <i>bulliensis</i>
Spath (1923, 1943)		Breistroffer (1947)		Destombes (1979)		Owen (1984)		Owen (1999)				

Figure 8. Zonations historiques comparées du passage Albien inférieur à Albien moyen.

Une discussion approfondie de la limite Albien inférieur - moyen du Bassin Andin est proposée dans la partie consacrée à la définition du bio-horizon à *L. pseudolyelli*

2.3. LA BASE DE L'ALBIEN SUPÉRIEUR

Breistroffer (1947) suggère de placer la limite inférieure de l'Albien supérieur à la première apparition de *Dipoloceras cristatum* ou du premier représentant du genre.

Cette option a été maintenue lors du symposium de Copenhague (Birkelund *et al.*, 1984) grâce aux arguments suivants :

- la distribution de *Dipoloceras cristatum* est bien connue au Texas (Young, 1966);
- les associations fauniques qui caractérisent la base de l'Albien supérieur sont en général bien identifiables, même en l'absence de l'espèce-type (Owen, 1984).

Amédéo et Destombes (1978) mentionnent que le genre *Dipoloceras* est rare dans les séries de la province nord-européenne du domaine boréal. Amédéo in Hart *et al.* (1996) suggère que l'apparition de *Mortoniceras (Mortoniceras) pricei*, espèce plus commune, soit retenue plutôt comme base de l'Albien supérieur. La Sous-Commission de Stratigraphie de l'IUGS maintient néanmoins le choix de Breistroffer pour définir la base de l'Albien supérieur (Hart *et al.*, 1996) (fig. 9).

Albien supérieur	Inflatocera-tien	Zone à <i>inflatum</i>	Sous-zone à <i>varicosum</i>	Albien supérieur	Zone à <i>pricet</i> et <i>carinatum</i>	Sous-zone à <i>varicosum</i> et <i>binum</i>	Sous-zone à <i>pricet</i>	Zone à <i>inflatum</i>	Sous-zone à <i>varicosum</i>
			Sous-zone à <i>orbigny</i>						Sous-zone à <i>orbigny</i>
Albien moyen	Anahoplilien	Zone à <i>taurus</i>	Sous-zone à <i>crisatum</i>	Albien moyen	Zone à <i>nitidus</i> et <i>sub-delatuel</i>	Sous-zone à <i>crisatum</i> et <i>pseudocornutum</i>	Sous-zone à <i>silenus</i>	Zone à <i>taurus</i>	Sous-zone à <i>crisatum</i>
			Sous-zone à <i>daviesi</i>						Sous-zone à <i>daviesi</i>
			Sous-zone à <i>nitidus</i>			Sous-zone à <i>nitidus</i> et <i>daviesi</i>	Sous-zone à <i>biplicatus</i>		Sous-zone à <i>nitidus</i>
Spath (1941)				Breistroffer (1947)			Amédéo (1980)	Owen (1999)	

Figure 9. Zonations historiques comparées du passage Albien moyen à Albien supérieur.

Les niveaux de transition Albien moyen - supérieur sont également marqués par des phénomènes de condensation, au moins dans le Bassin Anglo-Parisien. Le choix du stratotype et du GSSP est encore soumis à discussion. De nouvelles investigations sur les «coupes-clés» de Folkestone (Sud-Est de l'Angleterre), de Wissant (Pas-de-Calais, France) ou sur une localité du Bassin Vocontien (Sud-Est de la France) sont actuellement envisagées dans ce but.

2.4. CONCLUSION

À ce jour, la limite inférieure de l'Albien n'est pas reconnue dans le Bassin Andin (voir discussion ci-dessous). Les travaux de la Sous-Commission de Stratigraphie de l'IUGS, engagés depuis 1983, ont tenté sans succès de la caractériser dans les régions européennes plus fossilifères. L'absence de fossiles marqueurs dans la région stratotypique, le choix d'espèces-index à faible potentiel de corrélation, les tentatives de caractérisation à partir d'horizons polyzonaux de condensation ont ajourné la désignation d'une coupe-type et d'un Golden Spike. Néanmoins, les nouvelles coupes décrites dans le Bassin Vocontien et le Bassin Sud-pyrénéen, marquées par un bon enregistrement sédimentaire et une riche faune, permettront peut-être d'atteindre cet objectif *tant recherché*.

Les bases de l'Albien moyen et de l'Albien supérieur, prêtent encore à discussion. Leur achoppement reste cependant «d'ordre secondaire». Les limites définies par Birkelund *et al.* (1984) et confirmées par Hart *et al.* (1996), sont communément admises. Leurs espèces index, *Lyelliceras lyelli* et *Dipoloceras cristatum*, ont été identifiées dans les séries de l'Albien du Bassin Andin.

3. L'ÉTAGE ALBIEN AU PÉROU ET EN ÉQUATEUR

3.1. L'ENREGISTREMENT DE LA LIMITE INFÉRIEURE DE L'ALBIEN

Dans le Bassin Andin d'arrière-arc du Pérou et de l'Équateur, le Crétacé inférieur est marqué par la sédimentation de grès fluvio-deltaïques (Groupe Goyllarisquizga, formation Hollin). Par ailleurs, des hiatus sédimentaires semblent affecter le Sud de l'Équateur, le Nord du Pérou ou le Bassin du Marañon (Nord-Est du Pérou).

Fritzsche (1924) et Steinmann (1929) datent les premières formations sédimentaires marines (Pariahuanca, Inca) du Barrémien sur la base d'une faune de rudistes. Depuis Benavides Cáceres (1956) et Wilson (1963), ces dépôts transgressifs sont considérés comme

d'âge Albien inférieur sur l'ensemble du Bassin Occidental péruvien. Les premières associations d'ammonites individualisées dans ce travail (coupe de Baños del Inca) datent la base de la formation Inca de l'Albien inférieur élevé : le bio-horizon à *N. umbilicostatus* ici défini est l'équivalent potentiel de la zone à *Chalensis pro parte* (superzone à *Mamillatum*) du Bassin Anglo-parisien et des zones à Bakeri et Spathi du Texas (voir plus loin).

Moulin (1989) cite Rauscher (*comm. écrite*) qui propose un âge Aptien supérieur pour la formation Pariahuanca dans les Andes centrales, sur la base de déterminations palynologiques. Lors de ce travail, la base de la formation Pariahuanca des Andes centrales n'a pas livré d'ammonites. Néanmoins, Benavides Cáceres (1956) et Wilson (1963) mentionnent *Parahoplites* sp. (ici considéré comme un *Neodeshayesites*) dans ses bancs inférieurs. Nous considérons ici que cette formation doit être datée de la biozone à *N. nicholsoni* de l'Albien inférieur. Nous ne pouvons néanmoins exclure que son extrême base soit potentiellement d'âge Aptien supérieur.

À l'échelle du Bassin Andin, l'intervalle Aptien supérieur - Albien basal peut correspondre encore à un environnement continental à l'Est passant à un milieu deltaïque dominant à l'Ouest, où les marqueurs fossiles sont rares.

La région de Lima est cependant marquée par un contexte paléogéographique différent pendant cette période. Des dépôts carbonatés sont présents dès le Crétacé basal (formations Puente Piedra à Atocongo, Rivera *et al.*, 1975 ; Alemán, 1996; Bulot, *en prép*). Le passage Aptien - Albien y est donc probablement enregistré. Ces régions, proches de l'arc volcanique, enregistrent en outre des manifestations volcaniques éparses qui s'intercalent dans les formations marines (Jaillard *et al.*, 2000).

Cossio (1964), Cobbing *et al.* (1971) et Myers (1974) décrivent la formation Casma à partir de dépôts marins carbonatés et des coulées de laves volcaniques interstratifiées, localisés sur la côte péruvienne au Nord de Lima. Cossio (1964) date ces dépôts du Jurassique supérieur - Crétacé inférieur. Ortiz (1966), qui donne le nom de formation Chancay à ces dépôts, mentionne une association à *Oxytropidoceras multifidum*, *Oxytropidoceras peruvianum*, *Lyelliceras* sp., *Douvilleiceras* sp., caractéristiques de l'Albien inférieur - moyen. Malheureusement, l'absence de figurations ne nous permet pas de réviser ces attributions. La relation de cette formation avec les dépôts sous-jacents n'est en outre pas connue. La transition Aptien - Albien n'est donc pas mise en évidence.

Au Sud de Lima, Bosc (1963) donne le nom de formation Chilca à une série identique de coulées volcaniques interstratifiées dans des calcaires massifs. La coupe-type contient une association à *Parahoplites nicholsoni* (placée ici dans le genre *Neodeshayesites*), *Parahoplites* sp. et *Enallaster peruanus*, caractéristiques de la biozone à *N. nicholsoni* de l'Albien inférieur (Benavides Cáceres, 1956; ce travail). Cet auteur mentionne *Parahoplites suttoni*, créée par Lissón (1938), dans la localité de la «Pampa del Imperial» située plus au Sud. Cette espèce donne un âge probable Aptien supérieur. Nous ne pouvons malheureusement pas envisager la révision de cette espèce : la publication originelle de Lissón reste introuvable et la figuration de Bosc (1963) est de très mauvaise qualité. Par ailleurs, cette espèce est mentionnée isolée et n'apporte donc aucun argument stratigraphique.

Dans l'état actuel des connaissances, la formation Chilca est donc rapportée à l'Albien inférieur.

Le passage Aptien - Albien serait donc à rechercher dans la formation Atocongo géométriquement sous-jacente. Mais la relation stratigraphique entre les formations Chilca et Atocongo n'est pas connue. Bosc (1963) décrit chaque formation à partir de sa localité type. Il ne propose pas de coupe continue de la série du Crétacé inférieur. Enfin, aucune espèce

caractéristique n'est mentionnée dans son travail. Cependant, les collections de l'Ingenmet (Lima, Pérou) ont révélé la présence d'un représentant (spécimen 874) du genre *Parahoplites sensu stricto*, marqueur de l'Aptien supérieur, provenant de cette unité. La transition avec l'Albien inférieur est donc probablement enregistrée par les dépôts de la formation Atocongo, comme le suggèrent Cobbing *et al.* (1981).

Les différentes études des formations marines du Crétacé inférieur de la région côtière soulèvent une multitude d'interrogations d'ordre stratigraphique et paléogéographique. Les formations Pamplona, Chilca et Casma nous semblent cependant être les témoins possibles de la transition entre l'Aptien et l'Albien (fig. 10). Le levé sédimentologique, associé à une récolte de faune au banc par banc, était envisagé. Mais les affleurements sont localisés dans des secteurs qui n'offrent pas actuellement des conditions de sécurité suffisantes. La tentative de caractérisation du passage Aptien - Albien reste donc en suspens.

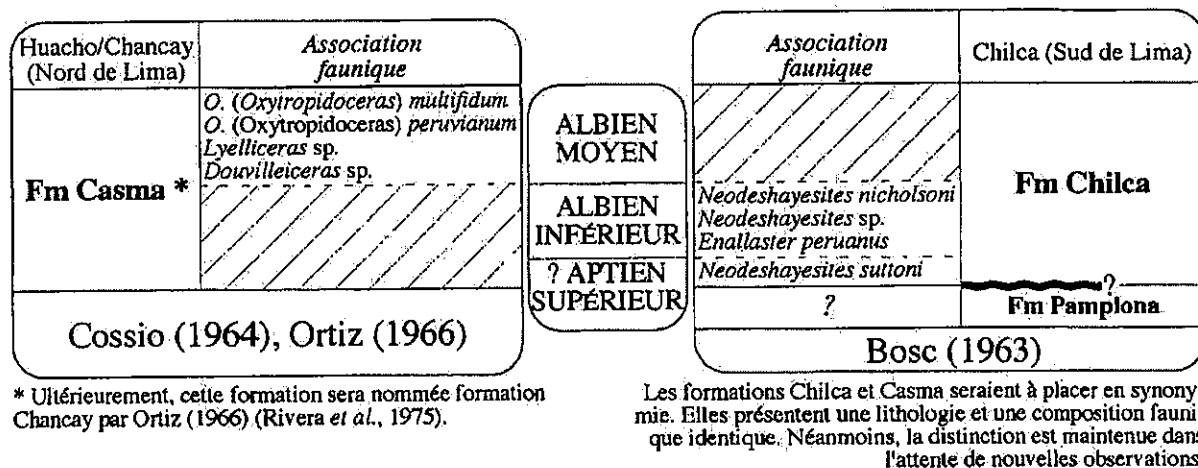


Figure 10. Cadres stratigraphiques comparés de la base de l'étage Albien dans la région de Lima (Pérou).

3.2. BIOZONATION HISTORIQUE DE BENAVIDES CACERES (1956)

Un travail de terrain exhaustif, attesté par les vingt et une coupes répertoriées, a permis à cet auteur de proposer une étude stratigraphique complète. Sur la base d'un levé lithostratigraphique et une récolte de macrofaune à l'échelle des unités, complétées par une révision de la faune d'ammonites, Benavides Cáceres crée un découpage biostratigraphique composé de treize biozones pour l'intervalle Valanginien - Sénonien du Bassin Occidental péruvien. Dans les paragraphes suivants, nous proposons une révision des quatre zones à *nicholsoni*, *raimondii*, *carbonarium* et *scyphax* de l'Albien (fig. 11).

3.2.1. Caractérisation des divisions de Benavides Cáceres (1956)

3.2.1.1. LA CENOZONE A NICHOLSONI

L'unique biozone de l'Albien inférieur de Benavides Cáceres contient une ammonitofaune dominée par les Acanthohoplitinae. Cet auteur (1956, p. 392) cite une association à *Desmoceras chimuense*, *Parahoplites nicholsoni*, *Parahoplites inti*, *Parahoplites quilla* (que nous interprétons comme des *Neodeshayesites*; voir chapitre 3) et à *Knemiceras ollonense* (que nous plaçons dans le genre *Glottoceras*).

JUMASHA/ YUMAGUAL	ALBIEN SUPÉRIEUR	SCYPHAX
PARIA- TAMBO	ALBIEN MOYEN	CARBONARIUM
CHULEC		RAIMONDII
INCA	ALBIEN INFÉRIEUR	NICHOLSONI
FORMA- TIONS	SOUS- ÉTAGES	ZONES
	AMMONITES BIOCHRONOTRATIGRAPHIE	
PÉROU CENTRAL ET NORD		
BENAVIDES CACERES (1956)		

Figure 11. Biozonation historique de l'Albien du Pérou élaborée par Benavides Cáceres (1956).

Les autres groupes fossiles sont représentés par plusieurs espèces de trigonies et l'oursin *Enallaster peruanus* (fig. 12).

Cénozone à <i>raimondii</i>	Voir figure 13
Cénozone à <i>nicholsoni</i>	Association faunique <i>Parahoplites nicholsoni</i> (= <i>Neodeshayesites nicholsoni</i>) <i>Desmoceras chimuense</i> <i>Parahoplites quilla</i> (= <i>Neodeshayesites sp. juv.</i>) <i>Parahoplites inti</i> (= <i>Neodeshayesites inti</i>) <i>Knemiceras ollonense</i> (= <i>Glottoceras ollonense</i>) <i>Enallaster peruanus</i>
	<i>Trigonoarca gerhardti</i> , <i>Cucullea brevis</i> , <i>Pterotrigonia locaimaana</i> , <i>Yaadia hondaana</i> , <i>Buchotrigonia abrupta</i> , <i>Buchotrigonia robinaldina</i> , <i>Corbis (Sphaera) corrugata</i>
Benavides Cáceres (1956)	

Figure 12. Composition faunique de la cénozone à *nicholsoni* de Benavides Cáceres (1956).

Benavides Cáceres (1956) lui attribue un âge Albien inférieur sur la base des arguments suivants :

- le caractère comparable des Acanthohoplitinae péruviens avec les *Hypacanthoplites*, (qui apparaissent pourtant dès l'Aptien supérieur dans les domaines euro-boréal et méditerranéen), et les *Rhytidoplites*, de la zone à Mammillatum de l'Albien inférieur du Texas (Young, 1974);
- l'âge Albien moyen de la zone à *raimondii* sus-jacente. Nous verrons que cette attribution est erronée et que cette zone caractérise en fait la seconde partie de l'Albien inférieur du Bassin Andin.

La découverte de nombreux taxons nouveaux confirme l'âge Albien inférieur de la biozone d'assemblage à *nicholsoni* (voir plus loin). Dans le détail, deux bio-horizons à *umbilicostatus* et à *nicholsoni*, ainsi qu'un intervalle stérile, ont été individualisés (voir plus loin).

Nous précisons ici que la corrélation avec la zone à *Nodosocostatum* d'Angleterre et le Clansayésien du Bassin Vocontien, proposées par Benavides Cáceres (1956, p. 394), sont erronées. En effet, depuis les travaux de Breistroffer (1947), ces divisions sont considérées de l'Aptien supérieur.

3.2.1.2. LA CENOZONE A RAIMONDII

L'association d'ammonites mentionnée par Benavides Cáceres (1956, p. 394) est très largement dominée par les Engonoceratidae. Ces formes sont associées à *Protanisoceras blancheti*, *Douvilleiceras monile*, *Brancoceras aegoceratoides*, *Prollyliceras peruvianum* et *Lyelliceras lyelli*.

Du point de vue strictement paléontologique, l'analyse effectuée lors de ce travail nous amène à rectifier certaines déterminations faites par cet auteur, dans la mesure où elles ont des implications stratigraphiques (fig. 13). Ainsi, *Knemiceras syriacum* von Buch, figuré pl. 47, fig. 4-5, est à mettre en synonymie avec l'espèce *Glottoceras gabbi* Lissón, qui indique un âge Albien inférieur.

Du point de vue stratigraphique, l'auteur place à tort la zone à *raimondii* dans l'Albien moyen alors qu'il évoque lui-même des arguments confortant un âge Albien inférieur, tel la présence de *Protanisoceras blancheti* qui caractérise la superzone à Mammillatum (Owen, 1988, p. 208).

De plus, plusieurs imprécisions jalonnent sa discussion :

- il rattache les «*Knemiceras*» sud-américains aux *Knemiceras sensu stricto* du Maghreb et du Proche-Orient. Ces deux groupes fossiles, malgré leur convergence morphologique, doivent être séparés (voir discussion dans la partie paléontologie). En outre, il leur attribue un âge Albien moyen non argumenté;
- La présence de *Douvilleiceras monile* est utilisée comme un argument en faveur de l'âge Albien moyen. Effectivement, Spath (1930) crée une sous-zone à Monile et la place dans la zone à Mammillatum, qu'il considère de la base de l'Albien moyen. Cependant, depuis Breistroffer (1947, p. 24), il est admis que cette zone à Mammillatum caractérise la seconde partie de l'Albien inférieur. Cette sous-zone à Monile est, depuis, supprimée au profit d'une superzone à Mammillatum (Destombes, 1979 émend. Spath,

1930). Actuellement, *Douvilleiceras monile* est considérée comme caractéristique de la zone à Auritiformis de l'Albien inférieur dans le Bassin Anglo-Parisien (Owen, 1988);

- il place à tort *Parengonoceras ebrayi* et le «Protohoplitien» auquel cette espèce appartient dans l'Albien moyen, alors que Breistroffer (1947, p. 24) les datent de l'Albien inférieur.

Cénozone à <i>carbonarium</i>	Voir figure 14
Cénozone à <i>raimondii</i>	Association faunique <i>Knemiceras raimondii</i> (= <i>Glottoceras raimondii</i>) <i>Protanisoceras blancheti</i> <i>Douvilleiceras monile</i> <i>Parengonoceras pernodosum</i> <i>Parengonoceras guadaloupaeforme</i> <i>Parengonoceras tetranodosum</i> <i>Parengonoceras haasi</i> <i>Parengonoceras ? champaraense</i> <i>Knemiceras raimondii pacificum</i> (= <i>Glottoceras raimondii</i>) <i>Knemiceras raimondii tardum</i> (= <i>Glottoceras raimondii</i> var. <i>tardum</i>) <i>Knemiceras attenuatum</i> (= <i>Glottoceras semicostatum</i>) <i>Knemiceras attenuatum spinosum</i> (= <i>Glottoceras gracilecostatum</i>) <i>Knemiceras syriacum</i> (= <i>Glottoceras gabbi</i>) <i>Knemiceras gabbi</i> (= <i>Glottoceras gabbi</i>) <i>Knemiceras triangulare</i> (= <i>Glottoceras triangulare</i>) <i>Knemiceras ovale</i> (? = <i>Glottoceras ovale</i>) <i>Knemiceras ziczag</i> (? = <i>Glottoceras ziczag</i>) <i>Brancoeras aegoceratoides</i> (= <i>Eubrancoeras aegoceratoides</i>) <i>Prolyelliceris peruvianum</i> <i>Lyelliceris lyelli</i> <i>Bothriopygus compressus</i> , <i>Echinobrissus subquadratus</i> , <i>Enallaster peruanus</i> , <i>Holectypus</i> (<i>Coenholectypus</i>) <i>planatus numismatis</i> , <i>Phymosoma texanum</i> <i>Cucullea brevis</i> , <i>Cucullea gerhardi</i> , <i>Modiolus mutissus</i> , <i>Neithea morrissi</i> , <i>Exogyra aquila</i> , <i>Exogyra minus</i> , <i>Exogyra boussingualii</i> , <i>Myopholas peruviana</i> , <i>Yaadia hondaana</i> , <i>Buchotrigonia abrupta</i> , <i>Pterotrigonia tocalaana</i> , <i>Cardita subparallela</i> , <i>Astarte debilidensis</i> , <i>Protocardium elongatum</i> , <i>Anatina silinensis</i>
	Cénozone à <i>nicholsoni</i>
Benavides Cáceres (1956)	

Figure 13. Composition faunique de la cénozone à *raimondii* de Benavides Cáceres (1956).

Par contre, Benavides Cáceres mentionne deux espèces typiques de l'Albien moyen (voir ci-dessous). Mais l'auteur précise lui-même que ces espèces sont rares dans la biozone à *raimondii* alors qu'elles sont typiques de la biozone à *carbonarium* sus-jacente. Il nous apparaît aujourd'hui «suspect» de les associer au reste de la faune :

- la détermination de *Lyelliceris lyelli* (p. 463, figuré pl. 41, fig. 3) nous semble correcte. Ce taxon est mentionné en association avec une faune typique de l'Albien inférieur dans la coupe de Lajas. Cependant cette espèce est l'index de la première sous-zone de l'Albien moyen en Europe (Hart *et al.*, 1996; fig. 5) mais aussi au Pérou (ce travail). Nous devons suggérer qu'une erreur dans la récolte (? individu éboulé) ou dans les manipulations postérieures a été commise par Benavides Cáceres;

- *Brancoceras aegoceratoïdes*, que nous interprétons comme *Eubrancoceras*, est une espèce caractéristique de l'Albien moyen. Son association ponctuelle à des formes de l'Albien inférieur nous semble également surprenante.

En résumé, Benavides Cáceres (1956, p. 395) se retrouve devant les deux options proposées par Spath (1930) et Breistroffer (1947). Il conclut en choisissant, de manière malencontreuse, l'hypothèse du premier auteur qui place la zone à Mammillatum à la base de l'Albien moyen (fig. 8).

Nous verrons plus loin que la biozone à *raimondii* caractérise la seconde moitié de l'Albien inférieur dans le Bassin Andin. Dans le détail, nous définissons cinq nouvelles subdivisions (voir plus loin).

3.2.1.3. LA CENOZONE A CARBONARIUM

L'association faunique est relativement variée. Benavides Cáceres (1956, p. 395) cite une faune globalement caractéristique de l'Albien moyen, autour de *Lyelliceras ulrichi* (que nous interprétons comme un *Ralphimlayites*), *Lyelliceras lyelli*, *Brancoceras aegoceratoïdes* (considéré comme un *Eubrancoceras*) et des représentants du sous-genre *Venezolliceras* (fig. 14).

Cénozone à <i>scyphax</i>	Voir figure 15
Cénozone à <i>carbonarium</i>	Association faunique <i>Oxytropidoceras carbonarium</i> (= <i>O. (Manuaniceras) carbonarium</i>) <i>Desmoceras latidorsatum</i> <i>Oxytropidoceras peruvianum</i> (= <i>O. (Oxytropidoceras) peruvianum</i>) <i>Oxytropidoceras douglasi</i> (= <i>O. (Mirapelia) douglasi</i>) <i>Venezolliceras venezolanum</i> (= <i>O. (Venezolliceras) venezolanum</i>) <i>Venezolliceras harrisoni</i> (= <i>O. (Benavidesites) harrisoni</i>) <i>Dipoloceras</i> sp. <i>Brancoceras aegoceratoïdes</i> (= <i>Eubrancoceras aegoceratoïdes</i>) <i>Lyelliceras lyelli</i> <i>Lyelliceras pseudolyelli</i> <i>Lyelliceras ulrichi</i> (= <i>Ralphimlayites ulrichi</i>) <i>Enallaster peruanus</i> <i>Inoceramus concentricus</i> , <i>Inoceramus salomoni</i> , <i>Anomia</i> sp., <i>Astarte debillidensis</i> , <i>Exogyra minos</i> , <i>Corbula raimondii</i>
	Cénozone à <i>raimondii</i>
Benavides Cáceres (1956)	

Figure 14. Composition faunique de la cénozone à *carbonarium* de Benavides Cáceres (1956).

Néanmoins, dans le détail, plusieurs problèmes apparaissent :

- *Lyelliceras pseudolyelli*, mentionnée dans la cénozone à *carbonarium* par Benavides Cáceres (1956), est une espèce de l'Albien inférieur. Elle caractérise la dernière sous-zone de l'Albien inférieur dans les régions boréales (Hart *et al.*, 1996). Au Pérou, cette sous-zone a été localement reconnue (Pongo de Rentema);
- le genre *Dipoloceras* est considéré comme caractérisant l'Albien supérieur.

Le placement de la zone à Mammillatum à la base de l'Albien moyen (voir discussion dans la partie consacrée à la biozone à *raimondii*) rend caduque l'argument avancé dans le

cadre de la discussion par Benavides Cáceres (1956, p. 395) concernant la répartition du genre *Oxytropidoceras* afin d'appuyer l'âge Albien moyen.

La corrélation de la biozone à *carbonarium* avec la zone à *Dentatus* du Bassin Anglo-Parisien (Benavides Cáceres, 1956, p. 395), doit être restreinte aux associations inférieures de la zone péruvienne. En effet, la zone à *Dentatus* ne représente que la première division de l'Albien moyen d'Angleterre alors que la biozone à *carbonarium*, dans l'état actuel de sa définition, caractérise l'ensemble de l'Albien moyen du Pérou.

Nous verrons plus loin que cette biozone se compose de deux associations d'ammonites distinctes, qui nous ont permis d'identifier deux nouvelles sous-zones à *R. ulrichi* (inférieure) et à *O. (O.) carbonarium* (supérieure).

Les espèces *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) peruvianum*, *Oxytropidoceras (Mirapelia) douglasi*, *Eubrancoceras aegoceratoïdes*, *Lyelliceras lyelli* et *Ralphimlayites ulrichi*, citées par Benavides Cáceres (1956), caractérisent la sous-zone à *R. ulrichi*. En revanche, les représentants du sous-genre *Venezolliceras* apparaissent dans la sous-zone à *O. (O.) carbonarium*. Benavides Cáceres (1956) signalait déjà, à juste titre, que le genre *Lyelliceras* est limité à la première sous-zone à *Benettianus* (équivalent de la sous-zone à *Lyelli* du standard actuellement admis) de la zone à *Dentatus*.

3.2.1.4. LA CENOZONE A SCYPHAX

La dernière zone de l'Albien est caractérisée par la présence commune de *Ostrea scyphax*. Benavides Cáceres (1956, p. 395) n'y mentionne que la seule ammonite *Engonoceras* sp. La macrofaune associée se compose des oursins *Enallaster peruanus* et *Bothriopygus compressus* et d'inocérames indéterminés (fig. 15).

Cénozone à <i>lewesiensis</i>	Voir in Benavides Cáceres (1956, p. 396)
Cénozone à <i>scyphax</i>	Association faunique <i>Engonoceras</i> sp. <i>Enallaster peruanus</i> , <i>Bothriopygus compressus</i> <i>Ostrea scyphax</i> , <i>Inoceramus</i> sp.
Cénozone à <i>carbonarium</i>	Voir figure 14
Benavides Cáceres (1956)	

Figure 15. Composition faunique de la cénozone à *scyphax* de Benavides Cáceres (1956).

La pauvreté de la faune et l'absence de marqueurs stratigraphiques majeurs imposent à cet auteur (1956, p. 396) de dater cette zone avec une grande prudence. Il place cette zone dans l'Albien supérieur en raison de :

- la diversification maximale du genre *Engonoceras* enregistrée à l'Albien supérieur à l'échelle du globe;
- sa position stratigraphique antérieure à la biozone à *Paraturrilites lewesiensis* d'âge Cénomanién.

Benavides Cáceres (1956) mentionne toutefois que la base de cette biozone peut potentiellement débiter au sommet de l'Albien moyen.

Le spécimen d'*Engonoceras* figuré par Benavides Cáceres (1956, pl. 43, fig. 11-12) est ici interprété comme un représentant du groupe *stolleyi-hilli*. Ces formes lisses appartiennent à l'Albien moyen du Texas (voir discussions plus loin et dans le chapitre 3). La biozone à *Ostrea scyphax* est donc attribuée à l'Albien moyen élevé.

L'Albien supérieur est mis en évidence dans ce travail. La macrofaune y est effectivement rare. Néanmoins, des taxons marqueurs de l'Albien supérieur ont été récoltés sur la coupe de la Quebrada Geshgash, tels *Dipoloceras cristatum* et *Hysterocheras gr. varicosum*. Cette localité se situe dans les Andes centrales, près de La Oroya. Ce secteur n'avait pas été étudié par Benavides Cáceres, ce qui peut expliquer que cet auteur n'ait pu réellement caractériser l'Albien supérieur.

3.2.2. Limites d'utilisation

Benavides Cáceres (1956) élabore ses «zones» d'ammonites à partir des standards stratigraphiques pour le Mésozoïque définis par Hedberg (1941, p. 2206) et Arkell (1933, p. 19; 1946, p. 10). Ainsi, chaque zone correspond à «(un) groupe de bancs caractérisés par une association d'organismes, dont l'un d'entre eux est choisi comme espèce-index et donne son nom à l'unité, bien qu'il ne doive pas être obligatoirement confiné à cette unité ou trouvé dans toutes les parties de celle-ci». Benavides Cáceres nomme ainsi ses divisions à partir d'un assemblage d'individus dont une espèce représentative d'ammonite ou d'huître sert d'espèce-index.

Ses zones n'ont pas été définies à partir de coupes-types. Elles ne peuvent donc pas prétendre au statut de chronozone. De plus, leur nature n'est pas discutée et leurs limites inférieures ne sont pas définies. Ses zones sont donc des biozones d'association ou cénozones (voir discussion dans la partie consacrée au statut des divisions utilisées dans ce travail).

La nomenclature définie par Callomon (1985) impose de signifier celles-ci par des lettres minuscules et italiques.

Par ailleurs, cet auteur considérait les dépôts albiens comme synchrones à l'échelle du bassin. Mis à part entre le groupe Goyllarisquisga et les formations grésocarbonatées Inca et Pariahuanca sus-jacentes, il superpose ses limites de zones sur les limites entre formations (fig. 14, p. 391). Nous verrons plus loin que les limites biozonales peuvent effectivement se confondre localement avec les ruptures lithologiques majeures. Cependant, cette situation n'est pas à considérer comme une règle mais plutôt comme un cas particulier.

Les corrélations des dépôts dans l'espace sont déterminées par Benavides Cáceres (1956) à partir d'un critère faciologique et non stratigraphique. Cette approche lithostratigraphique, associée à une datation «souple» des dépôts, est la cause de multiples confusions dans l'âge des formations et la relation faciès / formations.

Nous verrons dans le chapitre 4 de ce mémoire que les faciès transgressifs de l'Albien sont souvent diachrones à l'échelle du Bassin Andin.

3.3. NOUVELLE BIOZONATION

3.3.1. Principes de l'élaboration de la nouvelle zonation proposée

La construction de l'échelle biostratigraphique ici exposée se base sur une récolte banc par banc de la faune d'ammonites sur les coupes étudiées. Elle conduit à la mise en évidence d'une succession discontinue d'associations fauniques élémentaires (Bulot, 1995) **en fonction des apparitions et des disparitions d'espèces**. Selon le principe de la reproductibilité de la zonation (Delanoy, 1990; Latil, 1994; Bulot, 1995), cette succession se construit à partir des paléoevénements biologiques révélés par l'ensemble des coupes étudiées.

Les **associations fauniques élémentaires**, plus petites unités biochronostratigraphiques ainsi définies, s'organisent selon un scénario irréversible. Elles sont entièrement ou en partie identifiables indépendamment des variations mineures de faciès. Leur reproduction dans l'espace (Bassin Andin) contraint la biozonation proposée. La pertinence de l'échelle dépend donc uniquement de la continuité de l'enregistrement paléontologique, de la richesse des associations et de la qualité de préservation des fossiles.

Dans un souci de stabilité nomenclaturale, nous conservons la nomenclature zonale de l'échelle biochronologique de Benavides Cáceres (1956). Les biozones à *nicholsoni*, *raimondii* et *carbonarium* sont donc maintenues. Cependant, dans le détail, leur contenu biozonal est entièrement éméndé.

3.3.2. Statut des zones et sous-zones utilisées

Les biozones et les chronozones sont basées sur des concepts très différents. Je ne rentrerai pas dans le détail de l'explication, exposé par Bulot (1995).

Le but initial de l'élaboration de l'échelle stratigraphique andine était d'atteindre une signification biochronostratigraphique, en définissant dans la mesure du possible les divisions selon le concept de chronozone. Mais l'utilisation des chronozones implique la reconnaissance de l'enchaînement phylétique des apparitions des espèces-index au sein d'une même coupe. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de reconnaître la phylogénèse des formes-index sur les quelques coupes exposées ici.

À ce jour, nous ne sommes qu'à la reprise de l'étude stratigraphique de l'Albien du Bassin Andin, abandonnée depuis plus de 45 ans. Notre base de données nous autorise seulement la caractérisation de biozones. La définition de chronozone nécessite la poursuite de l'échantillonnage de la faune d'ammonites et la découverte potentielle de nouvelles coupes fossilifères et pourra constituer une étape ultérieure.

Par ailleurs, la valeur de ces zones d'ammonites est restreinte au seul Bassin Andin. Dans l'attente de leur reconnaissance éventuelle dans d'autres régions paléogéographiques, il est préférable d'utiliser la notion de biozone, modulable en fonction de nouvelles données futures.

Les biozones et les «sous-zones» sont ici définies, selon les recommandations de Hoedemaeker *et al.* (1993), par la première apparition locale de leur espèce-index (LOD) et sont caractérisées par leur association faunique. Les bio-horizons sont définis par la LOD ou l'acmé de l'espèce-index. Leurs extensions verticales sur les coupes de référence ne sont données qu'à titre indicatif; elles sont susceptibles d'être modifiées ultérieurement.

La biozonation proposée dans cette thèse, qui s'inscrit dans la lignée directe des travaux de Benavides Cáceres (1956), est principalement valable pour le Bassin Occidental péruvien. Son application au Bassin «Oriente» du Pérou et de l'Équateur doit être maniée avec précaution.

3.3.3. Choix des coupes

L'objectif de cette étude est de proposer un outil biostratigraphique pour l'étage Albien à l'échelle des parties péruvienne et équatorienne du Bassin Andin. Nous avons donc choisi dans un premier temps d'étudier des coupes permettant de réaliser un «maillage» de l'ensemble du bassin. À l'intérieur de ce cadre, les coupes ont été choisies en fonction de divers critères :

- les coupes-types des formations de l'Albien (Chulec et Baños del Inca);
- les coupes historiques de Benavides Cáceres dont le potentiel stratigraphique nous semblait le plus important (Tamberia, Baños del Inca);
- celles réalisées en collaboration d'E. Jaillard lors des travaux sur l'Albien du Pérou qu'il a engagés depuis 1995 (Baños del Inca, Chinchin et Pongo de Rentema);
- leur position paléogéographique dans le Bassin à l'Albien : Quebrada Geshgash (Andes centrales) sur la bordure Sud du bassin (paléogéographie de l'ammonitofaune; continuité sédimentaire), Paria Puquio sur les contreforts de la zone positive du Marañón (relation avec le substratum), Pongo de Manseriche à la transition entre les Bassins Occidental et «Oriente» (corrélation entre les deux séries et avec l'«Oriente» d'Équateur en cours d'étude par L. Bulot);
- leur richesse faunistique (Puente Zonanga, Corral Quemado).

3.3.4. Limites de cette étude

L'Albien moyen terminal et l'Albien supérieur sont peu fossilifères. Pour ces sous-étages, nous ne pouvons donc prétendre à la même précision stratigraphique atteinte pour l'Albien inférieur et moyen basal, où abondent les ammonites.

L'étude initiale de chaque coupe comporte deux aspects : le levé lithostratigraphique et sédimentologique et la récolte d'ammonites banc par banc. Au-delà de ce cadre binaire, une analyse pluridisciplinaire a parfois été réalisée :

- récolte systématique de la macrofaune présente, dont les échinodermes ont été déterminés par D. Néraudeau et L. Villier. A. Dhondt a déterminé quelques inocérames et bivalves divers;
- analyse ponctuelle de la micropaléontologie par B. Peybernès (foraminifères, algues).

Néanmoins, cette approche reste insuffisante. Les études de la micropaléontologie, des huîtres et bivalves doivent être systématisées. D'autres outils comme l'analyse fine des microfaciès, la magnétostratigraphie ou la géochimie permettraient de mieux appréhender encore ces séries de l'Albien du Bassin Andin d'arrière-arc.

3.3.5. Définition et caractérisation des biochronozones

Les nouvelles données mises en évidence lors de ce travail permettent une révision majeure du cadre biostratigraphique proposé par Benavides Cáceres (1956). Par la récolte précise d'ammonites banc par banc (1200 spécimens), la révision de l'ensemble de cette faune (notamment des espèces-index), la répétition de cette analyse sur une quinzaine de coupes à l'échelle du bassin et la définition de coupes de références, nous définissons 11 sous-zones et bio-horizons nouveaux (fig. 16).

ALBIEN SUPÉRIEUR		CRISTATUM	▲ <i>Diploceras cristatum</i>	Quebrada Geshgash	
ALBIEN MOYEN	CARBONARIUM	CARBONARIUM	▲ <i>Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium</i>	Pongo de Rentema et Qda. Geshgash	
		ULRICHI	▲ <i>Ralphimlayites ulrichi</i> et <i>Lyelliceras lyelli</i>		
ALBIEN INFÉRIEUR	RAIMONDII	PSEUDOLYELLI	▲ <i>Lyelliceras pseudolyelli</i>		
		MATHEWSI	▲ <i>Ralphimlayites mathewsi</i>		
		RAIMONDII	ALTERNUM	▲ <i>Ralphimlayites alternum</i>	Pongo de Rentema et Puente Zonanga
			EBRAYI	▲ <i>Glottoceras raimondii</i> et <i>Parengonoceras ebrayi</i>	
			HAASI	▲ famille Engonoceratidae. cf. <i>Parengonoceras haasi</i>	
	NICHOLSONI	INTERVALLE STERILE			
		NICHOLSONI	▼ genre <i>Neodeshayesites</i>	Baños del Inca et Tamberia Oeste	
		UMBILICOSTATUS	▲ <i>Neodeshayesites nicholsoni</i>		
			genre <i>Neodeshayesites</i> cf. <i>N. umbilicostatus</i>		
			non représenté		
SOUS-ÉTAGES	ZONES	SOUS-ZONES/HORIZONS	LIMITES DES SUBDIVISIONS	COUPES-TYPES	
ÉCHELLE BIOSTRATIGRAPHIQUE AMMONITES					
CENTRE et NORD PÉROU Ce Travail					

Figure 16. Nouvelles biozonations de l'Albien du Pérou élaborées dans ce mémoire. Caractérisation des limites des subdivisions et coupes-types.

La figuration des biozones exposées dans les paragraphes suivants correspond à des «zooms» des coupes générales levées lors de ce travail. Les coupes représentées dans leur totalité sont placées à la fin de la partie consacrée à la biostratigraphie (figs. 34 à 48). Elles sont successivement numérotées en fonction de leur position géographique dans le Bassin Occidental nord-péruvien (depuis le Sud vers le Nord).

3.3.5.1. ALBIEN INFÉRIEUR

BIOZONE A *NEODESHAYESITES NICHOLSONI*

Auteur : Benavides Cáceres (1956)

Espèce-index : *Neodeshayesites nicholsoni* (Benavides Cáceres, 1956)

Historique : *Parahoplites nicholsoni* a été créée par Benavides Cáceres (1956, p. 440-441) et retenue comme l'espèce-index de la première zone d'ammonites de l'Albien inférieur du Pérou. Cette zone est définie à l'origine par l'abondance des représentants du groupe *nicholsoni* que nous interprétons ici comme des *Neodeshayesites*, genre initialement introduit par Casey (1964) pour des formes de l'Albien inférieur de Colombie (groupe de *Deshayesites columbianus*).

Coupes de référence : l'enregistrement paléontologique ne permet pas de retenir une seule coupe type pour cette zone. Les deux bio-horizons à *N. umbilicostatus* et *N. nicholsoni* sont respectivement mis en évidence sur les coupes de Baños del Inca et Tamberia Oeste (voir ci-après).

Discussion : les zones à *nicholsoni*, *raimondii* et *carbonarium*, définies par Benavides Cáceres (1956), correspondent chacune à l'acmé d'une famille ou sous-famille d'ammonites. Leur origine découle directement de la présence dominante :

- des Acanthohoplitinae, et spécialement des *Neodeshayesites* du groupe *nicholsoni*;
- puis des Engonoceratidae, dont l'espèce *Glottoceras raimondii* est un représentant majeur;
- enfin des Mojsisovicziinae dont *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium*.

Nous verrons dans le détail que cette approche se justifie pour la biozone à *N. nicholsoni*. Par contre, pour les zones à *G. raimondii* et *O. (O.) carbonarium*, la prédominance relative des familles d'ammonites que nous avons collectées diffère du modèle de Benavides Cáceres. Si la biozone à *G. raimondii* contient effectivement une forte majorité d'Engonoceratidae dans sa première moitié, la seconde partie est marquée par la dominance des Lyelliceratidae (fig. 49, partie paléontologique). Celle-ci se poursuit d'ailleurs jusque dans la première partie de la biozone à *O. (O.) carbonarium* (voir discussion plus loin).

Du point de vue biologique, l'identification du caractère phylétique de la faune est observée à l'intérieur de chaque «phase» de domination. La construction du schéma zonal n'est pas fortuite. La non-utilisation de la notion de chronozone (voir discussion plus haut) n'est due qu'à l'impossibilité de définir la phylogénèse à partir d'une seule coupe.

Définition et subdivisions : la base de la biozone est définie par la première apparition d'un représentant du genre *Neodeshayesites*, en l'occurrence celle de *N. umbilicostatus* et *Neodeshayesites* sp., numérotés I10Eb, du banc 8 de la coupe de Baños del Inca (fig. 17). Dans l'état actuel de nos connaissances, le sommet est défini par la première apparition (LOD) du genre *Glottoceras*.

La succession des *Neodeshayesites* au sein de la biozone permet de reconnaître les deux horizons à *N. umbilicostatus* (à la base) et à *N. nicholsoni* (au milieu). La partie terminale de la biozone est marquée par un intervalle stérile.

Variabilité de l'index : *Neodeshayesites nicholsoni* montre des affinités avec *Hypacanthoplites comalensis* (Scott) du Texas. Une description et une discussion détaillées sont présentées dans le chapitre 3.

Limites d'utilisation de l'index : l'espèce-index ne caractérise que la partie moyenne de la biozone, où il définit le bio-horizon à *N. nicholsoni* (voir ci-après). Nous avons conservé le

nom introduit par Benavides Cáceres (1956, p. 392) dans un souci de stabilité de la nomenclature.

Potentiels et problèmes de corrélation : cette zone, qui correspond au dépôt des sédiments gréso-carbonatés des formations Inca et Pariahuanca, n'est individualisée que sur les coupes de Baños del Inca, Tamberia Oeste et Tamberia Este de la région des Andes centre-nord (fig. 3). Elle n'a pu être reconnue ni dans les autres régions du Bassin Occidental péruvien, ni sur la bordure du Bassin Oriental (coupe du Pongo de Manseriche) où les formations sont azoïques.

BIO-HORIZON A *NEODESHAYESITES UMBILICOSTATUS*

Auteur : Robert, ce travail

Espèce-index : *Neodeshayesites umbilicostatus* (Scott, 1940)

Coupe de référence et répartition verticale : l'horizon à *N. umbilicostatus* est individualisé sur la coupe de Baños del Inca, ainsi désignée comme coupe de référence (fig. 17 et 40). Ce bio-horizon est défini par l'extension verticale de l'espèce type, qui est présente dans le faisceau 1 de la formation Inca depuis le banc 8 (I10Eb) jusqu'au banc 23 (I9c) sur la coupe de Baños del Inca.

Les spécimens numérotés I10Eb trouvés en éboulis sont rattachés aux bancs 8 et 10 grâce à l'analogie de leur faciès lithologique.

Variabilité de l'index : *Neodeshayesites umbilicostatus* est une espèce créée par Scott (1940) pour les séries du Texas. Le morphotype décrit au Pérou présente les mêmes caractères que le type texan (voir chapitre 3).

Limite d'utilisation de l'index : cette espèce est décrite pour la première fois au Pérou. Elle est présente dans l'Albien inférieur du Texas. Néanmoins, elle n'y est pas utilisée comme marqueur stratigraphique. Elle est choisie comme espèce-index de la première sous-zone de l'Albien inférieur du Bassin Andin.

Potentiel de corrélation de l'espèce-index : l'espèce-type n'est présente que dans le premier faisceau de la formation Inca de la coupe de Baños del Inca (fig. 17). Sa présence est supposée dans le premier faisceau des coupes du secteur de Tamberia (fig. 18). Elle n'a été récoltée que dans les Andes centre-nord du Bassin Occidental du Pérou (voir partie consacrée à la zone à *nicholsoni*).

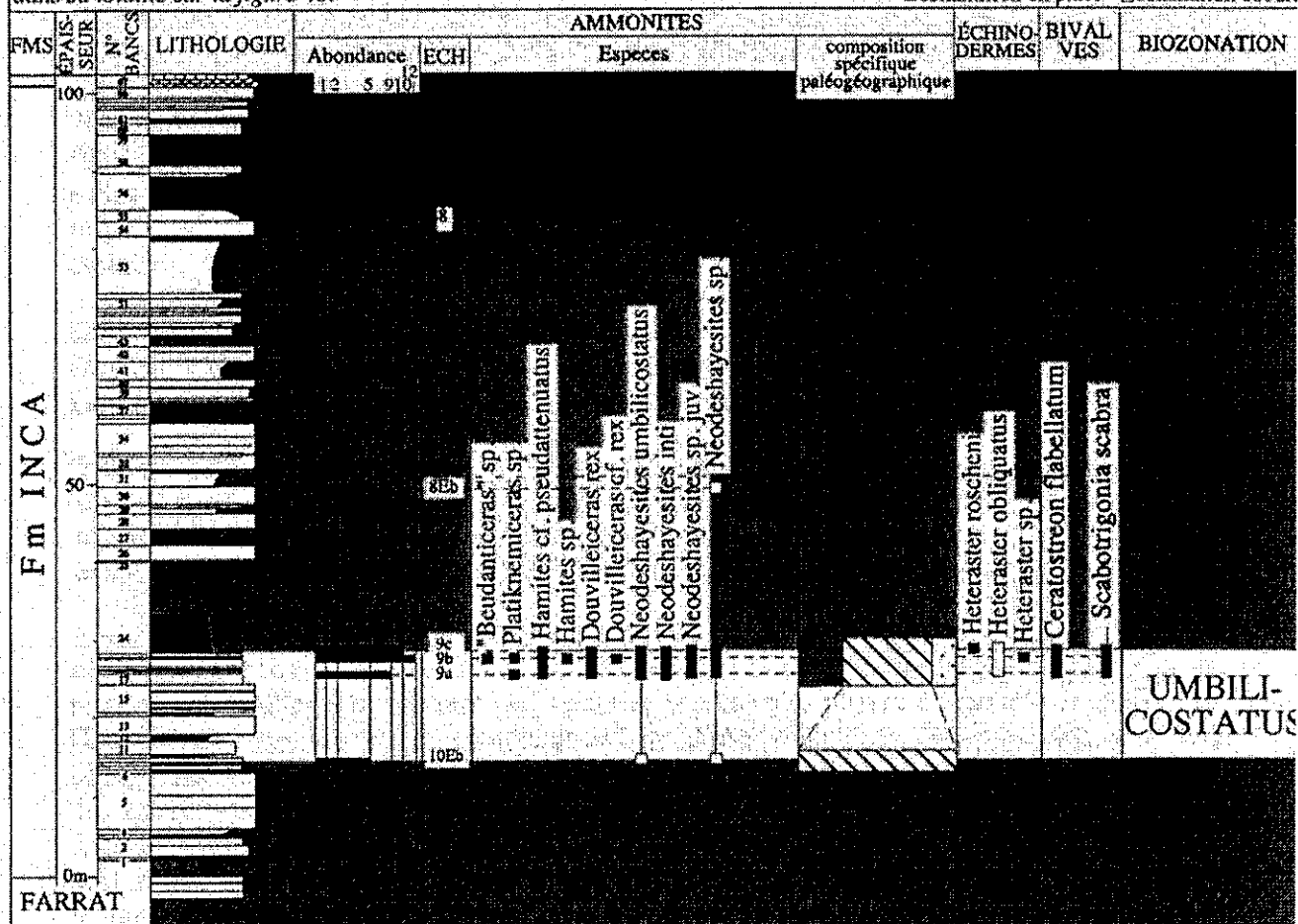
Ce taxon est caractéristique de la zone à Bakeri attribué à l'Albien inférieur élevé de la région du Chihuahua Nord-Est (Mexique) et du Trans-Peco du Texas (Young, 1974) (fig. 19-3).

Association caractéristique : le premier niveau fossilifère I10Eb (fig. 17), localisé environ 13 mètres au-dessus de la base des dépôts transgressifs albiens (banc 8), comprend *Neodeshayesites* sp. et de *N. umbilicostatus*.

Les bancs 17 à 23, qui ont livré les échantillons I9A-C, contiennent, associées à l'espèce-index, d'autres ammonites du genre *Neodeshayesites* (*N. inti*, *N. sp. juv.* et *N. sp.*), «*Beudanticeras*» sp., *Platiknemiceras* sp., *Hamites* sp. et *H. pseudattenuatus* et *Douvilleiceras rex*. Ces ammonites sont associées aux oursins *Heteraster obliquatus* et *H. roscheni*, ainsi qu'aux bivalves *Ceratostreon flabellatum* et *Scabotrigonia scabra*.

Figure 17. BANOS DEL INCA (Pérou). Bio-horizon à *N. umbilicostatus*.

Répartition de l'espèce-index *N. umbilicostatus* et de la macrofaune associée. Les limites de la zone à *N. nicholsoni* sont déduites de la corrélation du faisceau 2 de la coupe de Tamberia Oeste (voir figure 18). La coupe de Baños del Inca est exposée dans sa totalité sur la figure 40.



Corrélations interrégionales : *Neodeshayesites umbilicostatus* caractérise la zone à Bakeri du Sud Texas et Nord Mexique (Young, 1974, p. 181). *Douvilleiceras rex* appartient à la zone à Cragini du Texas central et à la zone à Spathi de la frontière Mexique-Texas (Young, 1974). *Neodeshayesites inti* est un probable synonyme de *N. mayfieldensis*, qui est mentionnée dans la zone à Douvilleiceras cf. mammillatum du Texas central et dans la zone à Spathi de la région du Nord du Mexique.

Les niveaux I10Eb-I9 semblent donc être l'équivalent de l'intervalle zone à Bakeri *pro parte* / zones à Douvilleiceras cf. mammillatum et Spathi supérieures *pro parte* (fig. 19-1).

«*Beudanticeras*» sp. indique un âge Albien inférieur élevé (superzone à Mammillatum) à moyen basal (sous-zone à Lyelli) en Europe (Robert *et al.*, 2001). *Hamites pseudattenuatus* marque la zone à Chalensis (fig. 20) de l'Albien inférieur du Bassin Anglo-Parisien (Owen, 1988).

Platiknemiceras est un genre commun de l'Albien inférieur - moyen de la Téthys (Wright *et al.*, 1996, p. 130).

Discussion : Young (1974, p. 180) place la zone à Bakeri en équivalence de la zone à Tardefurcata de l'Europe. *Neodeshayesites umbilicostatus* n'est pourtant associée qu'à des espèces typiquement texanes. Et au Pérou, *Neodeshayesites umbilicostatus* a été récoltée en

association avec *Hamites pseudattenuatus*, caractéristique de la zone standard à Chalensis (base de la superzone à Mammillatum, Albien inférieur élevé). L'hypothèse de Young semble donc erronée. Les premiers dépôts de l'Albien du Texas sont assez élevés dans l'étage. La base de l'Albien inférieur est donc, comme au Pérou, mal caractérisée.

Caractère paléobiogéographique de la faune d'ammonites : les premières associations de l'Albien inférieur du Pérou montrent des affinités à la fois «américaines» (*Neodeshayesites umbilicostatus*, *N. inti*, *Douvilleiceras rex*) et cosmopolites (*Hamites pseudattenuatus*, «*Beudanticeras*» sp.). Elles marquent la transgression généralisée observée dans le Bassin Occidental péruvien.

ALBIEN INFÉRIEUR	<i>Hypacanthoplites comalensis</i>	<i>Douvilleiceras spathi</i>
	<i>Douvilleiceras</i> sp. cf. <i>mammillatum</i>	
	<i>Hypacanthoplites cragini</i>	<i>Hypacanthoplites bakeri</i>
SOUS-ÉTAGE	Zones d'assemblage	Zones d'assemblage
	TEXAS CENTRAL (USA)	NORD-OUEST CHIHUAHUA (MEXIQUE)

Figure 19-1. Biozonations de l'Albien inférieur du Texas central et de la frontière Texas / Mexique (d'après Young, 1974).

ALBIEN INFÉRIEUR	<i>Hypacanthoplites comalensis</i>	<i>Hypacanthoplites comalensis</i> (Scott) <i>Kasanskyella whitneyi</i> (Scott) <i>Hypacanthoplites</i> n. sp.
	<i>Douvilleiceras mammillatum</i>	<i>Douvilleiceras</i> cf. <i>mammillatum</i> (Scholtheim) <i>Douvilleiceras</i> cf. <i>orbigny</i> Hyatt <i>Douvilleiceras</i> cf. <i>offarcinatum</i> (White) <i>Hypacanthoplites mayfieldensis</i> Scott
	<i>Hypacanthoplites cragini</i>	<i>Hypacanthoplites cragini</i> Scott <i>Douvilleiceras duntapi</i> (Scott) <i>Douvilleiceras rex</i> (Scott) <i>Kasanskyella cuchillensis</i> (Scott) <i>Quitmanites</i> sp.
SOUS-ÉTAGE	ZONES D'ASSEMBLAGE	ASSOCIATIONS

Figure 19-2. Composition faunique des zones d'assemblage de l'Albien inférieur du Texas central (d'après Young, 1974).

ALBIEN INFÉRIEUR	<i>Douvilleiceras spathi</i>	<i>Douvilleiceras spathi</i> Scott <i>Douvilleiceras mammillatum</i> (Scholtheim) <i>Douvilleiceras rex</i> (Scott) <i>Douvilleiceras</i> cf. <i>offarcinatum</i> (White) <i>Hypacanthoplites mayfieldensis</i> Scott
	<i>Hypacanthoplites bakeri</i>	<i>Hypacanthoplites bakeri</i> Scott <i>Hypacanthoplites umbilicostatus</i> (Scott) <i>Hypacanthoplites quitmanensis</i> Scott <i>Kasanskyella cuchillense</i> (Scott) <i>Kasanskyella</i> (?) <i>fosteri</i> (Scott) <i>Quitmanites ceratiosus</i> Scott
SOUS-ÉTAGE	ZONES D'ASSEMBLAGE	ASSOCIATIONS

Figure 19-3. Composition faunique des zones d'assemblage de l'Albien inférieur du Trans-Peco Texas et du Nord-Ouest Chihuahua (Mexique) (d'après Young, 1974).

Albien inférieur	Superzone à <i>mammillatum</i>	Zone à <i>auritifformis</i>	Sous-zone à <i>steinmanni</i>	Albien moyen	Zone à <i>laevis</i>	Sous-zone à <i>daviesi</i>	Albien supérieur	Zone à <i>dispar</i>	Sous-zone à <i>briacensis</i>	
			Sous-zone à <i>bulliensis</i>			Sous-zone à <i>nitidus</i>			Sous-zone à <i>perinflatum</i>	
			Sous-zone à <i>puzosianus</i>		Zone à <i>loricatus</i>	Sous-zone à <i>meandrinus</i>			Sous-zone à <i>rostratum</i>	
			Sous-zone à <i>raulinianus</i>			Sous-zone à <i>subdelaruei</i>			Zone à <i>inflatum</i>	Sous-zone à <i>auritus</i>
			Sous-zone à <i>floridum</i>			Sous-zone à <i>niobe</i>				Sous-zone à <i>varicosum</i>
	Zone à <i>chalenis</i>	Sous-zone à <i>kitchini</i>	Sous-zone à <i>intermedius</i>		Sous-zone à <i>orbigny</i>					
		Sous-zone à <i>perinflata</i>	Zone à <i>dendatus</i>		Sous-zone à <i>spathi</i>	Sous-zone à <i>cristatum</i>				
					Sous-zone à <i>lyelli</i>					

Figure 20. Zonation standard de l'Albien du Bassin Anglo-Parisien (d'après Owen, 1999).

BIO-HORIZON A *NEODESHAYESITES NICHOLSONI*

Auteur : Robert, ce travail

Espèce-index : *Neodeshayesites nicholsoni* (Benavides Cáceres, 1956)

Coupe de référence et répartition verticale : le bio-horizon à *N. nicholsoni* est individualisé sur la coupe de Tamberia Oeste (fig. 18), ainsi désignée comme coupe de référence. Il est défini par l'extension verticale stricte de *Neodeshayesites nicholsoni*. Les premiers représentants de l'espèce type, numérotés TO3Eb, ont été récoltés (éboulés) dans l'unité 11. Leur origine probable est l'intervalle des unités 11 à 16, dont le dernier banc contient l'acmé des *Neodeshayesites nicholsoni* (TO4). Cette acrozone semble réduite au dernier banc du faisceau 2 de la coupe de Tamberia Oeste. Sa persistance jusqu'à la partie médiane du faisceau carbonaté est incertaine (ammonite éboulée).

Variabilité et Limite d'utilisation de l'index : voir partie consacrée à la biozone à *N. nicholsoni*.

Potentiels et problèmes de corrélation : *Neodeshayesites nicholsoni* a également été récoltée sur la coupe de Tamberia Este (fig. 38), ou elle caractérise l'unité 35 de la Formation Inca. Ces deux coupes sont très proches géographiquement. Leur parallèle lithologique et stratigraphique est mis en évidence dans la figure C (partie sédimentologique).

Le faisceau 2 de la coupe de Baños del Inca contient un *Neodeshayesites* sp. (figs. 17 et 40). Dans l'état actuel de nos données, le synchronisme des faisceaux 1 et 2 des coupes de Baños del Inca et du secteur de Tamberia ne peut être que supposée. De nouvelles récoltes devraient permettre d'appuyer cette hypothèse.

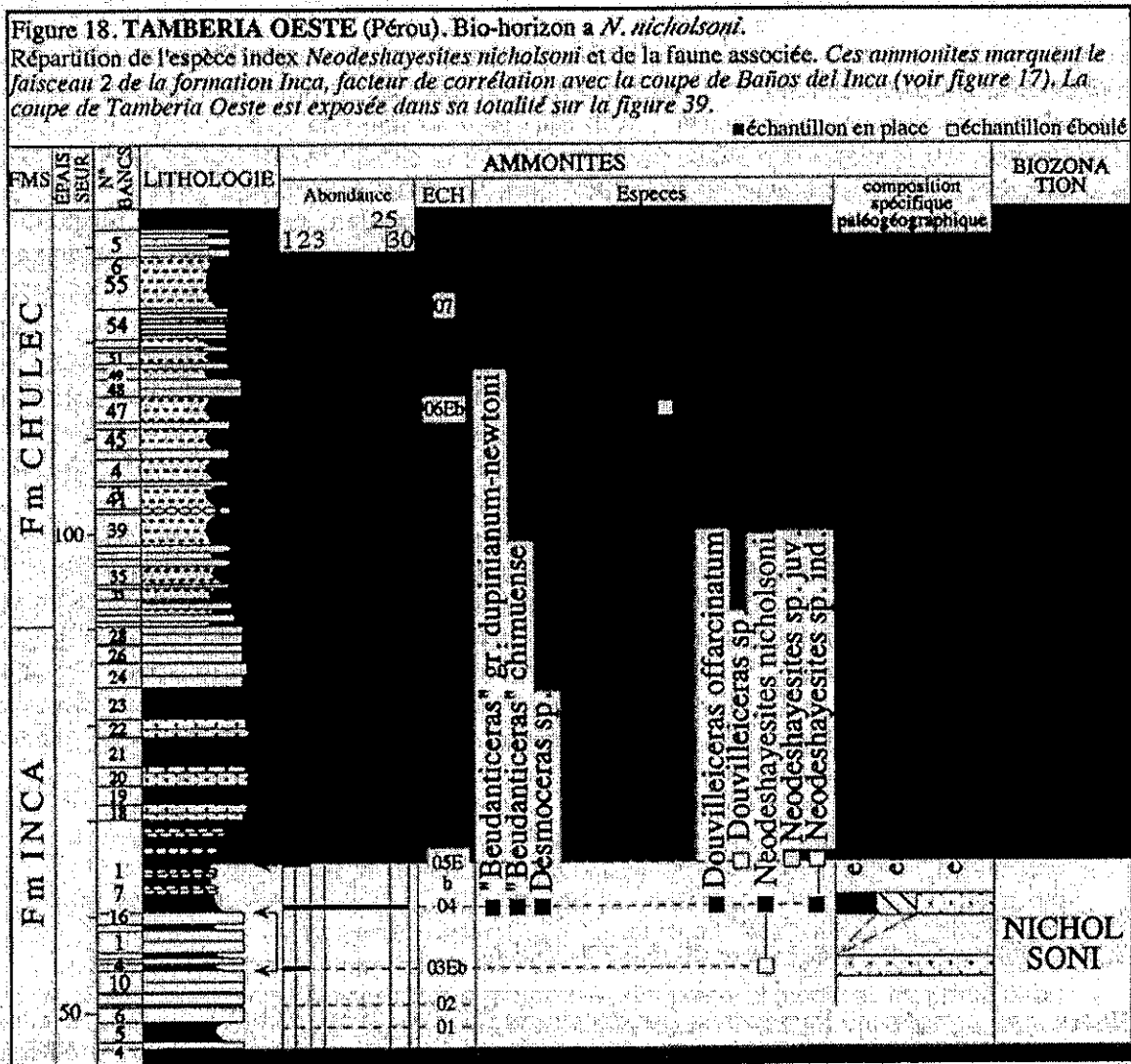
Comme le bio-horizon précédent, et plus généralement la biozone à *N. nicholsoni*, cet horizon à *N. nicholsoni* n'est reconnu que dans les Andes centre-nord (fig. 3).

Association caractéristique : dans le banc 16 de la coupe de Tamberia Oeste (figs. 18 et 39), *Neodeshayesites nicholsoni* est associée à *Neodeshayesites* sp., «*Beudanticeras*» *chimuense*,

«*Beudanticeras*» gr. *dupinianum-newtoni*, *Desmoceras* sp., *Douvilleiceras offarcinatum* et *Douvilleiceras* sp. Ces niveaux contiennent une riche faune de trigonies qui n'ont pas été déterminées lors de ce travail mais dont Benavides Cáceres (1956) cite les espèces *Pterotrigonia tocaimaana*, *Buchtrigonia abrupta* et *Yaadta hondaana*.

Sur la coupe de Baños del Inca (fig. 40), les niveaux supposés équivalents contiennent *Neodeshayesites* sp. et le bivalve *Ceratostreon* cf. *flabellatum*.

Ce niveau est l'équivalent de l'unité 6 de la coupe de Tamberia de Benavides Cáceres (1956, p. 419). Cet auteur mentionne une faune d'ammonites identique, à *Parahoplites* (considéré ici comme des *Neodeshayesites*) et *Desmoceras chimuense* (placé dans le genre «*Beudanticeras*», de nouveau observé).



Corrélations interrégionales : Sur le plan quantitatif, la faune est largement dominée par des espèces locales. Néanmoins, le genre «*Beudanticeras*», cité pour la première fois dans l'Albien du Pérou, est cosmopolite. L'attribution au groupe *dupinianum-newtoni* est incertaine. Nous mentionnerons simplement que ces espèces sont caractéristiques de l'intervalle sous-zone à *Perinflata* - sous-zone à *Bulliensis* de la superzone à *Mammillatum* du Bassin Anglo-Parisien (Owen, 1988, p. 208) (fig. 20).

Le genre *Douvilleiceras*, également cosmopolite, est représenté par l'espèce *offarcinatum*, appartenant à la zone à *D. cf. mammillatum* du Texas central et à la zone à *Spathi* du Trans-Peco Texas, de l'Albien inférieur élevé (Young, 1974, p. 179).

Caractère paléogéographique de la faune d'ammonites : comme nous le mentionnons ci-dessus, la faune d'ammonites montre un certain endémisme. Des taxons cosmopolites semblent présents mais l'incertitude de leur détermination rend l'analyse des influences paléobiogéographiques délicate. Nous citerons *Douvilleiceras offarcinatum*, espèce décrite au Brésil et au Texas (USA), et «*Beudanticeras*» gr. *dupinianum-newtoni* présente dans les séries albiennes de la marge nord de la Téthys. D'un point de vue général, le bio-horizon à *N. nicholsoni* se caractérise par une diminution des échanges fauniques inter-provinciaux.

INTERVALLE STERILE

Un intervalle azoïque caractérise la partie supérieure des formations grés-carbonatées de la base de l'Albien. Les coupes de Baños del Inca (fig. 40) et du secteur de Tamberia (figs. 38 et 39) ne contiennent aucune faune entre le faisceau 2 et les derniers bancs de la formation Inca. Cet épisode est enregistré au sommet de la formation sur la quasi totalité des coupes étudiées, depuis les Andes centrales au Sud (coupe de Chulec, fig. 35) jusqu'aux Andes nord (coupe du Pongo de Rentema, fig. 46).

Sur cette dernière coupe, la période azoïque semble plus longue. Elle englobe la totalité de la formation Inca. La sédimentation, plus détritique dans cette région (voir partie sédimentologie), n'était pas favorable à la vie. Le caractère stérile de la formation Inca de cette région est plutôt lié à ces mauvaises conditions du milieu. Il n'a donc aucune valeur stratigraphique.

Un hiatus paléontologique relativement long est enregistré entre la disparition des *Neodeshayesites*, premiers colonisateurs arrivés avec la transgression de l'Albien inférieur, et la venue plus tardive d'une faune d'ammonites dominée par les Engonoceratidae (fig. 49).

La base de cette zone d'intervalle est ainsi définie par la dernière apparition des *Neodeshayesites* (coupes de Tamberia Oeste et de Tamberia Este). Le sommet, équivalent de la base de la biozone à *G. raimondii*, correspond à la première apparition des genres *Parengonoceras* et/ou *Glottoceras*.

BIOZONE A *GLOTTOCERAS RAIMONDII*

Auteur : Benavides Cáceres (1956)

Espèce-index : *Glottoceras raimondii* (Lissón, 1908)

Historique : lors de son introduction par Benavides Cáceres (1956, p. 394-395), la zone était définie par l'abondance des *Glottoceras*. Ce genre contient les formes tuberculées de l'Albien inférieur et moyen regroupées à tort sous le genre *Knemiceras* par l'ensemble des auteurs depuis Breistroffer (1952) (voir discussion dans le chapitre 3). L'espèce *raimondii*, créée par Lissón (1908) à partir de spécimens péruviens, est abondante dans les dépôts de l'Albien inférieur et moyen basal du Pérou.

Benavides Cáceres (1956) datait cette zone de la base de l'Albien moyen (voir plus loin). Nous démontrons son âge Albien inférieur dans les paragraphes suivants.

Coupes de référence : la sous-zone à *P. haasi* et le bio-horizon à *P. ebrayi* (voir ci-dessous) sont bien individualisés sur les coupes de Baños del Inca (fig. 21) et de Puente Zonanga (fig. 22), choisies comme coupes-types pour ces deux premières subdivisions. Les sous-zones et horizons suivants (voir ci-dessous) montrent leur meilleur développement sur la coupe de référence, ici désignée, du Pongo de Rentema (figs. 24, 25 et 27).

Remarque : la base de la zone à *G. raimondii* est marquée par un renouvellement drastique de l'ammonitofaune. Les représentants du genre *Neodeshayesites* disparaissent totalement alors que les Engonoceratidae apparaissent massivement. Seule les ammonites «lisses» des genres *Desmoceras* et «*Beudanticeras*» survivent à ce changement de manière significative (fig. 49, partie paléontologie).

Définition et subdivisions : l'apparition locale (LOD) des Engonoceratidae définit la base de la biozone à *G. raimondii*. La transition entre les zones à *N. nicholsoni* et *G. raimondii* est délicate à définir puisqu'elle suit un intervalle stérile. Néanmoins, *Parengonoceras haasi* et *Parengonoceras* sp. du sommet de la Formation Inca de la coupe de Puente Zonanga (ZOEb) sont désignés comme les premiers marqueurs de la biozone à *G. raimondii* (fig. 22 et 43).

La phylogénèse des Engonoceratidae, puis des Lyelliceratidae, nous a conduit à individualiser trois sous-zones à *P. haasi*, *G. raimondii* et *R. mathewsi*, définies par la première apparition de l'espèce-index. La sous-zone à *G. raimondii* est divisée en deux bio-horizons à *P. ebrayi* et *R. alternum*, définis par la LOD des espèces citées. Un dernier horizon à *L. pseudolyelli*, caractérisé par l'apparition de l'espèce index, est décrit au sommet de la sous-zone à *R. mathewsi*.

Le sommet de la biozone est défini par la première apparition (LOD), simultanée, de *Ralphimlayites ulrichi* et de *Lyelliceras lyelli*, marqueurs de l'Albien moyen.

Discussion : les espèces-index des divisions de la zone à *G. raimondii* traduisent deux phases d'évolution phylétique successives, séparées par un renouvellement faunique progressif. Cet aspect est discuté en détail dans le chapitre 3. Il nous apparaît néanmoins important d'en exposer ici les grandes lignes afin d'expliquer la logique de la construction de l'échelle zonale.

- les premières associations d'ammonites caractérisent une étape de colonisation. La faune à Engonoceratidae est dominée par *Parengonoceras haasi*, espèce primitive, dont les divers stades ontogénétiques sont la base des morphologies des espèces du bio-horizon suivant (fig. 51, partie paléontologie);
- l'horizon à *P. ebrayi* se compose d'une faune de *Parengonoceras* et *Glottoceras* extrêmement diversifiée et riche, marquée par une grande variété de morphes qui traduisent de nombreuses espèces. La domination des multiples espèces de Engonoceratidae s'atténue ensuite pour laisser la place principale aux Lyelliceratidae;
- l'évolution de cette famille est plus progressive. Ses premiers représentants primitifs des genres ? *Tegoceras* et *Prolyelliceras* (ou même *Ralphimlayites*) apparaissent dès le sommet de la sous-zone à *haasi*;
- ils sont suivis par les espèces de plus en plus évoluées *Ralphimlayites alternum*, *R. mathewsi* jusqu'à *R. ulrichi* qui caractérise la base de l'Albien moyen (fig. 56, partie paléontologie).

Les espèces de la famille des Lyelliceratidae sont péruviennes. Elles s'intègrent dans une évolution phylogénétique régionale. Elles doivent être dissociées des arrivées successives de faunes «étrangères», postérieures, à *Lyelliceras pseudolyelli* et *Lyelliceras lyelli* (voir discussion dans la partie consacrée à la paléontologie).

Variabilité de l'index : l'espèce-index montre une grande variabilité morphologique, déjà signalée par Benavides Cáceres (1956) qui a créé deux variétés *pacificum* et *tardum*. Les différents morphes, notamment une forme très large considérée ici comme une nouvelle variété, sont présentés et critiqués dans le chapitre 3.

Limites d'utilisation de l'index : *Glottoceras raimondii* est uniquement décrite au Pérou. Elle est très fréquente sur l'ensemble de la zone, excepté dans la première sous-zone à *P. haasi* ou elle semble absente. Les variétés *tardum* et *largum* (nouvelle) sont présentes jusqu'à la base de la zone à *R. ulrichi* de l'Albien moyen (fig. 52, partie paléontologie).

Potentiel et problèmes de corrélation : la biozone à *G. raimondii* est une période de biodiversité maximum de l'ammonitofaune à l'échelle de l'ensemble du Bassin Andin. Contrairement à la biozone à *N. nicholsoni*, elle est ainsi mise en évidence, de manière partielle ou totale, sur l'ensemble des coupes, jusqu'au Pongo de Manseriché situé sur la bordure ouest du Bassin Oriental.

SOUS-ZONE A PARENGONOCERAS HAASI

Auteur : Robert, ce travail

Espèce-index : *Parengonoceras haasi* (Benavides Cáceres, 1956)

Définition et Coupes de référence : la sous-zone à *P. haasi* est définie par la première apparition d'un représentant de la famille des Engonoceratidae (voir la partie consacrée à la zone à *G. raimondii*). Cette limite inférieure correspond aux spécimens numérotés I8 du banc 34 sur la coupe de Baños del Inca (fig. 21). Les premières ammonites de la coupe de Puente Zonanga sont éboulées (échantillon OEb, fig. 22). Leur faciès argileux implique cependant une position originelle dans les premiers bancs de la transition entre les formations Inca et Chulec (bancs 1-8).

Variabilité de l'index : *Parengonoceras haasi* est l'ancêtre commun de tous les Engonoceratidae de l'Albien inférieur et moyen du Bassin Andin. Ses divers stades ontogénétiques contiennent l'ensemble des morphologies des espèces des sous-zones suivantes (voir discussion dans le chapitre 3).

Limite d'utilisation de l'index : l'espèce-index est un marqueur stratigraphique majeur :

- d'une part, son extension stratigraphique est réduite. Elle est présente sur la totalité de l'épaisseur de la sous-zone qu'elle désigne et dans la partie inférieure du bio-horizon à *P. ebrayi*;
- d'autre part, elle couvre l'ensemble des régions du Bassin Occidental péruvien.

Potentiel et problèmes de corrélation : la sous-zone à *P. haasi* est individualisée sur de nombreuses coupes du Bassin Andin. Elle enregistre la transition sédimentologique majeure entre les dépôts mixtes des formations Inca et Pariahuanca et les carbonates sus-jacents. Ce fort potentiel de corrélation et de datation nous a permis de mettre en évidence que la transition, qui s'opère à différents niveaux de la sous-zone suivant les régions, est diachrone (voir chapitre 4).

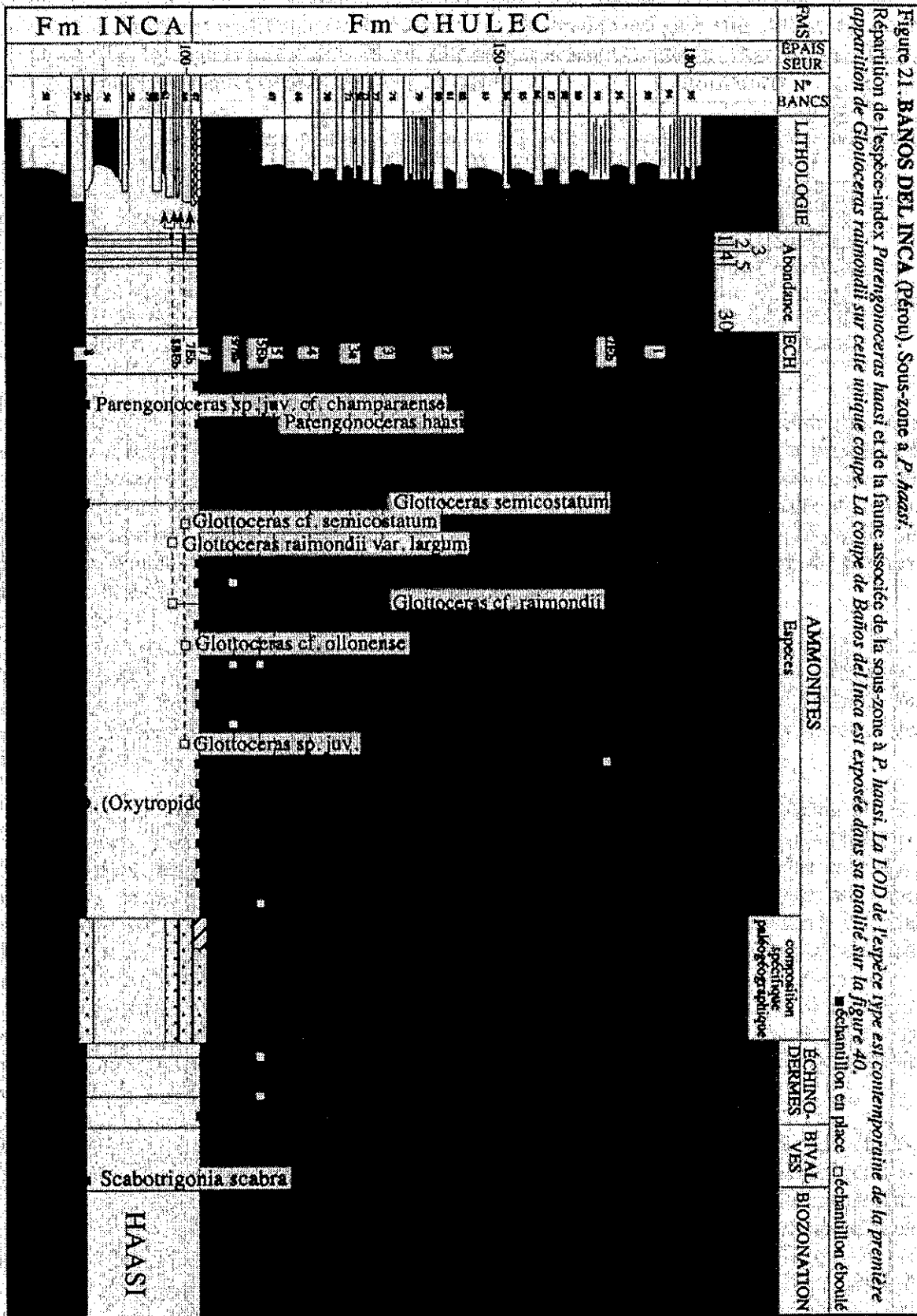
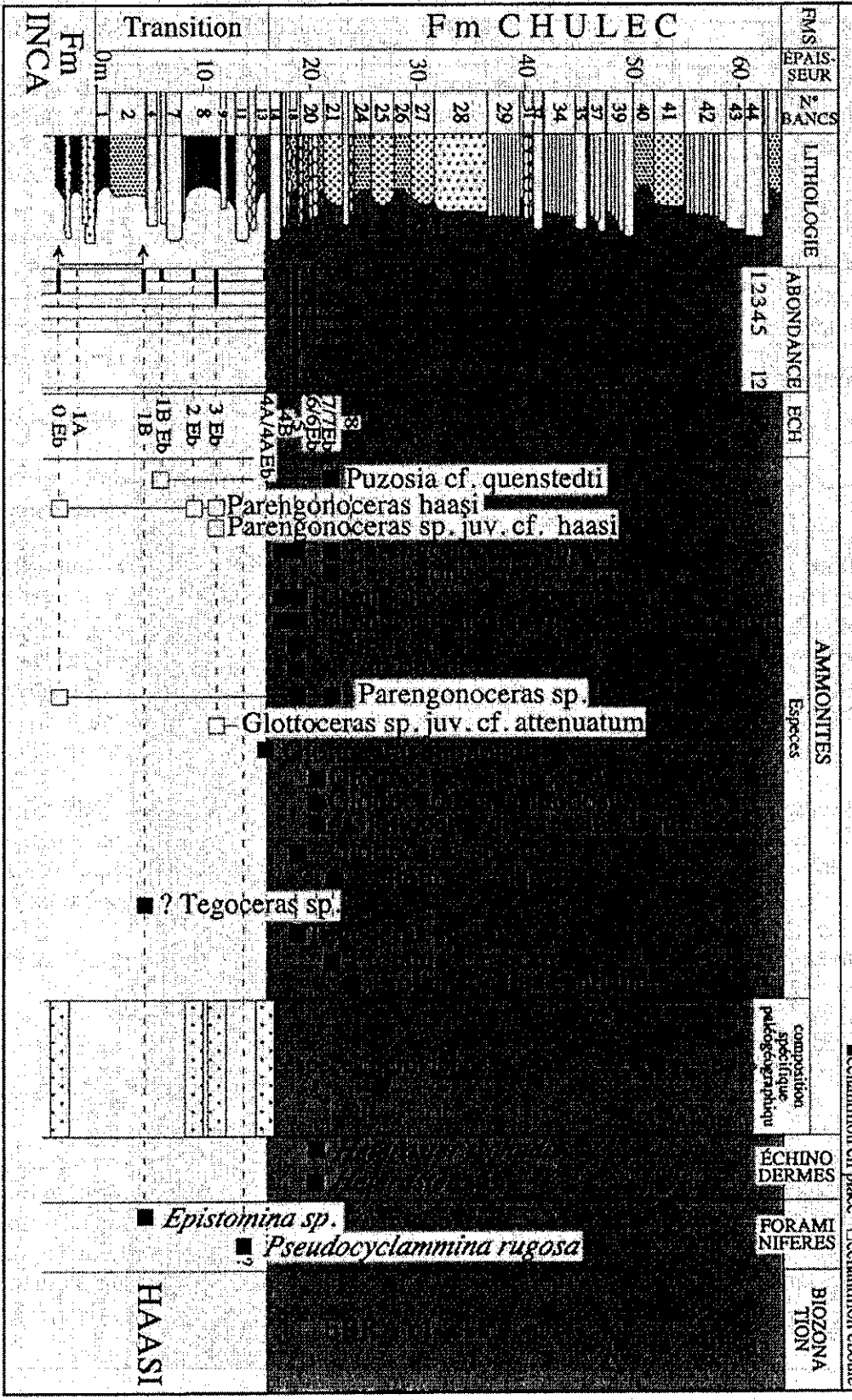


Figure 21. BANOS DEL INCA (Pérou), Sous-zone a *P. haasi*. Répartition de l'espèce-index *Parengonoceras haasi* et de la faune associée de la sous-zone a *P. haasi*. La LOD de l'espèce type est contemporaine de la première apparition de *Glottoceras raimondii* sur cette unique coupe. La coupe de Baños del Inca est exposée dans sa totalité sur la figure 40.

Figure 22. PUENTE ZONANGA (Pérou). Sous-zone a P. haasi.
 Répartition de l'espèce-index et de la macrofaune associées. *Parengonoceras haasi* a été récoltée en éboulis mais sa lithologie indique une position originelle dans les niveaux de transition entre les formations Inca et Chulec. La coupe de Puente Zonanga est exposée dans sa totalité sur la figure 43.



En dehors de la région des Andes centre-nord et nord (fig. 3), *Parengonoceras haasi* est fréquente dans les Andes centrales. Plusieurs spécimens ont été récoltés dans la partie médiane de la formation Chulec sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34) ou sur celle de Oyón (fig. 36) légèrement plus au Nord. Elle est par ailleurs mentionnée par Wilson (1963, p. 17) et von Hillebrandt (1970, p. 1193).

Association caractéristique : dans les coupes de référence, *Parengonoceras haasi* est associée à :

- *Parengonoceras* sp., *Glottoceras* sp. juv. cf. *attenuatum*, *Desmoceras* sp. et ? *Tegoceras* sp., ainsi qu'au foraminifère planctonique *Epistomina* sp., à Puente Zonanga (fig. 22);
- *Parengonoceras* sp. juv. cf. *champaraense*, *Glottoceras raimondii*, *Glottoceras raimondii* var. *largum*, *Glottoceras ollonense*, *Glottoceras gracilecostatum*, *Glottoceras* cf. *bassleri*, *Glottoceras* sp. juv., *Polyelliceras peruvianum*, *Polyelliceras* cf. *lobatum*, *Ralphimlayites prorsocurvatum* et ? *Mojsisoviczia ventanillensis* sur la coupe de Baños del Inca (fig. 21). On note aussi la présence des oursins *Heteraster roscheni*, *Heteraster* sp. et *Pygorhynchus* (? nov.) sp.

Les coupes de la Quebrada Geshgash (fig. 34) et du Pongo de Rentema (fig. 46) montrent un assemblage similaire toujours dominé par les Engonoceratidae. On y a récolté *Parengonoceras pernodosum*, commun sur l'ensemble de la zone à *G. raimondii*, et au-delà jusqu'à la zone à *O. (O.) carbonarium* de l'Albien moyen (fig. 52, partie paléontologie). *Protanisoceras* cf. *acteon* est présent dans les premiers bancs fossilifères de la coupe du Pongo de Rentema. La coupe de Tamberia Oeste (fig. 39) révèle l'apparition du premier représentant du sous-genre *Oxytropidoceras*.

De nombreux oursins ont été récoltés sur la coupe de Paria Puquio (fig. 42) : *Coenholectypus* gr. *planatus*, *Temnocidaris* sp. ou les *Heteraster* du groupe *tschudii-roscheni*. *Heteraster tschudii*; les foraminifères *Pseudocyclamina rugosa* (benthique) et *Hedbergella* sp. (planctonique) et l'algue dasycladacée *Neomeris cretacea* sont présents sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 46).

Remarque : le genre *Mojsisoviczia*, représenté ici avec incertitude par l'espèce *M.* cf. *ventanillensis*, est communément attribué à l'Albien moyen. Le lectotype de Gabb (1869, p. 273) provient des argiles bitumineuses de la formation Pariatambo des Andes centrales, datées de ce sous-étage. Sa présence dans une faune de l'Albien inférieur est donc surprenante. Néanmoins, un autre représentant du genre *Mojsisoviczia* est présent à la base du bio-horizon à *P. ebrayi* sur la coupe de Paria Puquio (fig. 42) et au sommet de ce même horizon sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34).

Le faible nombre de spécimens concernés ne nous permet cependant pas de modifier strictement la répartition du genre. Dans l'attente de nouvelles données, nous indiquons l'incertitude soulevée ici par l'ajout d'un point d'interrogation devant le nom de genre (voir ci-dessus).

Corrélations interrégionales : Gerhardt (1897, p. 168-170, pl. 4, fig. 8a), puis Riedel (1938, p. 57, pl. 9, fig. 9-11), qui ont successivement décrit *Ralphimlayites prorsocurvatum* et *Polyelliceras* cf. *lobatum*, n'ont pas mentionné la faune éventuellement associée. Aucun argument stratigraphique direct ne permet donc de proposer pour le moment une corrélation fondée avec l'Albien de Colombie.

Par contre, *Protanisoceras* cf. *acteon* caractérise la sous-zone à Floridum (zone à Chalensis) dans le Bassin Anglo-Parisien (fig. 20). Cette précision est toutefois à considérer avec la même prudence que l'incertitude de la détermination.

Caractère paléobiogéographique de la faune d'ammonites : la faune d'ammonites est nettement centrée autour de formes péruviennes, mises à part les deux espèces colombiennes précitées *Ralphimlayites prorsocurvatum* et *Prolyelliceras* cf. *lobatum*. Pendant la sous-zone à *P. haasi*, la faune montre donc un caractère typiquement andin, presque exclusivement péruvien. Les relations avec les bassins nord-américains et péri-téthysiens sont semble-t-il interrompues.

SOUS-ZONE A *GLOTTOCERAS RAIMONDI*

Auteur : Robert, ce travail

Espèce-index : *Glottoceras raimondii* (Lissón, 1908)

Définition et Coupes de référence : la sous-zone à *G. raimondii* est représentée sur de nombreuses coupes. Sa base est placée à la première apparition locale de l'espèce index. Elle est bien caractérisée sur la coupe de Puente Zonanga (fig. 23), ainsi définie comme coupe-type. *Glottoceras raimondii* apparaît dans l'association Z4A du sommet de la vire marneuse 13. Sur la coupe du Pongo de Rentema, sa base est placée dans l'unité 73 à la LOD de *Glottoceras raimondii* var. *tardum* (spécimens numérotés R105). La partie supérieure de la sous-zone est bien développée sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 24), choisie comme seconde coupe-type.

Le sommet est défini par la première apparition locale de *Ralphimlayites mathewsi*, espèce-index de la subdivision supérieure.

Discussion : l'espèce *Glottoceras raimondii* est utilisée à double titre :

- comme index de la zone à *G. raimondii* dans le but de continuité nomenclaturale avec l'échelle stratigraphique historique de Benavides Cáceres (1956). Malheureusement la première apparition de l'espèce-index *Glottoceras raimondii* ne se situe pas à la base de la zone qu'elle définit. L'espèce n'est en effet pas représentée dans la première sous-zone à *P. haasi* (voir ci-dessus);
- comme index de la sous-zone à *G. raimondii*, ici définie, qui correspond à la répartition observée de l'espèce.

Subdivisions : cette sous-zone, période du maximum de la biodiversité de la famille des Engonoceratidae, est subdivisée en deux bio-horizons à *P. ebrayi* et *R. alternum*, exposés ci-après. Le bio-horizon à *P. ebrayi* est défini par l'acmé de son espèce index. L'apparition de *Ralphimlayites alternum* définit la base du second bio-horizon de la sous-zone à *G. raimondii*.

Variabilité et Limite d'utilisation de l'index : voir dans la partie consacrée à la zone à *G. raimondii*.

Potentiel et problèmes de corrélation : *Glottoceras raimondii* (et variétés), caractéristique de la partie médiane de la zone à *G. raimondii*, est une espèce très commune de l'Albien inférieur du Nord du Pérou. Elle a été récoltée sur de nombreuses coupes lors de ce travail.

Elle semble cependant absente dans la région méridionale des Andes centrales. Aussi, nous ne l'avons pas rencontrée sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34). Elle n'est pas non plus mentionnée par Wilson (1963, p. 17), von Hillebrandt (1970, p. 1193) ou encore

Tapia (1992, p. 51). *Glottoceras raimondii* est également absente de la coupe du Pongo de Manseriche (fig. 48).

BIO-HORIZON A *PARENGONOCERAS EBRAYI*

Auteur : Robert, ce travail

Espèce-index : *Parengonoceras ebrayi* de Loriol (1882)

Définition et Coupe de référence : ce bio-horizon est défini par l'acmé de *Parengonoceras ebrayi*. La coupe de Puente Zonanga est choisie comme coupe de référence : les alternances de calcaires noduleux et de marnes de la base de la formation Chulec (unités 14 à 20) renferment une très grande quantité de représentants de l'espèce-index numérotés Z4B à Z7 (fig. 23).

Le bio-horizon à *P. ebrayi* est très bien caractérisé sur la coupe de Chinchin (fig. 41), où l'espèce-type est commune. Mais nos données actuelles ne nous permettent malheureusement pas de déterminer ses limites inférieures et supérieures.

Variabilité de l'index : les représentants péruviens de *Parengonoceras ebrayi*, espèce créée par de Loriol (1882, p. 7) à partir de spécimens du Bassin Anglo-Parisien, montrent des divergences morphologiques mineures, comme la forme du ventre et le nombre de tubercules ventro-latéraux intercalaires. Une discussion détaillée est exposée dans le chapitre 3.

Limite d'utilisation de l'index : Comme *Neodeshayesites umbilicostatus* (voir dans la partie consacrée au bio-horizon à *umbilicostatus*), *Parengonoceras ebrayi* n'est pas une espèce typique du seul Pérou. Elle est présente dans les séries de l'Albien inférieur de la marge nord de la Téthys (Breistroffer, 1947). Néanmoins, elle n'a auparavant jamais été utilisée comme espèce-index. Elle est ici retenue comme espèce-type du premier bio-horizon de la sous-zone à *G. raimondii*.

Potentiel et problèmes de corrélation : l'espèce-index, bien que moins fréquente que *Glottoceras raimondii*, est présente dans les Andes centre-nord (Baños del Inca, Chinchin), les Andes nord-est (Paria Puquio) et les Andes nord (Puente Zonanga). De la même manière que *Glottoceras raimondii*, elle n'apparaît pas dans les séries des Andes centrales et de la bordure est du Bassin «Oriente».

Son extension stratigraphique est par contre très précise. L'espèce se localise uniquement à la base de la sous-zone à *G. raimondii*. Sa pertinence biostratigraphique est donc élevée.

Association caractéristique : l'association d'ammonites de la coupe de Puente Zonanga (fig. 23) est marquée par une grande diversité spécifique des genres *Glottoceras* et *Parengonoceras*. On note la présence de *Parengonoceras pernodosum* et de *Glottoceras crassinodosum*, espèces communes de l'ensemble de la zone à *G. raimondii* et encore présentes dans la zone à *O. (O.) carbonarium* (fig. F, partie paléontologie). La faune comporte également *Protanisoceras cantianum*, *Protanisoceras* sp. et *Tegoceras* sp. Elle est complétée par les oursins (*Heteraster tschudii* et *Heteraster* sp.) et les foraminifères planctoniques *Epistomina* sp. et *Hedbergella* sp.

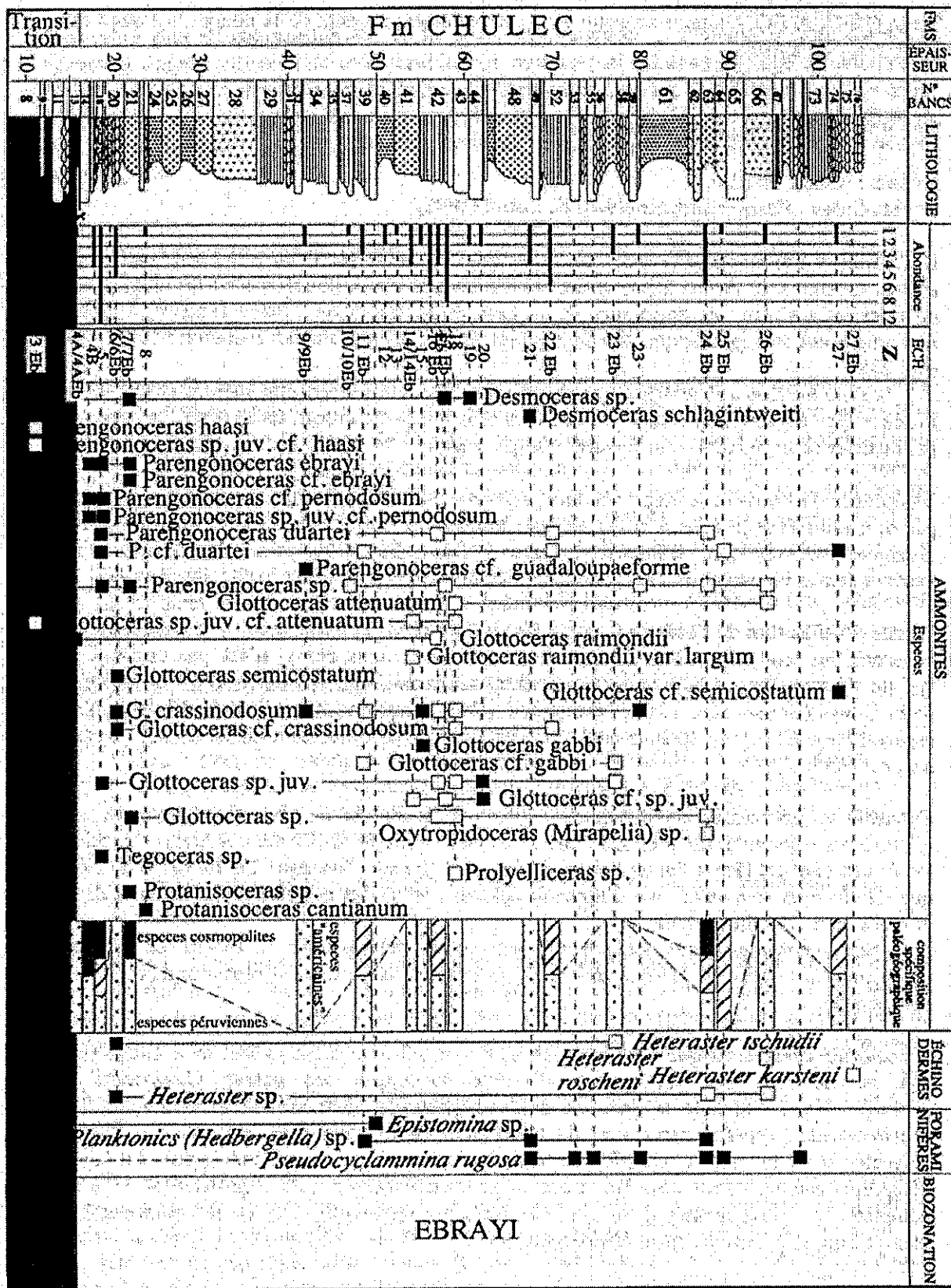


Figure 23. PUENTE ZONANGA (Perou). Sous-zones et espèces. Répartition de l'espèce - index Parengonoceras ebrayi et de la macrofaune associée. La limite supérieure de la sous-zone, définie par la LOD de Ruyphmacytes alios, num. est observée sur la coupe de Pango de Renana (Figure 24). La coupe de Puente Zonanga est espacée dans sa totalité sur la figure 43.

Les autres coupes montrent des associations toujours dominées par les Engonoceratidae. Nous mentionnons *Oxytropidoceras (Mirapelia) douglasi* mais éboulé sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig.31). *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) alticarinatum*, observée sur la coupe de Baños del Inca, confirme la présence, dès la sous-zone à *P. haasi* (voir ci-avant), du sous-genre de Stieler (1920) observé.

Les Lyelliceratidae sont représentés par *Prolyelliceras peruvianum*, *Prolyelliceras* sp. juv. (coupe de la Quebrada Geshgash, fig. 34) et *Prolyelliceras* sp. (coupe de Oyón, fig. 36).

On note la présence de *Douvilleiceras monile* sur la coupe de Tamberia Este (fig. 38) et d'*Hamites* sp. sur la coupe de Tamberia Oeste (fig. 40).

Les coupes de Corral Quemado (fig. 44) et du Pongo de Rentema (fig. 46) révèlent une faune significative d'oursins : *Heteraster roscheni*, *Heteraster karsteni*, *Coenholectypus* gr. *planatus*. Le bio-horizon à *P. ebrayi* contient les foraminifères *Favusella washitensis*, *Epistomina* sp. et *Pseudocyclammina rugosa* sur la coupe du Pongo de Rentema.

Remarque : Sur les autres coupes du Bassin Andin, *Oxytropidoceras (Mirapelia) douglasi* caractérise la base de la sous-zone à *R. ulrichi* de l'Albien moyen (fig. 61, partie paléontologie). Young (1966, p. 88-89) figure un exemplaire de cette espèce provenant de la formation Pariatambo des Andes centrales du Pérou (pl. 10, fig. 1, 5). Un autre spécimen, figuré sous le numéro 3 de la planche 35, dont nous confirmons l'attribution à l'espèce *douglasi*, provient de la formation Walnut, datée des zones à Hilli et Salasi de l'Albien moyen du Texas (sous la zone à Carbonarium) (Young, 1986).

Cooper (1982, p. 298, fig. D-E) figure un spécimen typique de l'espèce *douglasi* de Knechtel (1947) qu'il considère être un *Oxytropidoceras (Mirapelia) buarquianum*. Il lui donne un âge Albien moyen bien qu'il ne mentionne ni la répartition stratigraphique, ni les formes associées.

Le spécimen éboulé provenant de la coupe de la Quebrada Geshgash provient donc probablement d'un niveau supérieur.

Corrélations interrégionales : *Protanisoceras cantianum* Spath (1939, p. 567-568) est placé par son auteur dans le «Mammillatum-bed» de la coupe de Folkestone (Angleterre). Cette espèce est depuis citée par de nombreux auteurs dont :

- Breistroffer (1947, p. 24) qui mentionne cette espèce en association avec *Parengonoceras ebrayi* (ici espèce-index), *Douvilleiceras monile* et une faune caractéristique de la superzone à Mammillatum indifférenciée;
- Owen (1988, p.208) qui place *Protanisoceras cantianum* dans l'intervalle sous-zone à Floridum (zone à Chalcensis) - sous-zone à Puzosianus (zone à Auritifomis). Il mentionne également *Douvilleiceras monile* dans les sous-zones à Raulinianus (zone à Chalcensis) et Bulliensis (zone à Auritifomis) (fig. 20).

O. (Oxytropidoceras) alticarinatum (sous-zone à Raulinianus, zone à Auritifomis) et le genre *Tegoceras* confirment l'équivalence du bio-horizon à *P. ebrayi* avec la superzone à Mammillatum *pro parte* (Owen, 1988, p. 211).

Caractère paléobiogéographique de la faune d'ammonites : les représentants endémiques péruviens des genres *Glottoceras* et *Parengonoceras* dominent nettement l'association faunique du bio-horizon à *P. ebrayi*. Néanmoins, *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *alticarinatum*, *Protanisoceras cantianum* ou *Douvilleiceras monile* attestent d'un caractère cosmopolite mineur.

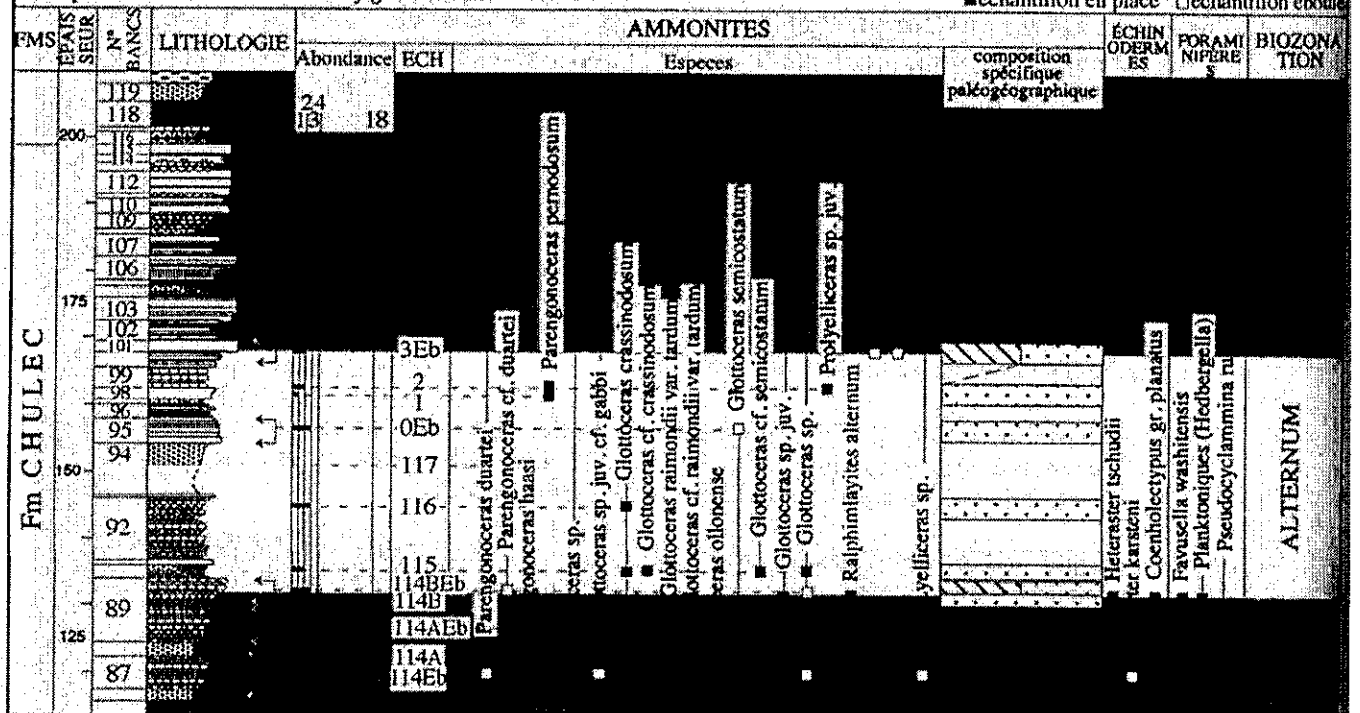
BIO-HORIZON A RALPHIMLAYITES ALTERNUM

Auteur : Robert, ce travail

Espèce-index : *Ralphimlayites alternum* nov. sp. Robert (ce travail)

Définition et Coupe de référence : à partir de ce bio-horizon, l'Albien inférieur et la base de l'Albien moyen montrent une meilleure qualité de l'enregistrement sédimentaire et de la richesse faunistique sur la coupe du Pongo de Rentema. La base du bio-horizon à *R. alternum* est définie par la première apparition locale (LOD) de l'espèce-index. Son premier représentant, numéroté R114B, apparaît au sommet de l'unité 89 de la formation Chulec (fig. 24). Le sommet se confond avec celui de la sous-zone à *G. raimondii* et correspond à la première apparition de *Ralphimlayites mathewsi* (voir plus loin).

Figure 24. PONGO DE RENTEMA, partie inférieure (Pérou). Bio-horizon à *R. alternum*
Répartition de l'espèce-index *Ralphimlayites alternum*, et de la faune associée. La partie inférieure de la coupe du Pongo de Rentema est exposée dans sa totalité sur la figure 46.



Variabilité de l'index : cette nouvelle espèce créée à partir de cinq spécimens se caractérise par des tubercules ventro-latéraux alternes, typiques du genre *Prollyellicerias*, associés à la tri-tuberculation typique des *Ralphimlayites*. Les représentants de cette espèce «intermédiaire», décrits en détail dans le chapitre 3, présentent une forte homogénéité morphologique.

Limite d'utilisation de l'index : une description détaillée de la nouvelle espèce *Ralphimlayites alternum* est proposée dans le chapitre consacré à la paléontologie.

Potentiel et problèmes de corrélation : la partie médiane de la zone à *G. raimondii* se caractérise par une faible diversité faunistique. Mis à part les *Glottoceras* et *Parengonoceras* présents sur l'ensemble de la zone et donc à faible valeur stratigraphique, seul *Ralphimlayites alternum* distingue cet assemblage. Ainsi, la rareté des taxons typiques (voir discussion ci-avant) rend délicate l'identification de ce bio-horizon sur plusieurs coupes. Il est cependant clairement individualisé sur les coupes de la Quebrada Geshgash (fig. 34) et du Pongo de Rentema (fig. 46).

Sur la coupe de Corral Quemado (fig. 44), nous plaçons de manière incertaine la base du bio-horizon à *R. alternum* à l'apparition de *Ralphimlayites* sp. (CQ12) dans l'unité 69.

Discussion : l'option choisie pour la coupe de Corral Quemado révèle la question du choix de la base du bio-horizon à *alternum*. Nous plaçons la base du second bio-horizon de la sous-zone à *raimondii* à l'apparition de *Ralphimlayites alternum*. Le genre semble effectivement se concentrer dans la partie supérieure de cette sous-zone; la présence de *Ralphimlayites* cf. *prorsocurvatum* à la base de la sous-zone à *P. ebrayi* sur la coupe de Baños del Inca est un cas isolé.

Par contre, l'espèce-index n'est observée que sur un nombre restreint de coupes; comme sur la coupe de Corral Quemado, l'espèce-index est absente et seul un *Ralphimlayites* sp. caractérise la seconde moitié de la sous-zone à *G. raimondii*. De plus, sur la coupe de la Quebrada Geshgash, un représentant indéterminé du genre est présent dans le banc précédant l'apparition de *Ralphimlayites alternum*.

Une autre possibilité serait de placer la base de ce bio-horizon à la première apparition d'un représentant du genre *Ralphimlayites* et de la définir par l'acmé de son espèce index.

Association caractéristique : sur la coupe de référence du Pongo de Rentema (fig. 24 et 46), l'espèce-index est associée à une faune variée de Engonoceratidae, dont *Glottoceras semicostatum* et *Glottoceras crassinodosum*. La deuxième moitié de l'horizon se caractérise par la présence de *Polyelliceras* sp. juv. (R2).

La coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34) montre une association réduite, également centrée autour des Engonoceratidae. On remarque la présence de *Parengonoceras haasi*. Cette extension stratigraphique particulière n'est enregistrée que dans les Andes centrales.

Caractère paléobiogéographique de la faune d'ammonites : la faune, peu diversifiée, est uniquement constituée d'espèces endémiques péruviennes. Les relations avec les autres bassins péri-téthysiens semblent donc interrompues.

SOUS-ZONE À RALPHIMLAYITES MATHEWSI

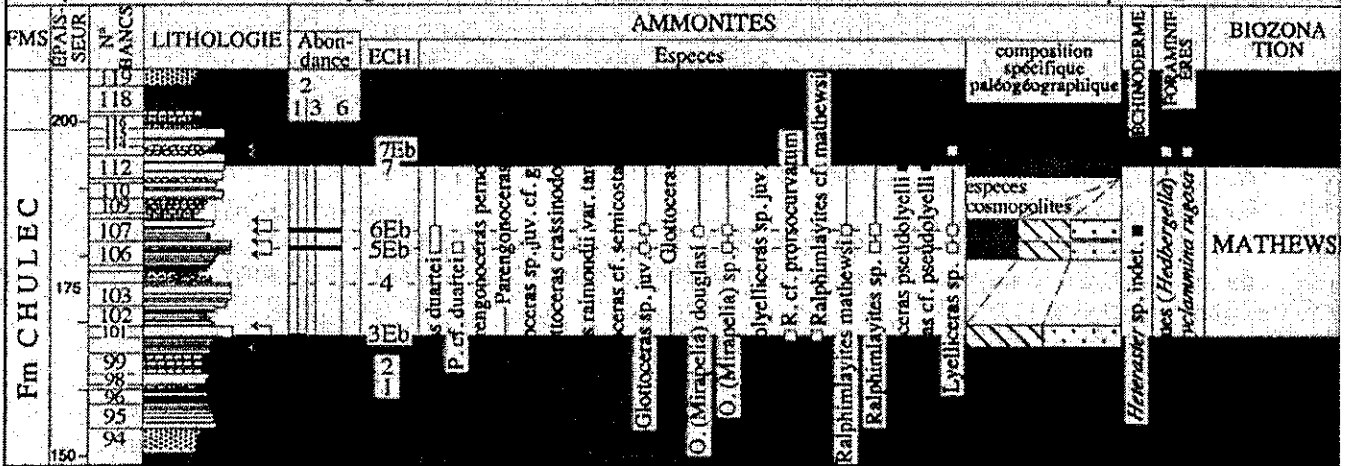
Auteur : Robert, ce travail

Espèce-index : *Ralphimlayites mathewsi* (Knechtel in Knechtel, Richards & Rathburn, 1947)

Coupe de référence : la faune de cette sous-zone est bien individualisée sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 25) que nous désignons ici comme coupe-type.

Figure 25. PONGO DE RENTEMA, partie inférieure (Pérou). Sous-zone à *R. mathewsi*.

Répartition de l'espèce-index *Ralphimlayites mathewsi* et de la faune associée. La partie inférieure de la coupe du Pongo de Rentema est exposée dans sa totalité sur la figure 46.



Définition et subdivisions : cette dernière sous-zone de l'Albien inférieur est définie par la première apparition de *Ralphimlayites mathewsi*. Ses premiers représentants, numérotés R3Eb, se situent dans l'unité 101 de la coupe de référence. Ils ont été trouvés en éboulis, mais il est probable qu'ils proviennent de l'unité 101.

Sa partie supérieure est caractérisée par un bio-horizon à *L. pseudolyelli*, défini par l'acmé de son espèce-index, dont nous exposons les caractéristiques détaillées plus loin.

Le sommet correspond à la première apparition (LOD) de *Ralphimlayites ulrichi* et de *Lyelliceras lyelli* qui marquent tous deux la base de l'Albien moyen (voir plus loin).

Variabilité de l'index : *Ralphimlayites mathewsi* est un morphe intermédiaire entre les formes primitives de type *Ralphimlayites alternum* et les formes plus évoluées de l'Albien moyen. Ses caractères sont exposés en détail dans le chapitre 3.

Limite d'utilisation de l'index : l'extension stratigraphique de *Ralphimlayites mathewsi* couvre la totalité de la sous-zone qu'elle décrit. Elle est régulièrement présente dès qu'apparaissent *Ralphimlayites ulrichi* ou de *Lyelliceras lyelli*, comme nous l'observons sur la coupe-type (sommet du banc 114, fig. 25).

Potentiel et problèmes de corrélation : sur plusieurs coupes du Bassin Andin (Quebrada Geshgash, fig. 34; Yanarajo, fig. 37; Paria Puquio, fig. 42), l'Albien inférieur sommital et l'Albien moyen basal enregistrent des phénomènes de condensation. Les subdivisions à *R. alternum*, à *R. mathewsi* et à *R. ulrichi* sont localement difficiles à dissocier. Seule la région des Andes nord, où la sédimentation est plus continue, permet l'individualisation de ces sous-zones. Leur distinction est également rendue délicate par les faibles diversité et quantité de la faune d'ammonites.

La sous-zone à *R. mathewsi* est néanmoins bien représentée sur les coupes du Pongo de Rentema (coupe type, fig. 25 et 46) et de Corral Quemado (fig. 44).

Association caractéristique : sur la coupe de référence, la partie inférieure de la sous-zone (antérieure à l'horizon à *L. pseudolyelli*) se compose de l'espèce-index, de *Ralphimlayites* cf.

prorsocurvatum (non en place), *Ralphimlayites* sp., *Parengonoceras duartei*, *Glottoceras* sp. juv. et des représentants du sous-genre *Mirapelía*, dont l'espèce *douglasi*.

Sur la coupe de Corral Quemado, *Lyelliceras pseudolyelli* apparaît dans un niveau plus bas que celui de *Ralphimlayites mathewsi*. Nous plaçons ainsi la base de la sous-zone à l'apparition de *Lyelliceras pseudolyelli*. La séparation des deux parties de la sous-zone est donc impossible dans l'état actuel de nos données.

Composition de la faune d'ammonites : la sous-zone à *R. mathewsi* marque un changement majeur dans la composition générique de la faune d'ammonites avec le début du développement massif des Lyelliceratidae qui atteint son apogée dans la sous-zone sus-jacente à *R. ulrichi*.

Corrélations interrégionales : *Ralphimlayites prorsocurvatum* est décrite en Colombie par Gerhardt (1897, p. 168-170, pl. 4, fig. 8a). Nous n'avons cependant aucune indication sur la stratigraphie ou la faune originelle associée. Etayo Serna (1979), qui a créé le genre *Ralphimlayites* à partir de l'espèce de Gerhardt, ne mentionne pas la présence de l'espèce-type dans ses zones d'assemblages.

Etayo Serna (1979, p. 75) crée également l'espèce *Engonoceras duartei* que nous interprétons comme un *Parengonoceras*. Elle est localisée dans le banc 8 de la formation «Upper San Gil» (Colombie), datée de l'Albien moyen. Cette espèce fait partie de la zone d'assemblage à *Platiknemiceras colombiana*, *Rinconiceras rinconi* et *Lyelliceras pseudolyelliforme* (Etayo Serna, 1979, p. 14), associée, en plus, à *Glottoceras semicostatum*, *Glottoceras pognai*, *Engonoceras olgaluciae*, *Prolyelliceras benavidescaceresi*, *Lyelliceras isaaclei* et *Ralphimlayites apuloense* (fig. 26).

ALBIEN INFÉRIEUR A MOYEN	<i>Platiknemiceras colombiana</i> , <i>Rinconiceras rinconi</i> & <i>Lyelliceras pseudolyelliforme</i>	<i>Platiknemiceras colombiana</i> <i>Parengonoceras duartei</i> <i>Knemiceras semicostatum</i> <i>Knemiceras pognai</i> <i>Engonoceras olgaluciae</i> <i>Rinconiceras rinconi</i> <i>Prolyelliceras benavidescaceresi</i> <i>Lyelliceras pseudolyelliforme</i> <i>Lyelliceras isaaclei</i> <i>Ralphimlayites apuloense</i>
ALBIEN INFÉRIEUR	<i>Neodeshayesites columbianus</i> & <i>Douvilleiceras solitae</i>	<i>Holcophylloceras hernandezii</i> <i>Eodouvilleiceras pedrocarvajali</i> <i>Douvilleiceras solitae</i> <i>Douvilleiceras abozagloi</i> <i>Douvilleiceras tarapacaense</i> <i>Neodeshayesites solitae</i> <i>Neodeshayesites karsteni</i> <i>Neodeshayesites albertoalvarezi</i> <i>Neodeshayesites cingulatum</i> <i>Neodeshayesites contracta</i> <i>Carloscaceresiceras monteroi</i> <i>Carloscaceresiceras caceresi</i> <i>Trochleiceras (Trochleiceras) juliverti</i> <i>Trochleiceras (Jaunaportaiceras) hoffstetteri</i>
SOUS-ÉTAGES	ZONES D'ASSEMBLAGE	ASSOCIATIONS

Figure 26. Composition faunique des zones d'assemblage de l'Albien inférieur et moyen basal de Colombie (d'après Etayo Serna, 1979)

Au Pérou, *Parengonoceras duartei* a une répartition stratigraphique différente. L'espèce est effectivement présente à l'Albien moyen (Oyón, fig. 36; Yanarajo, fig. 37; Paria Puquio, fig. 42). Mais elle est commune depuis la sous-zone à *P. haasi* (Albien inférieur élevé) sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 46) et dans le bio-horizon à *P. ebrayi* sur plusieurs autres coupes.

Les Lyelliceratidae cités en Colombie par Etayo Serna sont également présents au Pérou ou ils appartiennent à la sous-zone à *R. ulrichi* de la base de l'Albien moyen (voir plus loin).

Caractère paléobiogéographique de la faune d'ammonites : la première moitié de la sous-zone marque le retour timide d'une faune «sud-américaines», dont les espèces *Ralphimlayites prorsocurvatum* et *Parengonoceras duartei* décrites en Colombie. Les échanges avec les régions nord du Bassin Andin se réactivent. Nous verrons plus loin que l'immigration de faunes américaines puis cosmopolites se poursuit progressivement jusqu'à la transgression majeure de l'Albien moyen.

BIO-HORIZON A *LYELLICERAS PSEUDOLYELLI*

Auteur : Owen (1971)

Espèce-index : *Lyelliceras pseudolyelli* (Parona & Bonarelli, 1897)

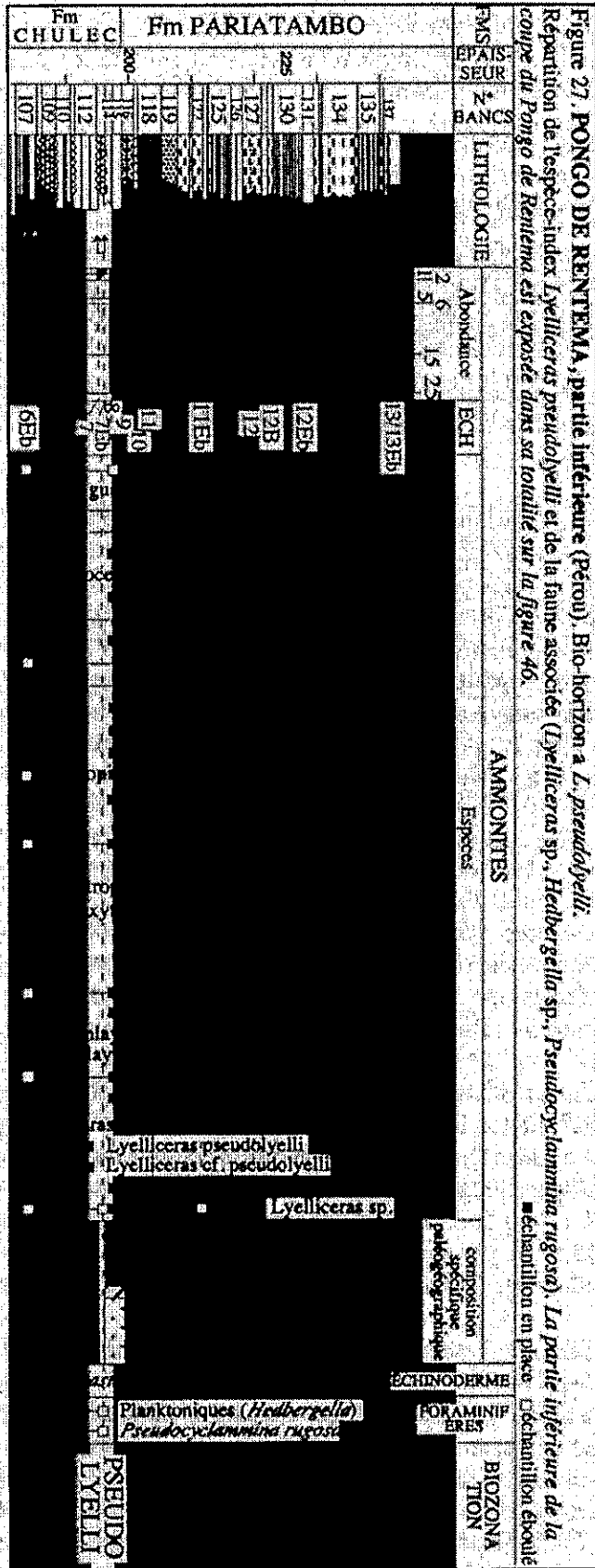
Définition et Coupe de référence : la faune du bio-horizon à *L. pseudolyelli* est représentée sur la coupe du Pongo de Rentema désignée comme coupe de référence (fig. 27). Le bio-horizon est défini par l'acmé de son espèce-index. Ses premiers représentants (R7) apparaissent dans les calcaires noduleux de l'unité 113. Le sommet est défini par la LOD de *Ralphimlayites ulrichi* et *Lyelliceras lyelli*, deux mètres et demi au-dessus, à la transition entre les deux unités 114 et 115.

Variabilité de l'index : Latil (1997) montre que *Lyelliceras pseudolyelli* présente une grande diversité morphologique. Plusieurs de ses formes sont décrites dans l'Albien inférieur terminal et l'Albien moyen basal du Bassin Ouest péruvien. Les différents morphes de l'espèce sont exposés en détail dans le chapitre 3.

Limite d'utilisation de l'index : par rapport au Bassin Anglo-Parisien (Owen, 1971, 1984; Destombes, 1979; Latil, 1992), *Lyelliceras pseudolyelli* couvre un intervalle stratigraphique plus long. Au-delà de son bio-horizon, elle est présente à la base de l'Albien moyen (coupe de référence du Pongo de Rentema, figs. 27 et 46). Son utilisation est donc soumise à la caractérisation de l'ammonitofaune associée.

Potentiel et problèmes de corrélation : *Lyelliceras pseudolyelli* est une espèce fréquente du sommet de la sous-zone à *R. mathewsi*. Elle est observée sur les coupes de la Quebrada Geshgash (fig. 34), de Yanarajo (fig. 37), de Paria Puquio (fig. 42), de Corral Quemado (fig. 44) et du Pongo de Rentema (fig. 46). Mais, comme pour la partie inférieure de la sous-zone à *mathewsi* (voir ci-avant), le bio-horizon à *L. pseudolyelli* est marqué par une condensation de la série, conséquence d'une superposition d'intervalles transgressifs d'épaisseur réduite (voir partie sédimentologie). Il est localement confondu avec la sous-zone supérieure à *R. ulrichi*. Il est néanmoins bien individualisé sur la coupe de référence (voir ci-dessus).

Figure 27. PONGO DE RENTEMA, partie inférieure (Pérou). Bio-horizon à *L. pseudolyelli*. Répartition de l'espèce-index *Lyellicerat pseudolyelli* et de la faune associée (*Lyellicerat* sp., *Hebergella* sp., *Pseudocyclammina rugosa*). La partie inférieure de la coupe du Pongo de Rentema est exposée dans sa totalité sur la figure 46.



Discussions : *Lyelliceras pseudolyelli* est le premier *Lyelliceras sensu stricto* (définis autour de l'espèce type *lyelli*) de l'Albien du Bassin Andin. Au Pérou, les Lyelliceratidae montrent une double histoire phylétique (fig. 56, voir partie paléontologie) :

- les espèces andines, présentes depuis la base de la sous-zone à *G. raimondii*, qui caractérisent une phylogénie graduelle depuis l'espèce primitive *Prolyelliceras peruvianum* jusqu'aux *Lyelliceras isaactei* évolués;
- l'arrivée «tardive» des *Lyelliceras* vrais cospomolites, coïncidant avec le pic de transgression médio-albien : *Lyelliceras pseudolyelli* au sommet de l'Albien inférieur puis *Lyelliceras lyelli* à la base de l'Albien moyen.

Depuis les publications de Destombes (1979), d'Owen (1971, 1984) et de Latil (1994), il est admis que *Lyelliceras pseudolyelli* apparaît légèrement avant *Lyelliceras lyelli* dans le Bassin Anglo-Parisien.

Owen (1971, p. 120) mentionne que, dans la sous-zone à *Lyelli*, une faune à *Lyelliceras pseudolyelli*, *L. hirsutum* et *L. huberianum* marque une transition échelonnée vers *Lyelliceras lyelli sensu stricto*. Il suggère ainsi que *Lyelliceras lyelli* n'apparaît pas à la base de la sous-zone qu'il définit. Malheureusement, cet auteur ne propose pas de définition précise pour la base de cette sous-zone. Birkelund *et al.* (1984) placent toutefois la base de la sous-zone à *Lyelli* à la première apparition des *Lyelliceras sensu largum*. Il y a donc une ambiguïté puisque la base de la sous-zone à *Lyelli* ne correspond pas à la FAD de *Lyelliceras lyelli*.

Amédéo *in* Hart *et al.* (1996, p. 52) souligne ce problème et pose la question de la définition réelle de la base de l'Albien moyen. Deux options sont envisageables :

- à la première apparition de *Lyelliceras lyelli sensu stricto*;
- à la LOD ou FAD des *Lyelliceras* «vrais», *Lyelliceras pseudolyelli* inclus.

Lors du deuxième symposium sur les limites de l'étage Albien de Bruxelles, cette question n'a pas été «tranchée» (Hart *et al.*, 1996). Dans l'attente de nouvelles investigations coordonnées par le Groupe Français du Crétacé (GFC), il est admis que la base de l'Albien moyen est maintenue à la FAD de *Lyelliceras lyelli*.

Cette discussion est ici évoquée car l'organisation phylétique des Lyelliceratidae du Bassin Andin s'inscrit totalement dans cette problématique. Comme nous l'avons indiqué dans le paragraphe précédent, un changement important dans la composition spécifique des Lyelliceratidae s'opère avec l'arrivée des *Lyelliceras* «vrais» au passage entre l'Albien inférieur et l'Albien moyen. Les premiers représentants sont des *Lyelliceras pseudolyelli* alors que l'espèce *lyelli* arrive postérieurement. L'hypothèse de la définition de la base de l'Albien moyen par la LOD de *Lyelliceras pseudolyelli* doit donc être envisagée.

Cependant, cette hypothèse de travail doit être basée sur une plus vaste caractérisation à l'échelle du Bassin Andin. Nous avons vu que la reconnaissance du bio-horizon à *L. pseudolyelli* et de la sous-zone à *R. ulrichi* est parfois délicate à cause de la condensation de la série. Il sera donc nécessaire d'effectuer de nouveaux prélèvements sur les unités 113 à 115 de la coupe du Pongo de Rentema (figs. 27 et 46) ou sur d'autres coupes annexes. Dans l'attente de nouveaux résultats, nous suivons les recommandations de la Sous-Commission de Stratigraphie de l'IUGS (Hart *et al.*, 1996). La base de l'Albien moyen est donc placée à l'apparition simultanée de *Lyelliceras lyelli* et de *Ralphimlayites ulrichi*.

Association caractéristique : l'espèce-index n'est associée qu'à *Lyelliceras* sp. et aux foraminifères *Hedbergella* sp. et *Pseudocyclammina rugosa* dans les bancs 113 et 114 de la coupe de référence du Pongo de Rentema (fig. 27). Nous ne pouvons malheureusement pas individualiser la sous-zone sur les coupes de la Quebrada Geshgash, de Yanarajo, de Paria Puquio ou de Corral Quemado où l'espèce est présente.

Corrélations interrégionales : *Lyelliceras pseudolyelli*, caractéristique de la transition entre l'Albien inférieur et moyen, est une espèce cosmopolite. Elle a été décrite par de nombreux auteurs (dont d'Orbigny, 1841; Jacob, 1907; Spath, 1930, 1931; Benavides Cáceres, 1956; Casey, 1961; Collignon, 1963; Latil, 1994) dans le Bassin Anglo-Parisien, le Bassin Vocontien, à Madagascar ou dans le Bassin Andin. Elle définit le dernier horizon de l'Albien inférieur. Les Lyelliceratidae sont malheureusement absents de l'Albien d'Amérique du Nord, des régions euro-boréales ou de la marge sud de la Téthys (mis à part *Lyelliceras flandrini*, espèce locale).

Caractère paléobiogéographique de la faune d'ammonites : l'ammonitofaune du biohorizon à *L. pseudolyelli* est caractérisée par une très faible biodiversité. Cette période de « crise biologique » marque néanmoins la poursuite des échanges marins du Bassin Andin avec les régions téthysiennes. Les *Lyelliceras pseudolyelli* cosmopolites prennent le relais des faunes sud-américaines apparues dans la première moitié de la sous-zone à *R. mathewsi*.

3.3.5.2. ALBIEN MOYEN

BIOZONE A *OXYTROPIDOCERAS* (*OXYTROPIDOCERAS*) *CARBONARIUM*

Auteur : Benavides Cáceres (1956)

Espèce-index : *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *carbonarium* (Gabb, 1877)

Historique : Benavides Cáceres (1956, p. 395) crée la biozone d'association à *carbonarium* sur la base d'une faune d'ammonites (et de bivalves et d'oursins), dominée par les Lyelliceratidae et les Mojsisovicsiinae.

L'espèce-index, placée dans le sous-genre *Manuaniceras* par Knechtel (1947), ne caractérise que la seconde moitié de la zone. Cependant, par souci de stabilité nomenclaturale, nous avons choisi de garder le nom introduit par Benavides Cáceres (1956).

Cet auteur considérait déjà la biozone à *carbonarium* comme caractéristique de la seconde moitié de l'Albien moyen (fig. 11). Mais cette hypothèse était déduite de l'âge Albien moyen basal qui était donné à la biozone à *raimondii* (dont nous démontrons dans ce travail qu'elle caractérise l'Albien inférieur élevé). L'attribution fortuite à l'Albien moyen élevé est cependant confirmée par les résultats exposés dans ce travail.

Coupes de référence : la biozone à *O. (O.) carbonarium* est bien exprimée sur les coupes du Pongo de Rentema (figs. 28 et 30) et de la Quebrada Geshgash (fig. 31), ici désignée comme coupes-types (voir plus loin).

Définition et subdivisions : sa base est fixée à la première apparition locale (LOD) de *Ralphimlayites ulrichi* et de *Lyelliceras lyelli* (voir le détail dans la partie consacrée à la sous-zone à *ulrichi*). Nous individualisons deux nouvelles sous-zones à *R. ulrichi* et *O. (O.) carbonarium* définies par la première apparition (LOD) de leurs espèces-index.

Le sommet est caractérisé par la première apparition de *Dipoloceras cristatum*, marqueur classique de l'Albien supérieur à l'échelle globale.

Discussion : l'Albien moyen se marque par une faune d'ammonites diversifiée et plus équilibrée. Les familles des Lyelliceratidae, des Engonoceratidae et des Brancoceratidae (Mojsisovicziinae et Brancoceratinae) sont toutes représentées par un nombre significatif d'espèces. Dans le détail, les deux sous-zones de la biozone à *O. (O.) carbonarium* sont cependant différentes : la sous-zone à *R. ulrichi* se compose d'une majorité de Lyelliceratidae alors que la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* est dominée par les Mojsisovicziinae.

Variabilité de l'index : *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* est présente dans de nombreux bassins du globe, mais elle montre une grande stabilité morphologique. Toutefois, la taxonomie de la famille des Mojsisovicziinae est encore assez confuse. Elle nécessiterait une révision majeure. La faune péruvienne est malheureusement trop réduite et sa conservation très moyenne. Elle ne permet pas de proposer une discussion approfondie. Une description des spécimens récoltés au Pérou est donnée dans le chapitre 3.

Limites d'utilisation de l'index : comme nous le signalons plus haut, l'espèce-index n'est présente que dans la partie supérieure de la zone qu'elle définit. Son potentiel d'utilisation est donc discuté dans la description de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* (voir plus loin),

Potentiel et problèmes de corrélation : l'Albien moyen est bien exposé et fossilifère sur les coupes des Andes centrales, des Andes nord-est et des Andes nord (fig. 3), alors que la coupe de Baños del Inca (Andes centre-nord) n'a livré qu'une faune réduite et peu caractéristique.

La caractérisation des deux sous-zones est très inégale. La base de la sous-zone à *R. ulrichi* est la période de plus grande diversité faunique de l'ensemble de la série albienne du Bassin Andin. Elle est donc largement exprimée sur la plupart des coupes étudiées. La seconde sous-zone à *O. (O.) carbonarium*, moins fossilifère, n'est bien individualisée que sur les coupes du Pongo de Rentema (fig. 46) et de la Quebrada Geshgash (fig. 34).

SOUS-ZONE A RALPHIMLAYITES ULRICHI

Auteur : Robert, ce travail

Espèce-index : *Ralphimlayites ulrichi* (Knechtel in Knechtel, Richards and Rathburn, 1947)

Coupe de référence et Définition : l'association faunique de la sous-zone à *R. ulrichi* est bien représentée sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 28) que nous désignons comme coupe de référence. La base de la sous-zone est définie par la première apparition locale (LOD) de *Ralphimlayites ulrichi* et de *Lyelliceras lyelli*. Elle correspond aux spécimens numérotés R8 du sommet de l'unité 114. Son sommet est placé à la première apparition de *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium*, espèce-type de la sous-zone sus-jacente.

Variabilité de l'index : la trituberculation, les côtes fréquentes et l'apparition tardive des tubercules latéraux de l'espèce-type caractérisent la morphologie la plus évoluée des *Ralphimlayites* du Bassin Andin. Une description détaillée et une discussion de la place de cette espèce dans la phylogénie des Lyelliceratidae est donnée dans le chapitre 3.

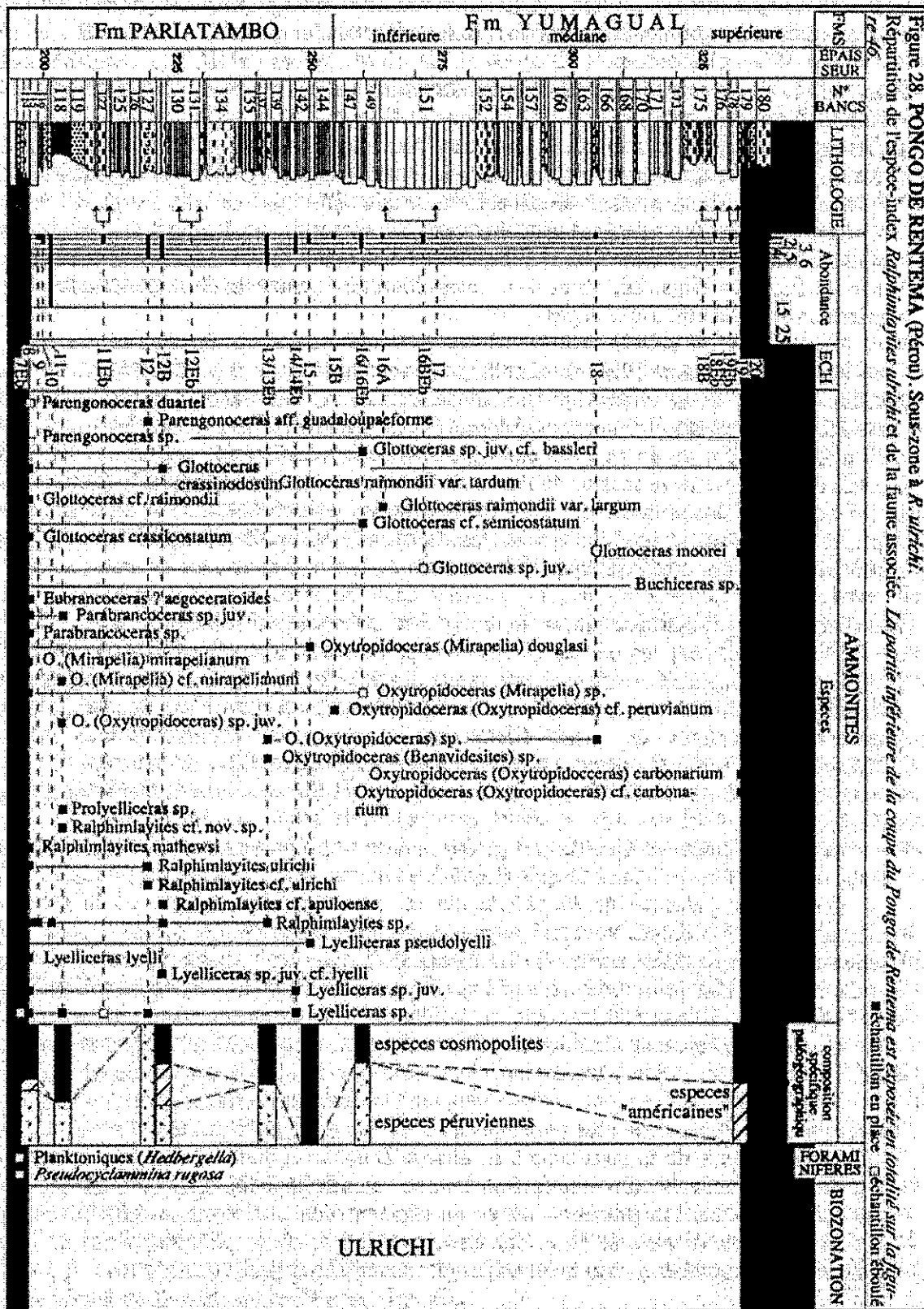


Figure 28. PONGO DE RENTEMA (Pérou). Sous-zone à *R. ulrichi*. Répartition de l'espèce-index *Ralphimlayites ulrichi* et de la faune associée. La partie inférieure de la coupe du Pongo de Rentema est exposée en totalité sur la figure 46.
 ■ composition spécifique paleontologique
 ■ échantillon en place
 ■ échantillon éboulé

Limite d'utilisation de l'index : *Ralphimlayites ulrichi* est uniquement présente dans la partie inférieure de la sous-zone qu'elle définit. Son extension stratigraphique étant réduite, cette espèce constitue un très bon marqueur de la base de l'Albien moyen.

Potentiels et problèmes de corrélation : la base de la sous-zone à *R. ulrichi* enregistre le maximum de transgression de l'Albien dans le Bassin Andin. Elle contient une faune nombreuse et diversifiée sur la presque totalité des régions des Bassins Ouest et Oriental. Toutefois, comme nous l'avons déjà signalé, la superposition d'épisodes transgressifs courts crée les conditions d'une condensation locale de la série.

La sous-zone à *ulrichi* peut ainsi être confondue avec la sous-zone à *R. mathewsi* du sommet de l'Albien inférieur. Néanmoins, elle est nettement individualisée sur la coupe du Pongo de Rentema (figs. 28, 46 et 47). Les parties supérieures de la sous-zone sont bien exprimées sur de nombreuses coupes.

Benavides Cáceres (1956) mentionne plusieurs associations à *Lyelliceras pseudolyelli*, *Lyelliceras lyelli* et *O. (Oxytropidoceras) carbonarium*, caractéristiques de la biozone d'assemblage à *O. (O.) carbonarium* qu'il crée. Les régions du Pérou central et centre-nord qu'il a étudiées sont soumises à ces phénomènes de condensation de la série. Les nouvelles récoltes effectuées dans le secteur du Pongo de Rentema et de Corral Quemado (Pérou nord), où la série est plus dilatée, ont permis la mise en évidence d'assemblages fauniques superposés qui permettent de dissocier les divisions à *pseudolyelli*, *lyelli* (= *ulrichi*) et *carbonarium*, initialement regroupées par cet auteur.

Association caractéristique : sur la coupe de référence (fig. 28), l'espèce-index et *Lyelliceras lyelli* sont associées à une ammonitofaune très diversifiée constituée de *Prolyelliceras* sp., *Ralphimlayites* cf. *apuloense*, *Ralphimlayites* cf. *alternum*, *Lyelliceras* sp. juv., *Eubrancoceras* ? *aegoceratoides*, *Parabrancoceras* sp. juv., *Parabrancoceras* sp., plusieurs représentants du genre *Glottoceras* et du genre *Oxytropidoceras* tels *O. (Oxytropidoceras) cf. peruvianum*, *O. (Oxytropidoceras) sp. juv.*, *O. (Oxytropidoceras) sp.*, *O. (Mirapelia) mirapelianum*, *O. (Mirapelia) douglasi*, *O. (Mirapelia) sp.*, *O. (Benavidesites) sp.*

La coupe de Corral Quemado (fig. 45) montre une faune identique dominée par les Lyelliceratinae, alors qu'à Paria Puquio (fig. 42) les Engonoceratidae sont nombreux.

On note la présence de *Ralphimlayites* cf. *cotteri* sur les coupes de la Quebrada Geshgash (fig. 34) et de Yanarajo (fig. 37). Cette dernière coupe présente une faune abondante d'*Oxytropidoceras* et de Lyelliceratinae. Les espèces *O. (Benavidesites) cf. harrisoni*, *Eubrancoceras aegoceratoides*, *Tegoceras benavidescaceresi* et *Lyelliceras isaaclei* ont été reconnues.

Les premiers niveaux fossilifères de la coupe du Pongo de Manseriche ont livré une faune similaire avec, en plus, *Hamites* sp.

Extension vers l'Équateur : les premières associations d'ammonites des coupes d'Équateur sont caractéristiques de la sous-zone à *R. ulrichi*. Bulot in Jaillard *et al.* (1997) mentionne *Lyelliceras* gr. *ulrichi* (ici interprété comme un *Ralphimlayites*) et *Eubrancoceras aegoceratoides* dans les premiers mètres du membre des «calcaires C» de la coupe de Chinimbimi (Jaillard *et al.*, 1997, p. 71). Cette association se complète dans le niveau Ch18 par *Oxytropidoceras (Mirapelia) sp.* et *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) sp.*

Corrélations interrégionales : *Eubrancoceras aegoceratoides*, décrit par Steinmann (1881, p. 133-135) à partir d'un spécimen de Huallanca (secteur de la coupe de Yanarajo, Pérou), est

une espèce commune de l'Albien moyen de Colombie et du Venezuela (Renz, 1982). Owen (1971, p. 155) place cette espèce dans la sous-zone à Lyelli du Bassin Anglo-Parisien. Au Pérou, Benavides Cáceres (1956) considère *Eubrancoceras aegoceratoides* comme caractéristique de l'Albien moyen. Mais, sur la coupe de Pomachaca (p. 432), il cite cette espèce dans des associations à *Glottoceras raimondii* de l'Albien inférieur élevé. Lors de ce travail, elle apparaît systématiquement à la base de l'Albien moyen. Le genre *Rinconiceras* Etayo Serna (1979, p. 78) est un synonyme potentiel du genre *Eubrancoceras* créé par Breistroffer. Il caractérise la zone d'assemblage à *Platknemiceras colombiani*, *Rinconiceras rinconi* et *Lyelliceras pseudolyelliforme* considérée ici de la base de l'Albien moyen (voir discussion plus haut). Il est intéressant de remarquer que les trois espèces *Ralphimlayites* cf. *apuloense*, *Prolyelliceras benavidescaceresi* et *Lyelliceras isaaclei*, créées par Etayo Serna (1979), caractérisent la même zone d'association.

Le genre *Parabrancoceras*, introduit par Breistroffer (1951, p. 267), semble plutôt caractériser l'Albien inférieur terminal à moyen (Wright *et al.*, 1996, p. 136) : Owen (1988, p. 211) le mentionne dans la sous-zone à Steinmanni (zone à Auritifformis, Albien inférieur) (fig. 20). L'espèce type *besairiei* (Collignon, 1949) de Madagascar n'apporte malheureusement aucune indication stratigraphique.

Oxytropidoceras (Mirapelia) mirapelianum, créée par d'Orbigny (1850, p. 124), est citée par Breistroffer (1947, p. 28) dans la zone à Dentatus d'Angleterre et de la France. Elle est placée dans la sous-zone à Spathi par Owen (1971, p. 155). Sur un plan plus général, le sous-genre *Mirapelia* est commun dans l'Albien moyen du Bassin Anglo-Parisien, de l'Amérique du Nord, du Bassin Andin, du Brésil et de l'Angola (Wright *et al.*, 1996, p. 138). L'espèce *douglasi*, placée comme synonyme de *buarquianum* par Cooper (1982), est considérée comme marqueur de l'Albien moyen (voir plus haut). Young (1966, p. 26) place cette espèce dans la seconde moitié de la zone à Salasi de l'Albien moyen du Texas (fig. 29).

Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) peruvianum est considérée comme marquant la transition zone à Salasi - zone à Carbonarium au sein du «Fredericksburg group» du Texas, donc de l'Albien moyen plutôt élevé (Young, 1966, p. 26). Au Pérou, cette espèce est effectivement plutôt caractéristique de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium*, comme nous l'observons sur la coupe de la Quebrada Geshgash (voir plus loin).

Benavides Cáceres (1956, p. 414) mentionne l'espèce *O. (Benavidesites) harrisoni*, qu'il crée, en association avec *O. (Oxytropidoceras) carbonarium* et *Lyelliceras ulrichi (Ralphimlayites* ici) dans l'unité 85 de la Formation Pariatambo, interprétée ici comme des polyzones de condensation. Il est donc délicat de proposer une position biostratigraphique précise pour l'espèce *harrisoni*. Par ailleurs, Cooper (1982) ne donne aucune indication stratigraphique. Cependant, le sous-genre «américain» *Benavidesites*, mentionné depuis le Texas jusqu'au Pérou, est classiquement tenu pour l'Albien moyen (Benavides Cáceres, 1956; Wright *et al.*, 1996; ce travail).

Spath (1931, p. 315) mentionne l'association de *Lyelliceras cotteri* (interprétée ici comme *Ralphimlayites*) avec de nombreux *Lyelliceras*, *Douvilleiceras* et *Dipoloceratinae* (maintenant regroupés sous le terme *Mojsisovicsiinae*). Owen (1971, p. 154) et Rat *et al.* (1979, p. 110) placent *Lyelliceras cotteri* et *L. aff. cotteri* dans la zone à Lyelli de l'Albien moyen basal du Bassin Anglo-Parisien (fig. 20).

Mais surtout, la présence de *Lyelliceras lyelli* indique une corrélation directe entre la sous-zone péruvienne et la sous-zone à *Lyelli*, première sous-zone de l'Albien moyen (Hart *et al.*, 1996; fig. 20).

Caractère paléogéographique de la faune d'ammonites : l'ammonitofaune de la sous-zone à *R. ulrichi* montre un caractère nettement cosmopolite. Le pic de transgression facilite des échanges inter-provinciaux à grande échelle. De nombreuses formes proviennent des régions nord du Bassin Andin (Colombie et dans une moindre mesure Venezuela), frontalières avec la Mer Protocaraïbe : *Eubrancocheras aegoceratoides*, *Ralphimlayites cf. apuloense*, *Prolyelliceras benavidescaceresi* et *Lyelliceras isaaclei*.

Au-delà, plusieurs taxons américains sont également présents, tels que *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* et *O. (Benavidesites) harrisoni*. Enfin, on observe l'arrivée d'un fort contingent de formes cosmopolites dont *Lyelliceras lyelli*, *Ralphimlayites cotteri*, les *Oxytropidoceras* du sous-genre *Mirapelia* ou le genre *Parabrancocheras*.

Fredericksburg group	Albien sup.	Zone à <i>Manuaniceras powelli</i>
	Albien moyen	Zone à <i>Manuaniceras carbonarium</i>
		Zone à <i>Oxytropidoceras salasi</i>
		Zone à <i>Metengonoceras hilli</i>
Trinity group		Zone à <i>Metengonoceras sp.</i>
Texas Young (1961, 1986)		

Figure 29. Zonation de l'Albien moyen du Texas (d'après Young, 1961 et 1986).

SOUS-ZONE A *OXYTROPIDOCERAS (OXYTROPIDOCERAS) CARBONARIUM*

Auteur : Robert, ce travail

Espèce-index : *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* (Gabb, 1877)

Coupes de référence et définition : les coupes du Pongo de Rentema (fig. 30) et de la Quebrada Geshgash (fig. 31) offrent les meilleures représentations des associations d'ammonites de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium*. Elles sont ici désignées comme coupes-types.

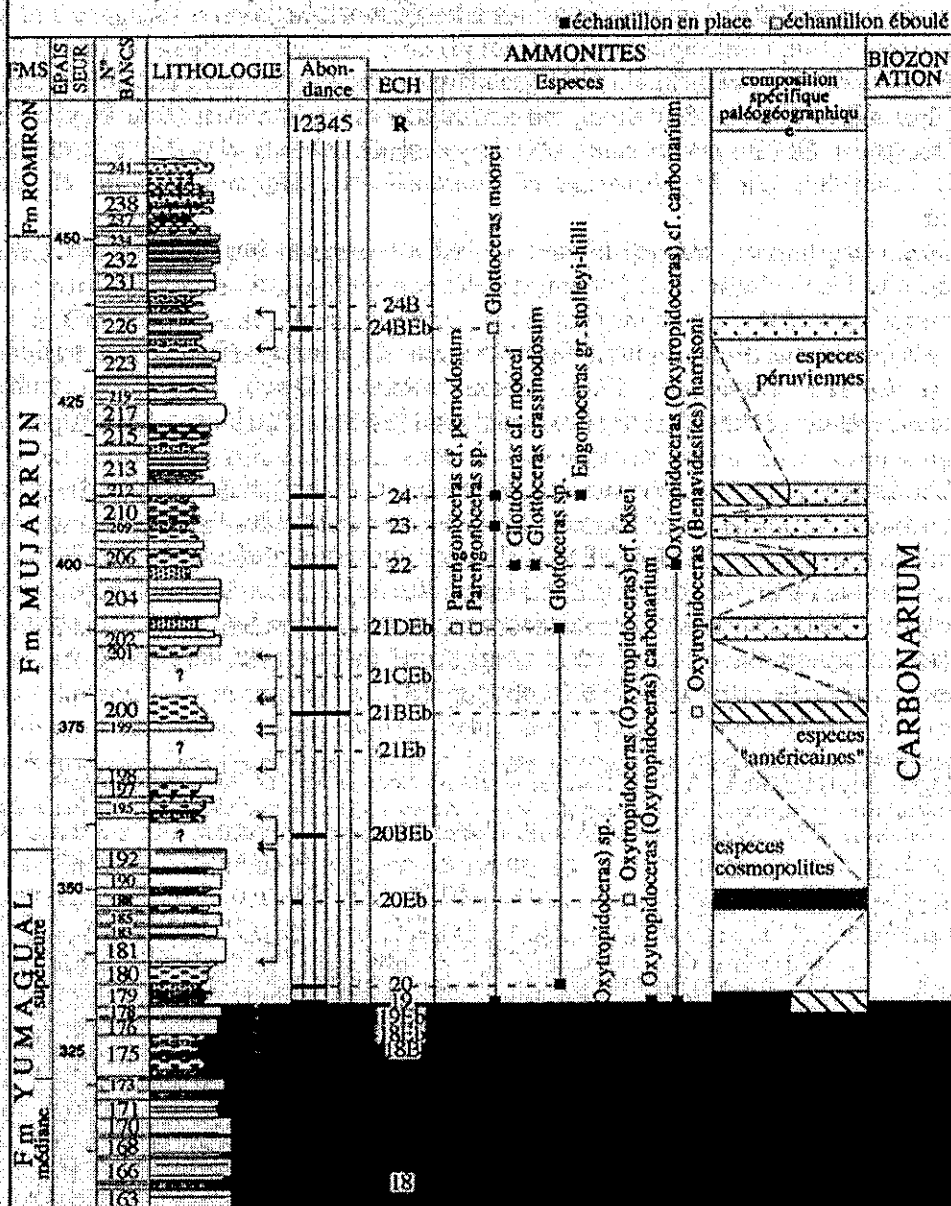
La base de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* est placée à la première apparition locale (LOD) de l'espèce-index. Elle se situe dans la partie inférieure de l'unité 179 de la coupe du Pongo de Rentema (fig. 30) où ont été récoltés les spécimens numérotés R19. Sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 31), la base de la sous-zone est placée à la base de l'unité 72 (G22).

Le sommet est défini par l'apparition des représentants du genre *Dipoloceras* qui marque la base de l'Albien supérieur (voir plus loin).

Variabilité de l'index : voir dans la partie consacrée à la biozone à *O. (O.) carbonarium*.

Limite d'utilisation de l'index : l'espèce-index n'est présente que dans la partie supérieure de la première zone de l'Albien moyen. Elle définit ainsi une sous-zone à *O. (O.) carbonarium*, qui correspond à sa réelle répartition stratigraphique. *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* est donc utilisée à la fois comme espèce-type de la sous-zone ici décrite et comme index de la zone à *carbonarium* historique de Benavides Cáceres (1956), maintenue afin de garder une stabilité nomenclaturale.

Figure 30. PONGO DE RENTEMA, partie supérieure (Pérou). Sous-zone à *O. (O.) carbonarium*. Répartition de l'espèce-index *Oxytropidoceras (Manuaniceras) carbonarium* et de la faune d'ammonites associée. La coupe du Pongo de Rentema supérieure est exposée dans sa totalité sur la figure 47.



Potentiel et problèmes de corrélation : la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* est moins fossilifère que la sous-zone à *R. ulrichi*. De plus, ces associations de l'Albien moyen supérieur n'ont été reconnues que sur un nombre restreint de coupes. Il est plus difficile de bien contraindre le caractère régional de ses associations fauniques sur plusieurs localités. Elle est cependant bien représentée sur les coupes du Pongo de Rentema et de la Quebrada Geshgash.

Association caractéristique : dans la partie inférieure de la sous-zone de la coupe du Pongo de Rentema (fig. 30 et 47), l'espèce-type est associée à *Glottoceras moorei*, *Glottoceras crassinodosum*, *Parengonoceras cf. pernodosum*, *Parengonoceras sp.*, *Engonoceras gr.*

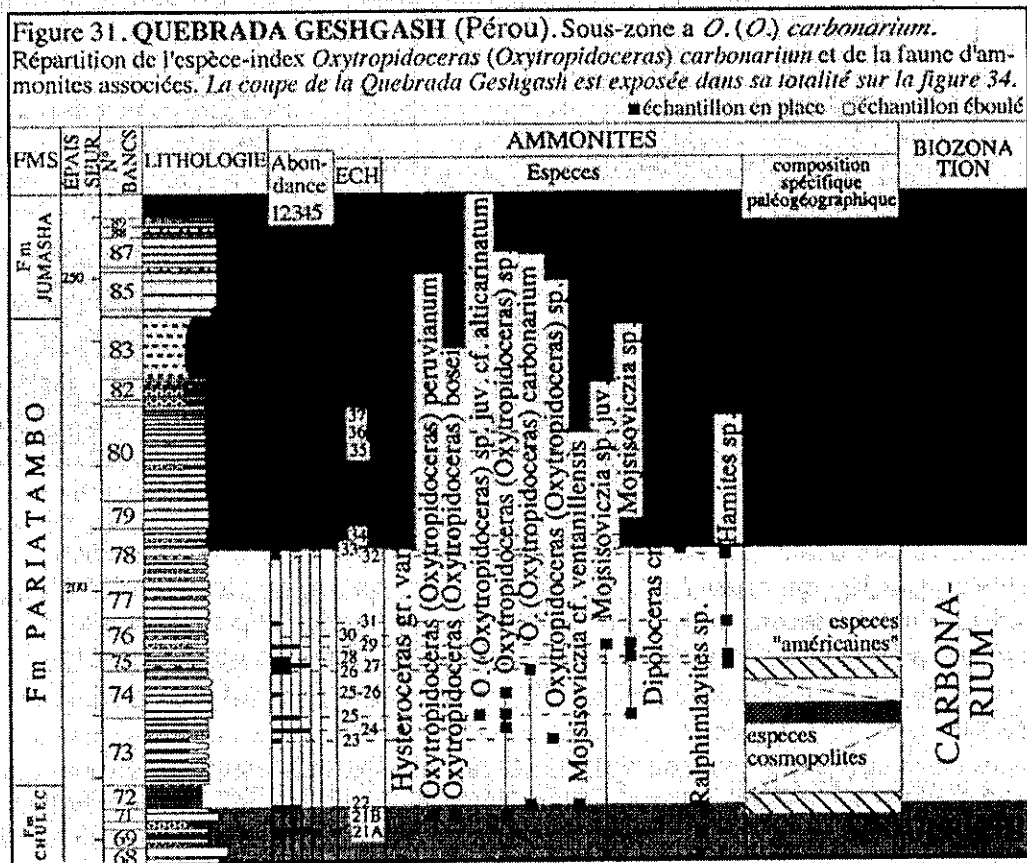
hilli-stolleyi et *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) cf. *bösei*. *Engonoceras* gr. *hilli-stolleyi* est également présent dans les bancs sommitaux de la coupe de Baños del Inca (échantillons 117-23; voir figure H dans la partie consacrée à la sédimentologie).

Sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 31 et 34), la sous-zone se compose d'une faune plus variée. Elle est centrée autour des représentants du sous-genre *Oxytropidoceras*, avec les espèces *O. (O.) peruvianum*, *O. (O.) bösei*, *O. (O.) cf. alticarinatum* et *O. (O.) sp.* Elle est complétée par *Mojsisoviczia* cf. *ventanillensis*, *Mojsisoviczia* sp. et *Hamites* cf. *maximus*.

Glottoceras moorei marque la base de la sous-zone sur la coupe de Corral Quemado (fig. 45).

La même association est observée sur la coupe de Yanarajo (fig. 37). La position élevée de *Protanisoceras cantianum*, d'âge Albien inférieur (Owen, 1988), est semble-t-il la conséquence de la condensation de la série qui rend le découpage biostratigraphique difficile.

L'ammonitofaune du sommet de la coupe de Manseriche (fig. 48) se compose malheureusement de faunes ébouées. On observe néanmoins les mêmes espèces. Les associations successives PM12Eb à PM14Eb montrent une totale incohérence. Les ammonites récoltées dans le dernier niveau fossilifère caractérisent plutôt un âge *mathewsi* à *ulrichi* alors que le niveau PM12Eb se compose d'espèces de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium*. Dans l'état actuel de nos observations, nous ne pouvons proposer un découpage stratigraphique logique pour la partie supérieure de cette coupe.



Remarque : sur le plan paléogéographique, les diverses familles d'ammonites ne montrent pas les mêmes répartitions. Les Engonoceratidae sont absents de la région des Andes centrales (Quebrada Geshgash) alors que les Mojsisovicziinae y sont très largement dominants. La coupe du Pongo de Rentema des Andes nord présente une composition presque opposée. Les genres *Oxytropidoceras* et *Mojsisoviczia* vivaient donc dans des milieux proches de la bordure de la plate-forme. Les formes tuberculées des genres *Glottoceras* et *Parengonoceras* s'adaptaient plutôt à des environnements plus distaux, ou la tranche d'eau était plus importante.

Discussion : le sommet des coupes de Paria Puquio (fig. 42) et de Oyón (fig. 36) se caractérise par la présence *Oxytropidoceras* (*Venezoliceras*) cf. *venezolanum*. Cette espèce est associée à *Oxytropidoceras* (*Benavidesites*) sp., *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) sp., *Parengonoceras* sp., *Glottoceras* sp. juv. et *Glottoceras* sp.

Benavides Cáceres (1956, p. 395) mentionne la présence d'*O.* (*Venezoliceras*) cf. *venezolanum* dans la biozone d'association à *carbonarium*, mais nous savons que cette association contient une faune multizonale (voir discussion plus haut). Le type de l'espèce *venezolanum* est *Schloenbachia* (*Mortoniceras*) *inflata* décrit par Steinmann in Schlagintweit (1911, p. 79) à partir d'un spécimen provenant de la région de Huallanca (Pérou) dont la position stratigraphique est discutée (voir dans le chapitre 3). Mais Renz (1982, p. 56) mentionne que les représentants du Venezuela proviennent du banc supérieur de la formation La Puya des environs de la localité La Aguada (près de Barbacoas), datée de l'Albien supérieur (équivalent de la sous-zone à Orbigny du vieux continent). Ce même auteur (1982, p. 42-59) cite une faune associée très riche, dont plusieurs espèces de *Mortoniceras* (*Mortoniceras*), *M.* (*Deiradoceras*) et d'*Hysterocheras* attestent un âge Albien supérieur.

Dans ce travail, l'espèce *venezolanum* est associée à *Parengonoceras* sp., *Glottoceras* sp., ou encore *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) sp. qui donnent un âge Albien moyen probablement supérieur. Au Pérou et en Équateur, *Oxytropidoceras* (*Venezoliceras*) cf. *venezolanum* est placée dans la partie supérieure de l'Albien moyen (sous-zone à *O.* (*O.*) *carbonarium*).

Extension vers l'Équateur : Bulot (*comm. pers*) mentionne une association similaire à *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *bösei*, *Oxytropidoceras* (*O.*) gr. *bösei* - *hubbardi*, *Oxytropidoceras* (*O.*) *peruvianum*, *Oxytropidoceras* (*O.*) gr. *peruvianum-multifidum*, *Oxytropidoceras* (*O.*) gr. *acutocarinatum-texanum*, *Oxytropidoceras* (*O.*) aff. *hubbachi*, *Oxytropidoceras* (*O.*) sp. *sensu stricto* et *Oxytropidoceras* (*Mirapelia*) aff. *douglasi* dans les niveaux Ch19 à 60 de la coupe de Chinimbimi (Jaillard *et al.*, 1997, p. 71). Les attributions à *Knemiceras laraense* et *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) cf. *powelli* ont depuis été révisées. Contrairement aux conclusions présentées dans le travail de Jaillard *et al.* (1997), nous datons ici l'ensemble de la coupe de Chinimbimi de l'Albien moyen.

Corrélations interrégionales : *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *peruvianum* est présente à la transition zone à Salasi - zone à Carbonarium du «Fredericksburg group» du Texas donc dans l'Albien moyen plutôt élevé (fig. 29). Son extension stratigraphique s'étend jusqu'à l'Albien supérieur sur la coupe de Chinimbimi (voir Jaillard *et al.*, 1997; ce travail).

Collignon in Besairie (1936, p. 181) mentionne *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *acutocarinatum* var. *multifida*, interprétée comme synonyme d'*Oxytropidoceras*

(*Oxytropidoceras*) *peruvianum-multifidum* par Renz (1982). Nous ne disposons malheureusement pas de données stratigraphiques.

Cooper (1982) donne un âge équivalent des sous-zones à Eodentatus (= Steinmanni depuis Owen, 1984) et à Lyelli, du passage Albien inférieur – moyen (fig. 20) pour la faune à *Oxytropidoceras* (dont l'espèce *bösei*) et *Douvilleiceras* de Dombe Grande (Afrique du Sud).

Breistroffer (1947, p. 28) mentionne *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *alticarinatum* dans la zone à Dentatus du Bassin Anglo-Parisien (fig. 20).

Hamites maximus est caractéristique de la zone à Lautus de l'Albien moyen terminal du Bassin Anglo-Parisien (Owen, 1971, p. 152).

Young (1961, 1986) utilise l'espèce *hilli* comme index de la deuxième sous-zone de l'Albien moyen du Texas. L'holotype d'*Engonoceras hilli* provient des calcaires du «Comanche Peak» de la localité de Benbrook (Texas) (Kennedy *et al.*, 1998, p. 13). Les nouveaux spécimens récoltés par ces auteurs proviennent des formations «Goodland and Comanchean Peak limestones». Kennedy *et al.* (1998) mentionnent également *Engonoceras stolleyi* dans ces mêmes formations et celle de «Walnut Clay». Les formations «Goodland» et «Comanche Peak» montent jusqu'à la base de l'Albien supérieur (Kennedy *et al.*, 1999) alors que la formation Walnut est restreinte à l'Albien moyen. Ces auteurs ne détaillent pas la position stratigraphique précise des *Engonoceras*. Néanmoins, *Engonoceras stolleyi* n'est pas citée dans l'association à *Dipoloceras cristatum* du sommet de la série. Nous pouvons en déduire que les *Engonoceras* du groupe *stolleyi-hilli* sont présents dans la partie inférieure de ces formations et qu'ils sont d'âge Albien moyen.

Caractère paléobiogéographique de la faune d'ammonites : même si les genres *Oxytropidoceras* et *Mojsisoviczia* sont cosmopolites, leurs espèces dans le Bassin Andin ont un fort caractère «américain» (*bösei*, *peruvianum*, *hubachi*), exceptée *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *alticarinatum*, signalée dans le Bassin Anglo-parisien. *Engonoceras* gr. *hilli-stolleyi* confirme l'influence aussi nord-américaine. Les représentants du genre *Hamites* renforcent toutefois le caractère cosmopolite de la faune d'ammonites. Dans son ensemble, la faune marque un retour vers une influence «américaine».

3.3.5.2. ALBIEN SUPERIEUR

SOUS-ZONE A *DIPLOCERAS CRISTATUM*

Auteur : Spath (1941)

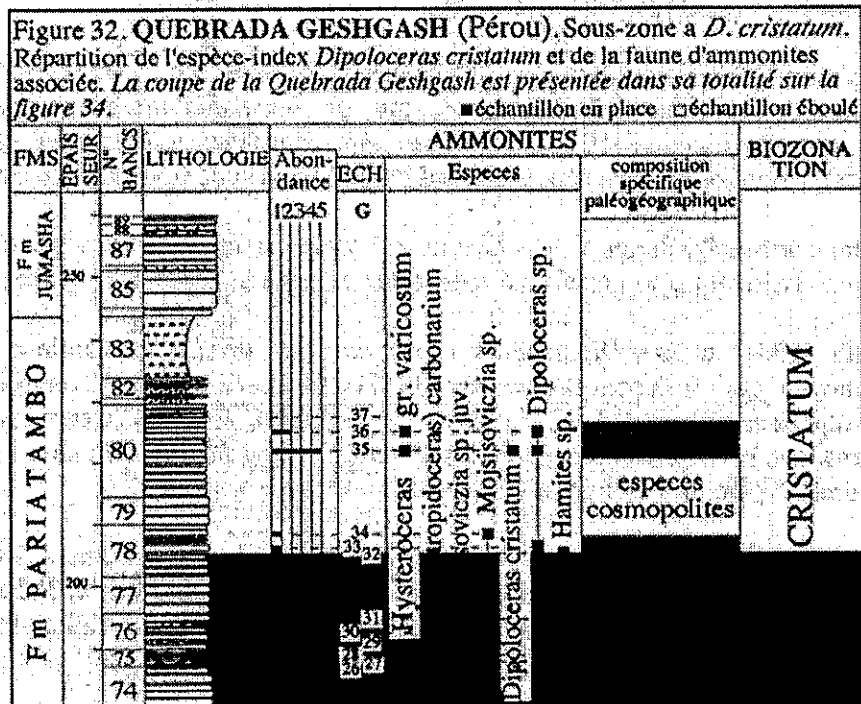
Espèce-index : *Dipoloceras cristatum* Deluc in Cuvier et Brongniart, 1822

Définition et Coupe de référence : la faune de la sous-zone à *D. cristatum* est uniquement représentée sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 32), ici désignée comme coupe-type.

La Sous-Commission de Stratigraphie de l'IUGS (Birkelund *et al.*, 1984; Owen, 1984) soutient la proposition de Breistroffer (1947) de placer la base de l'Albien supérieur à la première apparition de *Dipoloceras cristatum* ou de toute autre espèce de ce genre. Sur la coupe de référence du Bassin Andin, les premiers *Dipoloceras* sont des spécimens indéterminés. L'espèce-index *cristatum* apparaît plus haut dans la série. Nous plaçons, suivant les recommandations de l'IUGS, la base de la sous-zone à la première apparition locale

(LOD) du genre *Dipoloceras* (par ex. fig. 31), qui correspond aux échantillons G33 de l'unité 78 de la formation Pariatambo.

Seules les associations de la base de la sous-zone sont ici présentées. Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons caractériser les parties plus élevées de la sous-zone à *D. cristatum* et de l'Albien supérieur.



Variabilité de l'index : *Dipoloceras cristatum* est connue dans de nombreuses régions du globe et présente donc potentiellement des variations morphologiques comme le souligne Spath (1931, p. 365). Les spécimens récoltés lors de ce travail ne permettent pas de révision majeure. Néanmoins, une description est proposée dans le chapitre 3.

Limites d'utilisation de l'index : dans le Bassin Andin du Pérou, l'espèce *D. cristatum* n'est reconnue que sur la coupe de la Quebrada Geshgash. Lissón (1939) mentionne toutefois la présence de l'espèce à la localité de la «Hacienda Pinascocha, dans les «Cerros de Chuicho», près de Chacapalca (province de Yauli, Pérou central).

Potentiel et problèmes de corrélation : à l'échelle du Bassin Andin, seule la coupe de Misahualli d'Équateur contient d'autres représentants du genre *Dipoloceras* qui y caractérisent l'Albien supérieur (voir ci-dessous). Les corrélations avec d'autres localités du Bassin Andin sont donc dépendantes de nouvelles récoltes.

Association caractéristique : la sous-zone à *D. cristatum* de la coupe de référence (fig. 32) se compose de *Dipoloceras cristatum*, *Dipoloceras* sp., *Hystero-
ceras* gr. *varicosum* et *Hamites* sp. Malgré une faune très réduite en biodiversité, la présence de taxons très caractéristiques comme *Dipoloceras cristatum* et *Hystero-
ceras* gr. *varicosum* nous permet d'individualiser de manière formelle l'Albien supérieur.

Discussion : *Hysterocheras varicosum* est l'espèce-index de la troisième sous-zone de l'Albien supérieur (Owen, 1984a, 1999). Elle caractérise donc un âge nettement plus «récent» que la base de l'Albien supérieur. Cependant, cette espèce n'est représentée que par un exemplaire unique attribué avec doute dans la série du Bassin Andin (Quebrada Geshgash, fig. 34).

La création d'une nouvelle sous-zone d'âge Albien supérieur plus élevé nous semble prématurée dans l'état actuel. Cette hypothèse reste toutefois envisageable mais elle ne pourra être confirmée que par de nouvelles récoltes.

Extension vers l'Équateur : la coupe de Misahuallí (Jaillard *et al.*, 1997) contient une faune d'ammonites dominée par *Dipoloceras* sp. juv. gr. *bouchardianum* et *Oxytropidoceras* ? (*Laraiceras*) sp. Le niveau M15 contient *Oxytropidoceras* (*Venezoliceras*) cf. *karsteni* (Bulot, *comm. pers.*). Nous confirmons dans ce travail l'âge Albien supérieur de cette association.

Corrélations interrégionales : *Dipoloceras cristatum* et *Hysterocheras* gr. *varicosum* sont deux espèces-types qui sont mentionnées dans de nombreuses régions du globe.

Spath (1941) utilise *Dipoloceras cristatum* pour définir la dernière sous-zone de l'Albien moyen, qui est depuis Breistroffer (1947) considérée comme la première division de l'Albien supérieur (Birkelund *et al.*, 1984; Owen, 1999; fig. 20). Cette espèce-index est décrite dans tous les bassins péri-téthysiens albiens. Elle est mentionnée pour la première fois dans le Bassin Andin du Pérou et de l'Équateur.

Hysterocheras varicosum, décrite par Sowerby (1824, p. 74) dans l'Albien supérieur d'Angleterre, est une espèce également commune en France, Roumanie, Pologne et Crimée (Kennedy *et al.*, 1999). Elle confirme l'âge Albien supérieur de l'association du Bassin Andin (voir discussion ci-avant).

Oxytropidoceras (*Venezoliceras*) *karsteni*, espèce présente en Colombie et au Venezuela, est placée dans l'équivalent de la zone à Orbigny de l'Albien supérieur par Renz (1968, 1982).

Caractère paléobiogéographique de la faune d'ammonites : la sous-zone à *D. cristatum* enregistre le dernier pic transgressif de l'Albien (voir partie sédimentologie). Elle marque le retour des formes cosmopolites (*Dipoloceras cristatum*, *Hysterocheras* gr. *varicosum*, genre *Hamites*) qui dominent largement une association ou *Oxytropidoceras* (*Venezoliceras*) cf. *karsteni* est le seul représentant typiquement sud-américain.

3.4. SYNTHÈSE DES APPORTS BIOSTRATIGRAPHIQUES

La nouvelle approche biostratigraphique, basée sur la reconnaissance d'associations fauniques élémentaires, nous a permis de réviser le découpage zonal proposé en 1956 par Benavides Cáceres (fig. 33).

D'un point de vue biostratigraphique :

- il est établi que la biozone à *G. raimondii*, initialement considérée de l'Albien moyen, caractérise la seconde moitié de l'Albien inférieur;

YUMAGAR RENASHA PARIA- TAMBO CHULEC INCA	ALBIEN SUP.	SCYPHAX	ALBIEN SUPÉRIEUR	CRISTATUM
	ALBIEN MOYEN	CARBONARIUM	ALBIEN MOYEN	CARBONARIUM
				ULRICII
ALBIEN INFÉRIEUR	RAIMONDII	NICHOLSONI	ALBIEN INFÉRIEUR	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PSEUDOLYELLI</div> MATHEWSI <small>RAIMONDII</small> ALTERNUM EBRAYI HAASI
				<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">INTÉRVALLE STÉRILE</div> NICHOLSONI UMBILICOSTATUS
FORMATIONS	SOUS-ÉTAGE	ZONES	SOUS-ÉTAGE	ZONES
		AMMONITES		SOUS-ZONES et HORIZONS
	BIOCHRONOSTRATIGRAPHIE			AMMONITES
	PÉROU CENTRAL ET NORD			BIOCHRONOSTRATIGRAPHIE
	BENAVIDES CACERES (1956)			PÉROU CENTRAL ET NORD
				Cette Étude (2002)

Figure 33. Biozonations comparées de Benavides Cáceres (1956) et de celle élaborée dans ce travail, de l'Albien du Bassin Andin septentrional.

- l'Albien supérieur est mis en évidence pour la première fois. La biozone à *scyphax*, attribué avec incertitude à ce sous-étage par son auteur, est considérée de l'Albien moyen terminal. Elle est ici abandonnée au profit de la sous-zone à *cristatum*.

En ce qui concerne la composition des biozones, intentionnellement conservées, de Benavides Cáceres (1956), nous introduisons dix divisions biostratigraphiques nouvelles :

- la biozone à *N. nicholsoni* est divisée en deux bio-horizons à *N. umbilicostatus* et *N. nicholsoni* et un intervalle stérile;
- les trois sous-zones à *P. haasi*, *G. raimondii* et *R. mathewsi* définissent la zone à *G. raimondii*. La sous-zone à *G. raimondii* est elle-même divisée en deux bio-horizons à *P. ebrayi* et *R. alternum* alors qu'un bio-horizon à *L. pseudolyelli* marque le sommet de la sous-zone à *R. mathewsi*;
- la biozone à *O. (O.) carbonarium* est découpée en deux sous-zones à *R. ulrichi* et *O. (O.) carbonarium*;

Enfin, la base de l'Albien supérieur est définie par la sous-zone à *D. cristatum*.

Du point de vue de l'évolution des associations d'ammonites, six étapes majeures sont reconnues :

- une domination nette des représentants du genre *Neodeshayesites* dans les premières faunes d'ammonites de l'Albien inférieur du Bassin Andin;
- un renouvellement faunique majeur après la période azoïque du sommet de la zone à *N. nicholsoni*. La base de la zone à *G. raimondii* est caractérisée par l'extinction définitive des *Neodeshayesites* et l'apparition des Engonoceratidae;
- une augmentation rapide de la diversité spécifique des Engonoceratidae à la base du bio-horizon à *P. ebrayi*;
- une période de transition pendant l'intervalle bio-horizon à *R. alternum* / bio-horizon à *L. pseudolyelli*. La diversité des genres *Glottoceras* et *Parengonoceras* stagne. Les Lyelliceratidae, apparus timidement avec les premiers *Prolyelliceras* primitifs, accentuent leur diversité au fur et à mesure de l'apparition de nouveaux stades évolutifs;
- une arrivée massive de formes cosmopolites, dominée par les Lyelliceratidae, avec le pic de transgression de la base de l'Albien moyen (sous-zone à *R. ulrichi*);
- un troisième renouvellement faunique important depuis le sommet de la sous-zone à *R. ulrichi* jusqu'à la base de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium*. Les genres *Prolyelliceras*, *Ralphimlayites* et *Lyelliceras* disparaissent totalement. Les Mojsisovicziinae deviennent alors majoritaires.

3.5. SYNTHÈSE PALÉOBIOGÉOGRAPHIQUE DE LA FAUNE D'AMMONITES

La reconnaissance d'espèces cosmopolites ou américaines, dont certaines sont mentionnées pour la première fois dans l'Albien du Bassin Andin, permet de comprendre les grandes étapes de l'évolution de la faune d'ammonites du Pérou, en fonction des influences paléobiogéographiques successives. Le parallèle avec l'évolution séquentielle des dépôts est clairement exprimé et est développé dans le chapitre consacré à la sédimentologie. Ainsi :

- pendant le bio-horizon à *N. umbilicostatus*, base de la première transgression marine, la faune montre une nette affinité nord-américaine attestée par plusieurs taxons communs avec le Texas (*Neodeshayesites umbilicostatus*, *N. inti*, *Douvilleiceras rex*);
- depuis le bio-horizon à *N. nicholsoni* jusqu'au bio-horizon à *P. ebrayi*, la faune n'est soumise qu'à des influences mineures d'origine colombienne (*Ralphimlayites prorsocurvatum*, *Prolyelliceras* cf. *lobatum*) ou cosmopolite, telles que «*Beudanticeras*» gr. *dupinianum-newtoni*, *Douvilleiceras offarcinatum*, *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) alticarinatum*, *Protanisoceras cantianum* ou *Douvilleiceras monile*;
- le bio-horizon à *R. alternum* ne contient que des espèces endémiques péruviennes. Les relations inter-provinciales semblent interrompues;
- la sous-zone à *R. mathewsi* marque le retour de rares taxons colombiens (*Ralphimlayites prorsocurvatum*, *Parengonoceras duartei*) puis cosmopolites (*Lyelliceras pseudolyelli*) contemporains des premiers stades de la transgression méso-albienne;

- la sous-zone à *R. ulrichi* enregistre une accélération de la transgression. Son spectre faunique est constitué par une très riche faune d'ammonites sud-américaines (*Eubrancocheras aegoceratoides*, *Ralphimlayites* cf. *apuloense*, *Tegoceras benavidescaceresi*, *Lyelliceras isaaclei*), américaines au sens large [*Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *carbonarium*, *O.* (*Benavidesites*) *harrisoni*] et cosmopolites (*Lyelliceras lyelli*, *Ralphimlayites cotteri*, les *Oxytropidoceras* du sous-genre *Mirapelia*, le genre *Parabrancocheras*];
- pendant la sous-zone à *O.* (*O.*) *carbonarium*, on observe le retour d'une faune d'affinité américaine (espèces *bösei*, *peruvianum*, *hubachi* du genre *Oxytropidoceras*), même si les formes cosmopolites sont toujours présentes [*Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *alticarinatum*, genre *Hamites*];
- enfin, la sous-zone à *D. cristatum*, coïncidant à une nouvelle phase transgressive, montre un net caractère cosmopolite comme l'atteste la présence de *Dipoloceras cristatum*, *Hysterocheras* gr. *varicosum* et de représentants du genre *Hamites*.

ANNEXE DU CHAPITRE BIOSTRATIGRAPHIE

Les Figures 34 à 48 correspondent aux coupes représentées dans leur totalité. Elles sont successivement numérotées en fonction de leur position géographique dans le Bassin Occidental (depuis le Sud vers le Nord)

QUEBRADA GESHGASH (Andes centrales). Formations Chulec, Pariantambo et Jumasha.
 Lithologie et Biostratigraphie par E. Robert (1998, 2000).

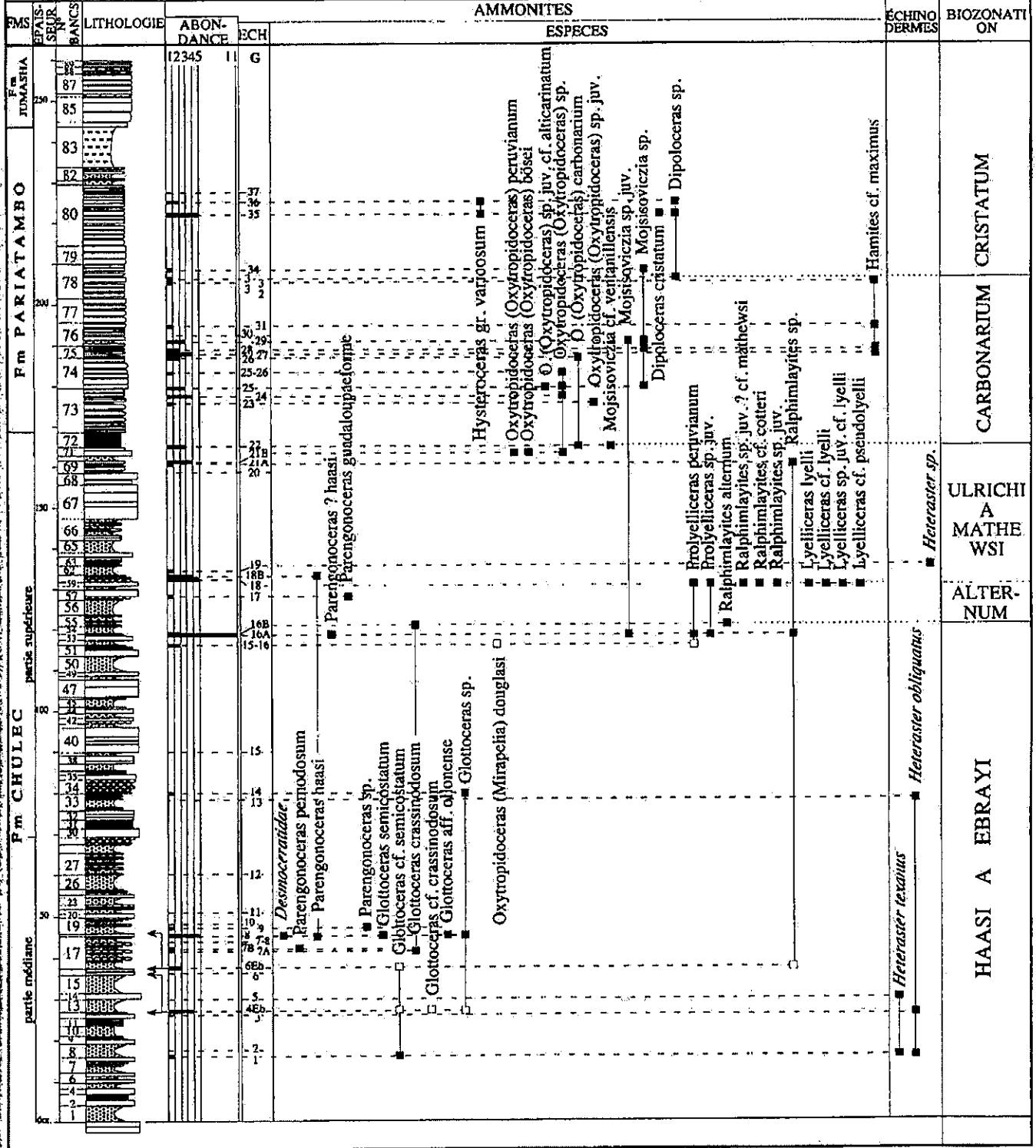


Figure 34. Coupe de la Quebrada Geshgash (Andes centrales). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

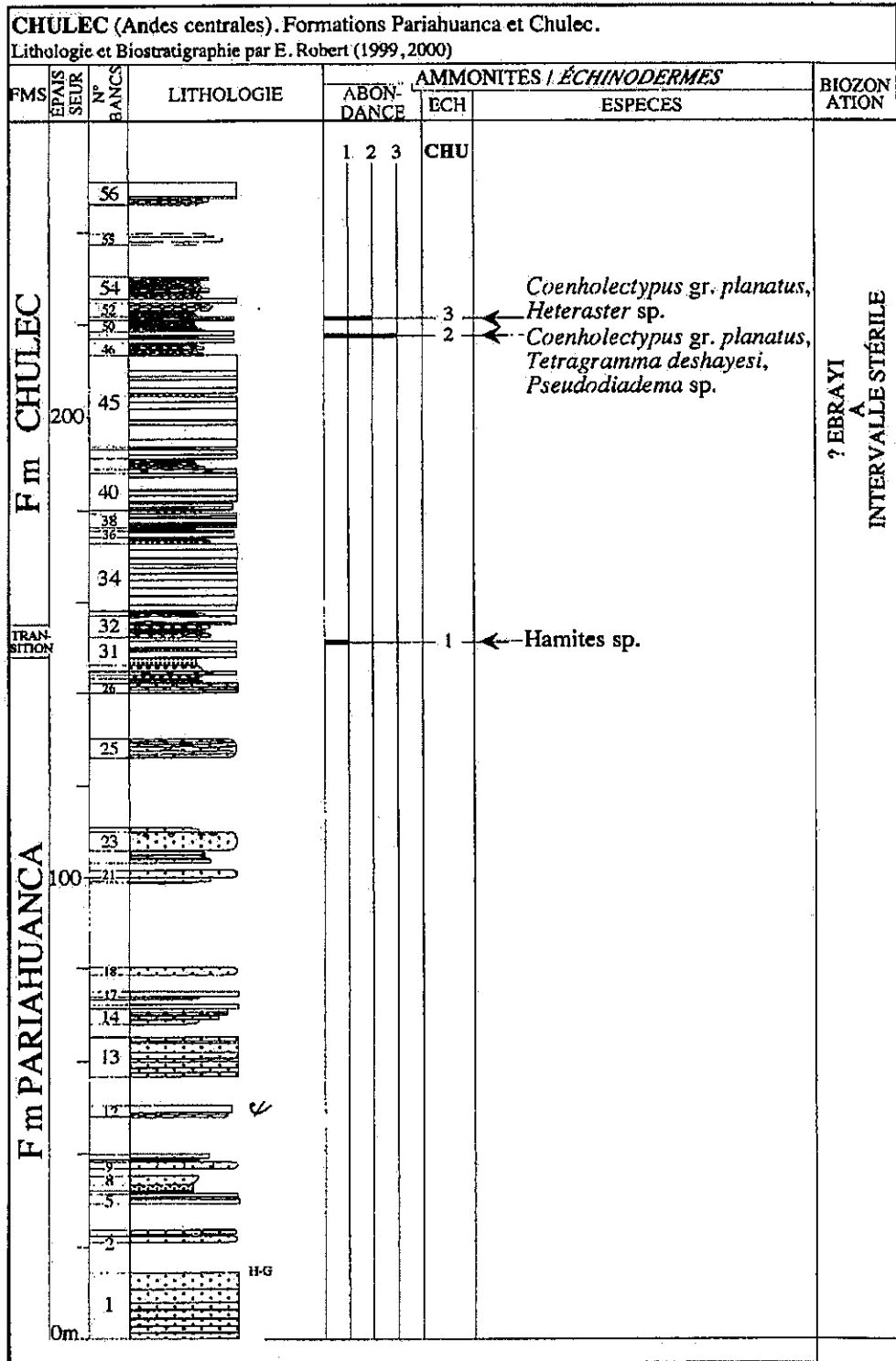


Figure 35. Coupe de Chulec (Andes centrales). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

OYON - Laguna Paton (Nord des Andes centrales). Formations Chulec et Pariatambo
Lithologie par J. Jacay (1999)
Biostratigraphie par E. Robert (2000)

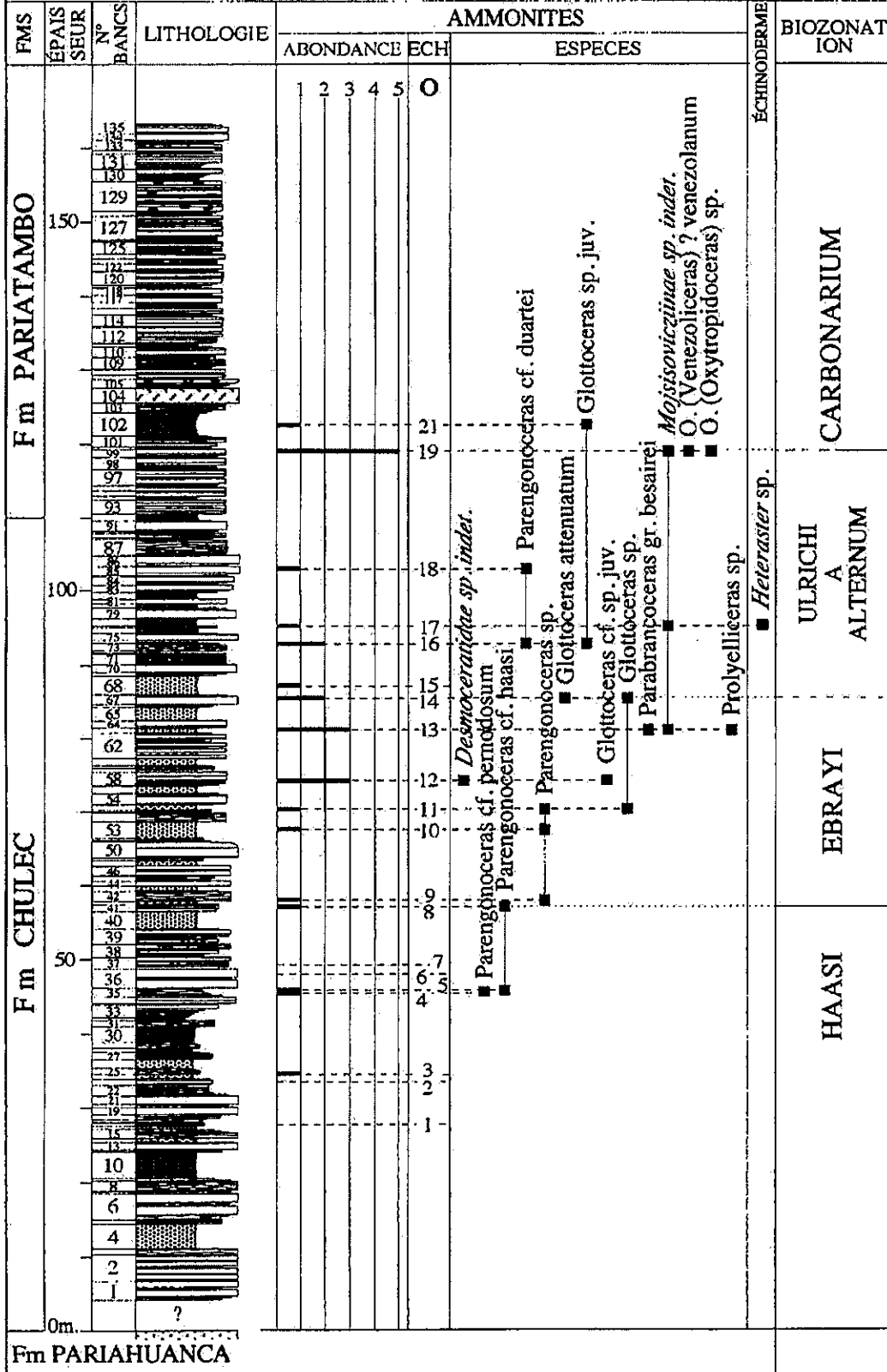


Figure 36. Coupe de Oyon (Nord des Andes centrales). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

YANARAJO (Nord des Andes centrales). Formations Chulec et Pariatambo.
Lithologie et Biostratigraphie par E. Robert (1999, 2000)

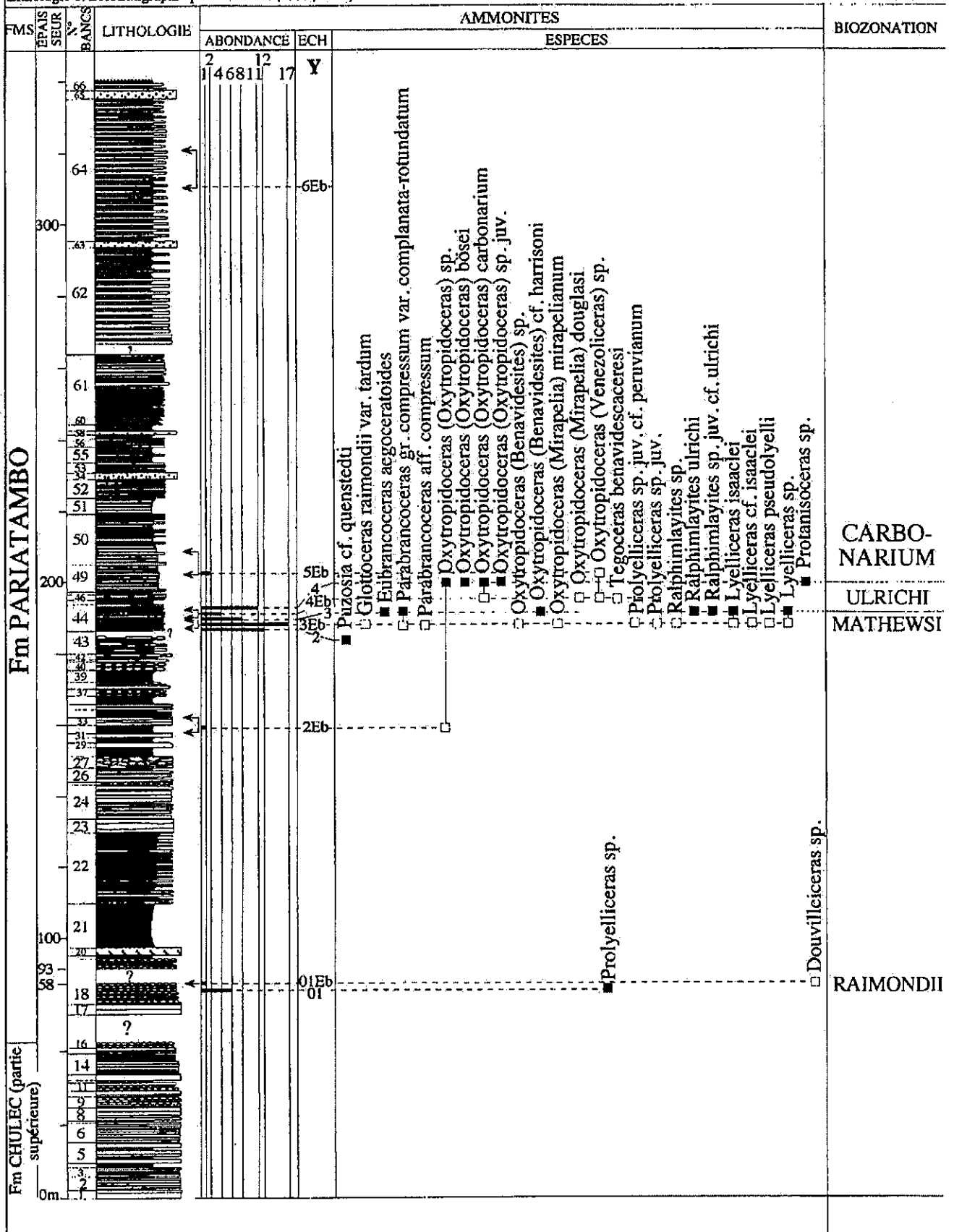


Figure 37. Coupe de Yanarajo (Nord des Andes centrales). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

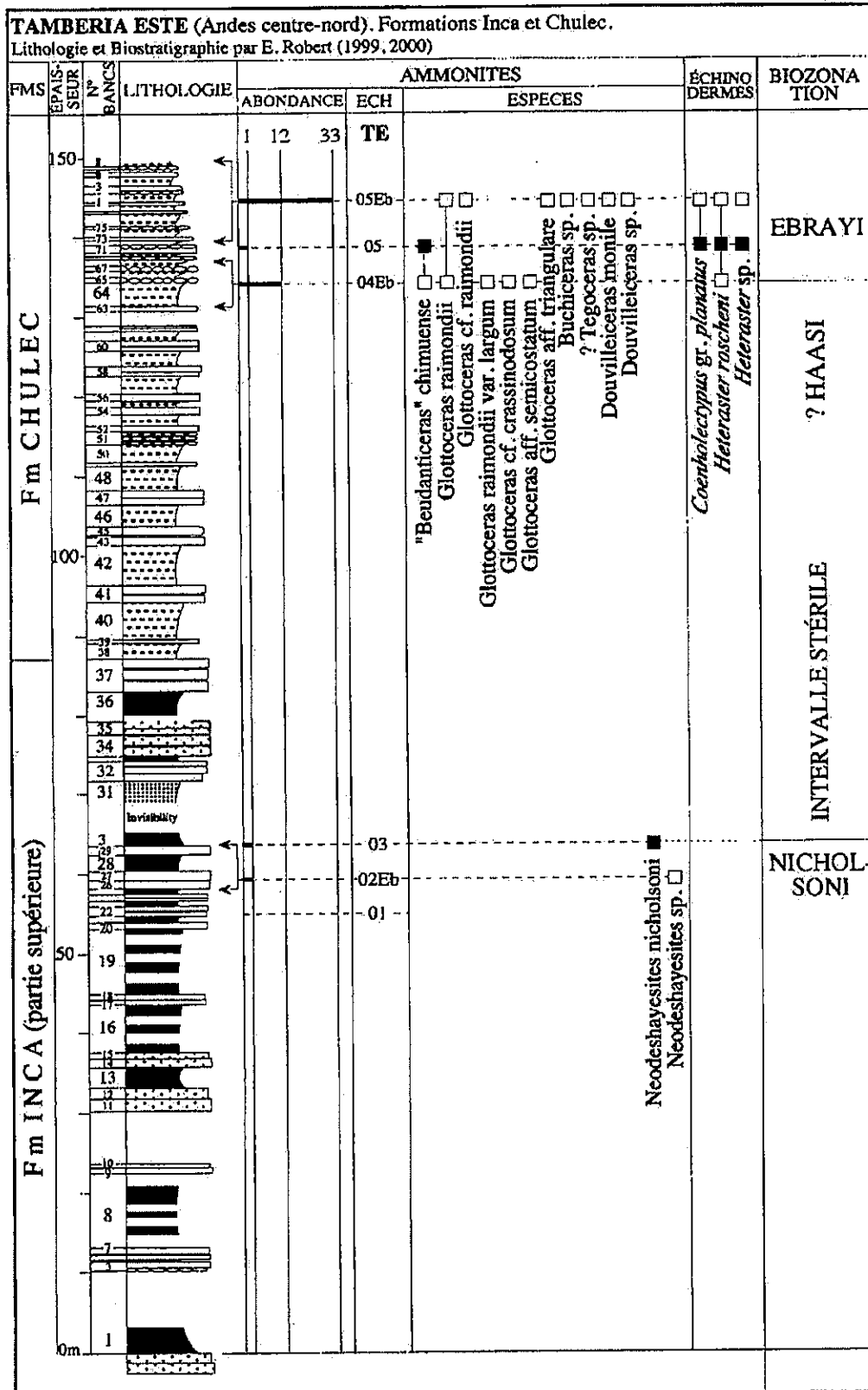


Figure 38. Coupe de Tamberia Este (Andes centre-nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

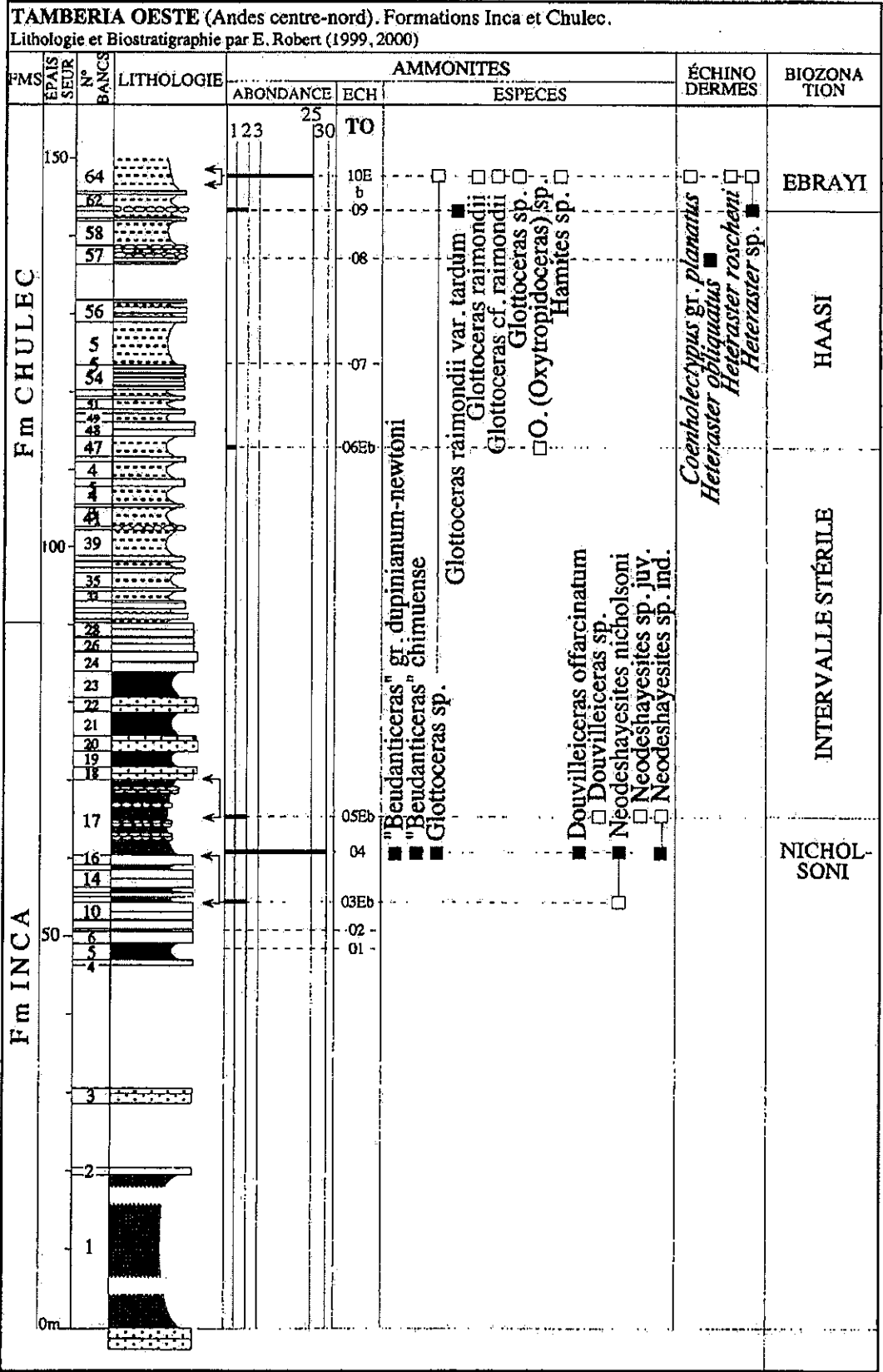


Figure 39. Coupe de Tamberia Oeste (Andes centre-nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

BAÑOS DEL INCA (Andes centre-nord). Formations Inca et Chulec.
 Lithologie par E. Higa Higa (1984) et E. Jaillard (1988)
 Biostratigraphie par E. Robert (1995, 1999, 2000)

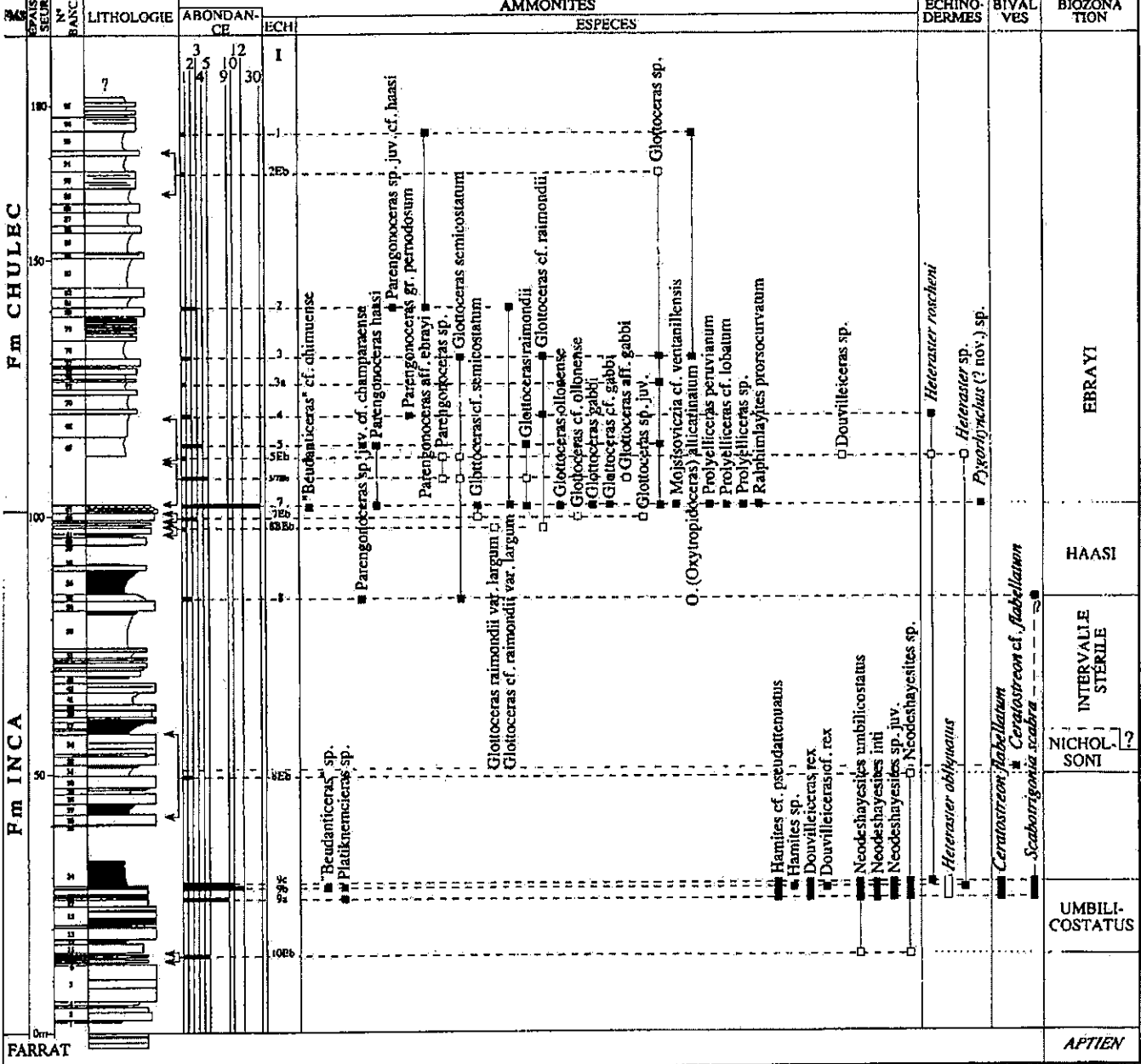
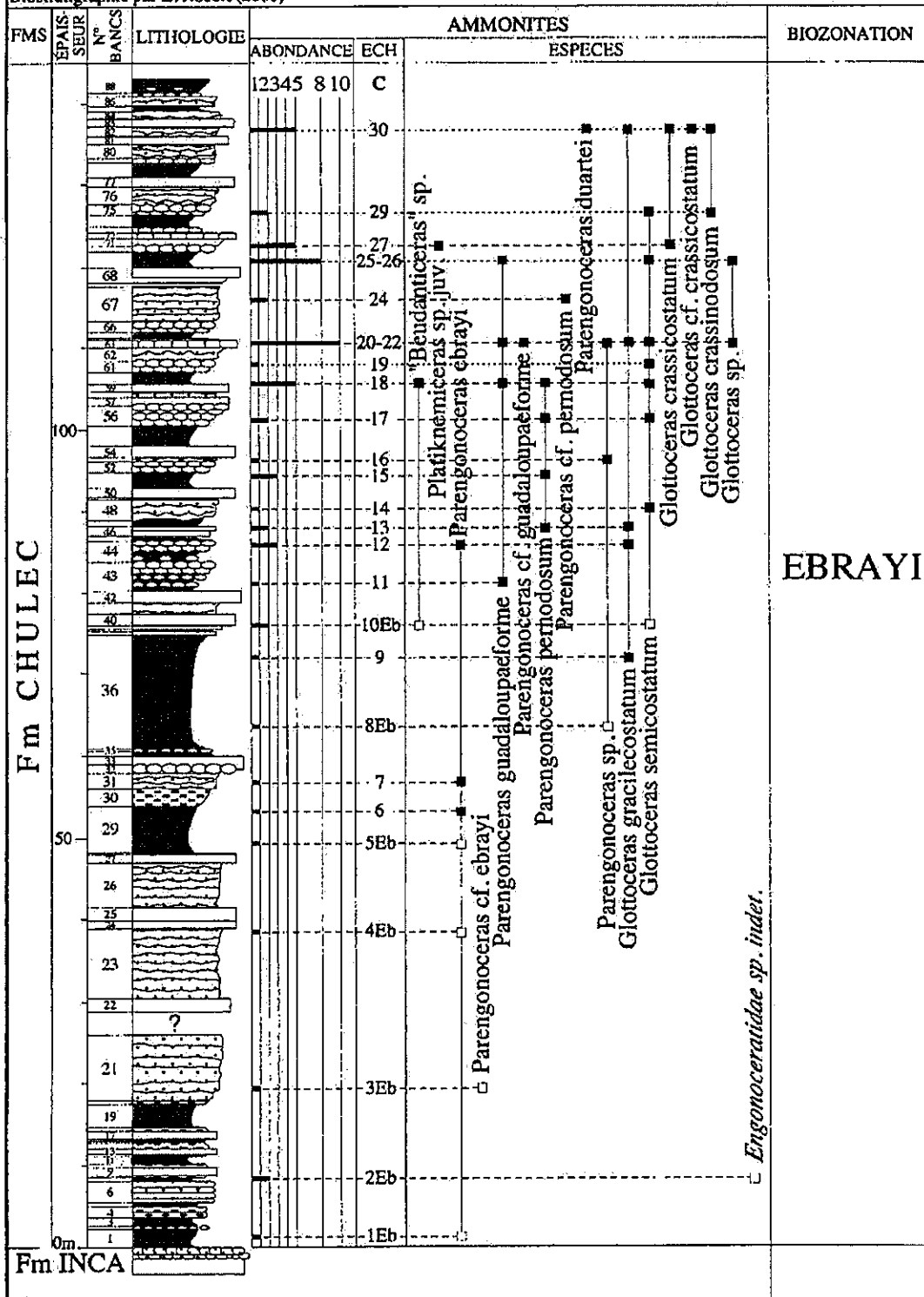


Figure 40. Coupe de Baños del Inca (Andes centre-nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

CHINCHIN (Andes centre-nord). Formation Chulec.
 Lithologie par E. Jaillard (1996)
 Biostratigraphie par E. Robert (2000)



EBRAYI

Figure 41. Coupe de Chinchin (Andes centre-nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

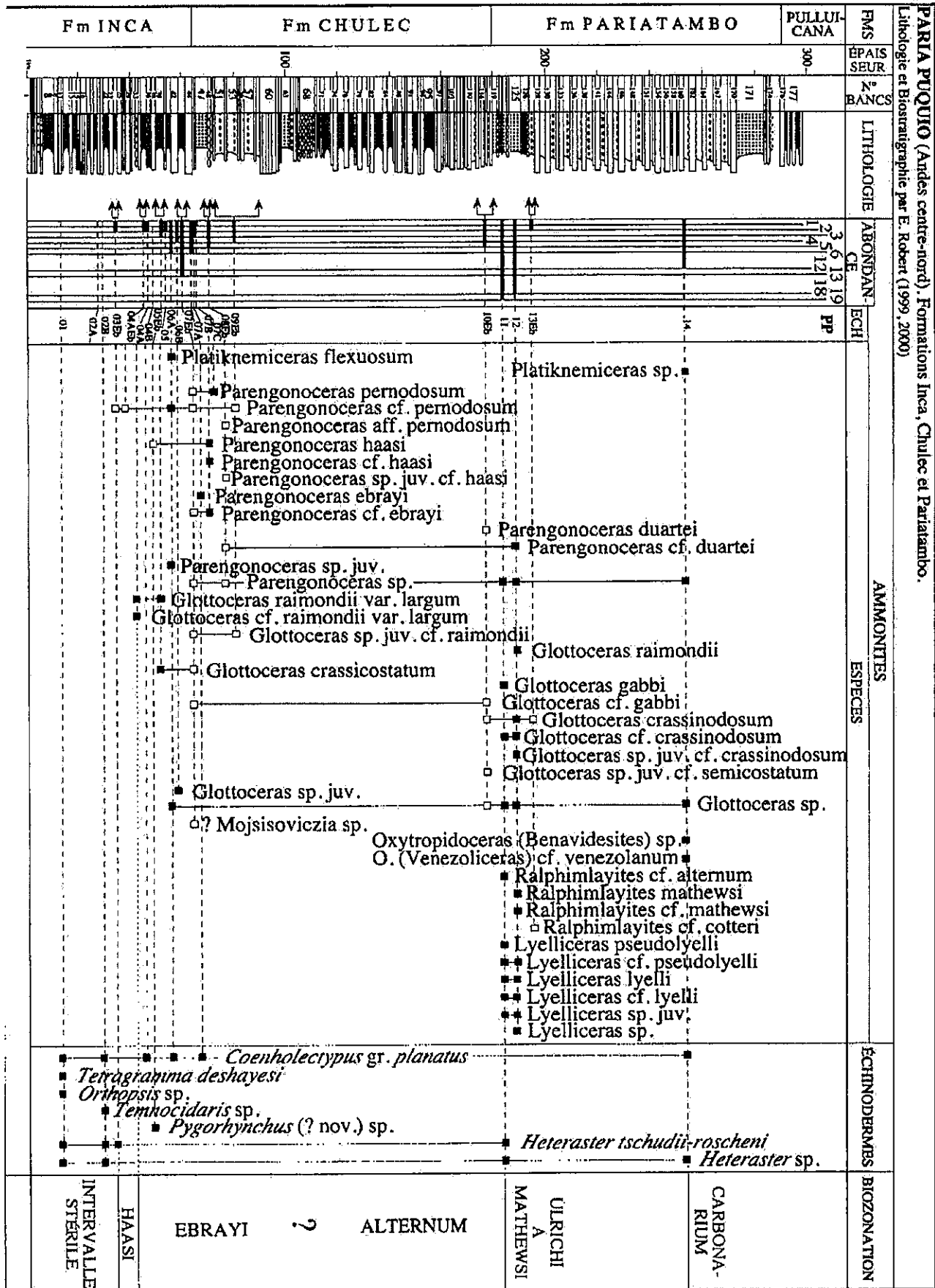


Figure 42. Coupe de Paria Puquio (Andes nord-est). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

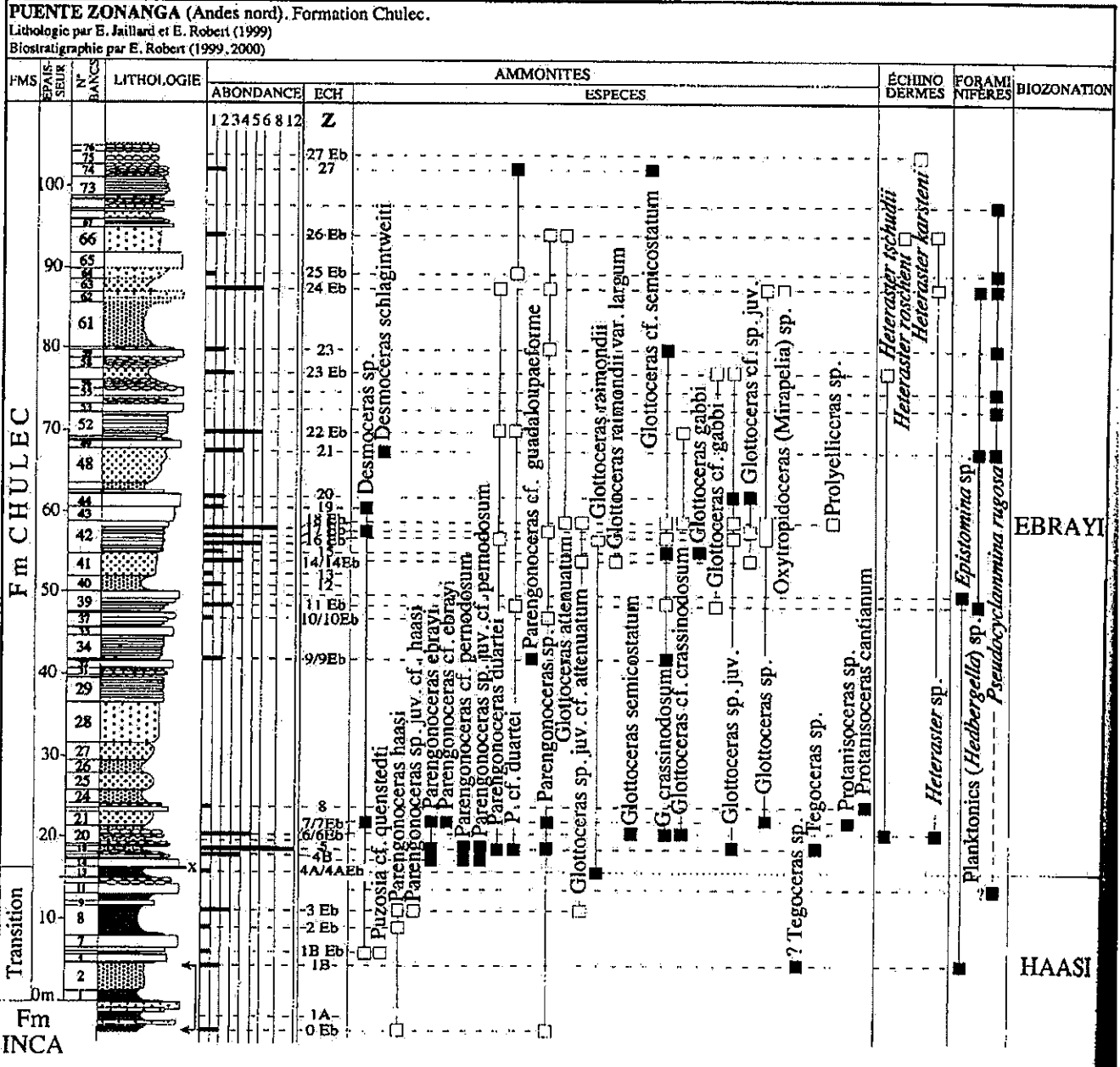


Figure 43. Coupe de Puente Zonanga (Andes nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

CORRAL QUEMADO - partie inférieure (Andes nord). Formations Inca et Chulec.
 Lithologie et Biostratigraphie par E. Robert (1999, 2000)

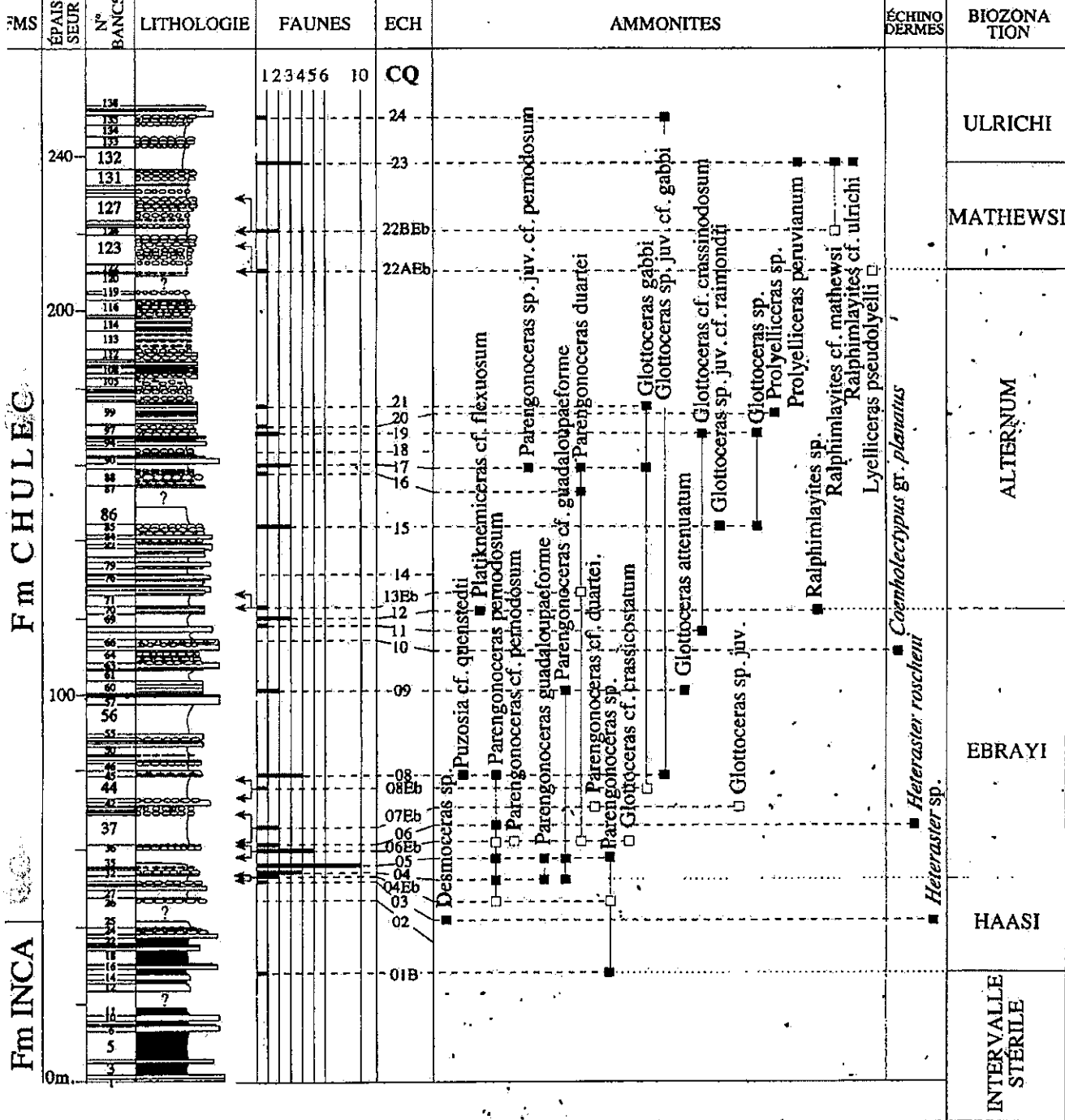


Figure 44. Coupe de Corral Quemado, partie inférieure (Andes nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammônites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

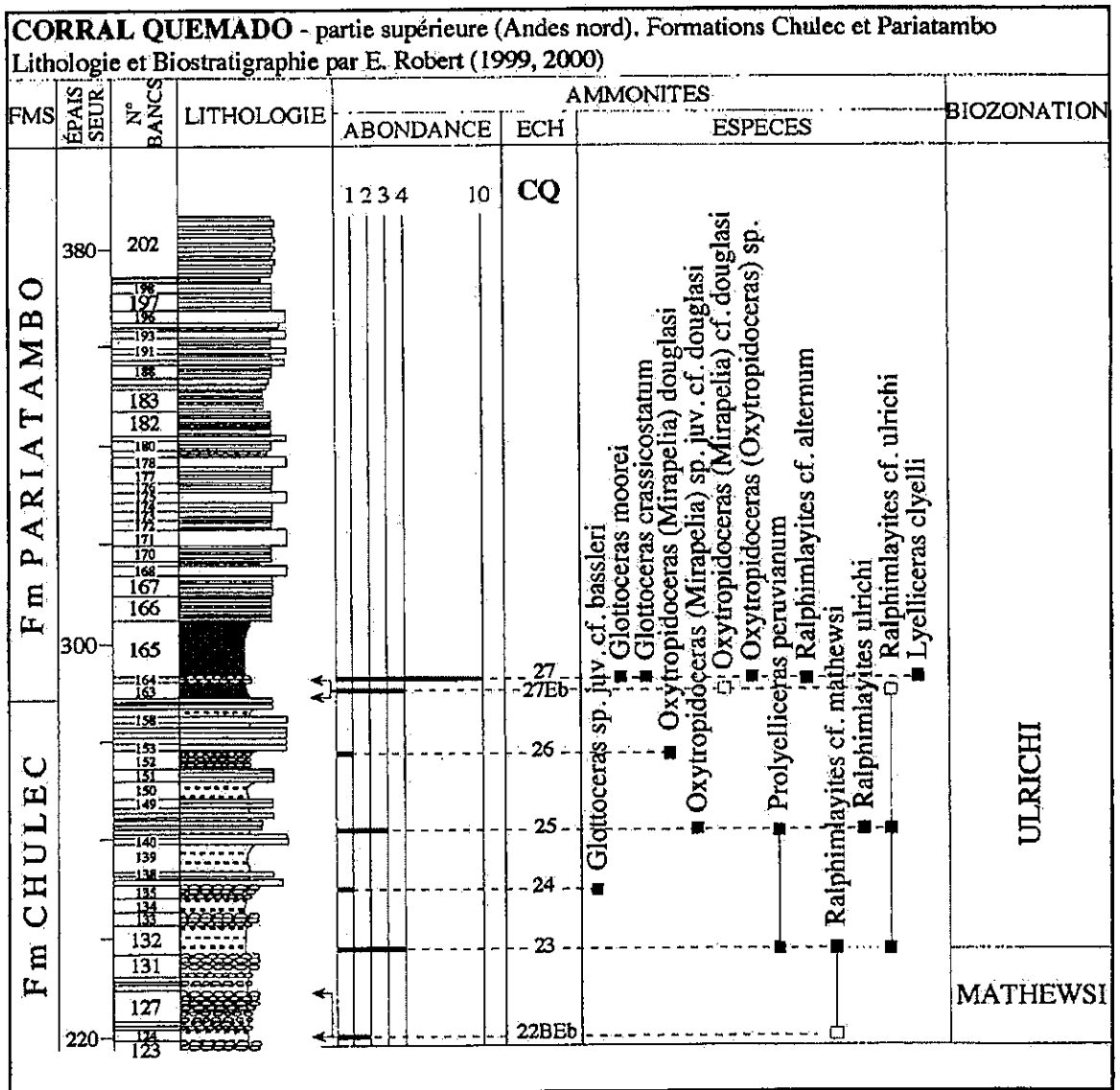


Figure 45. Coupe de Corral Quemado, partie supérieure (Andes nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

CHAPITRE 3

LES DISCUSSIONS PALÉONTOLOGIQUES (AMMONITES)

CHAPITRE 3 LA PALÉONTOLOGIE DES AMMONITES

1. INTRODUCTION

La récolte de la faune d'ammonites s'est couplée avec une vaste révision des collections, historiques et actuelles, des ammonites de l'Albien du nouveau monde, dont l'accès nous ont permis de mieux appréhender l'étude de nos spécimens, trame de ce chapitre consacré à la paléontologie des ammonites. Nous avons ainsi réalisé une observation minutieuse des types et figurés des collections suivantes :

- coll. **Raimondi** et **Lissón**, conservées au Museo de Historia Natural Javier Prado, dépendant de la «Universidad Nacional Mayor de San Marcos» (Lima, Pérou);
- coll. **Lissón**, **Boit** et **Rivera** de la «Universidad Nacional de Ingeniería» (Lima, Pérou);
- coll. **Tapia**, appartenant à la «Universidad Ricardo Palma» (Lima, Pérou);
- coll. de l'**Ingemmet** (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Lima), en charge de la cartographie du Pérou;
- coll. **Benavides Cáceres** (partielle), conservée à l' «American Museum of Natural History» (New York);
- coll. **Adkins**, **Scott** et **Young** du «Texas Memorial Museum», dépendant de l' «University of Texas» (Austin, USA);
- coll. **Clark**, **Scott** et **Young**, conservées à la «Texas Christian University» (Fort Worth, USA);

La composition de la faune d'ammonites collectées lors de ce travail est numériquement très inégale selon les familles et sous-familles. Sur la totalité des 1150 spécimens, les représentants des **Engonoceratidae** (49 %) et des **Lyelliceratinae** (22,81 %) sont très majoritaires. Leur grand nombre nous a permis de réaliser une révision systématique, phylogénétique et biostratigraphique de leur contenu.

Nous avons également mené une étude précise des **Acanthohoplitinae** (5,73 %), et plus spécialement du genre *Neodeshayesites*. Ces formes, bien que peu nombreuses au regard de notre collection, sont dominantes dans les premières associations de l'Albien inférieur (biozone à *N. nicholsoni*) ou ses représentants servent d'espèces-index aux nouvelles biozones.

La famille des **Brancoceratidae** se divise en deux populations distinctes.

- les **Mojsisoviciinae**, relativement nombreux (13,86 %) mais très largement dominés par une espèce unique *Oxytropidoceras (Mirapelia) douglasi*. Le faible nombre et la mauvaise conservation des autres espèces n'autorisent pas de discussions précises;
- les **Brancoceratinae**, peu nombreux (1,375 %), pour lesquels nous n'exposons que les grandes lignes descriptives et biostratigraphiques.

Les dernières familles des **Desmoceratidae** (2,86 %) et **Douvilleiceratidae** (1,21 %) et la super-famille des **Turrilitaceae** (3,03) s'inscrivent également dans cette approche plus concise.

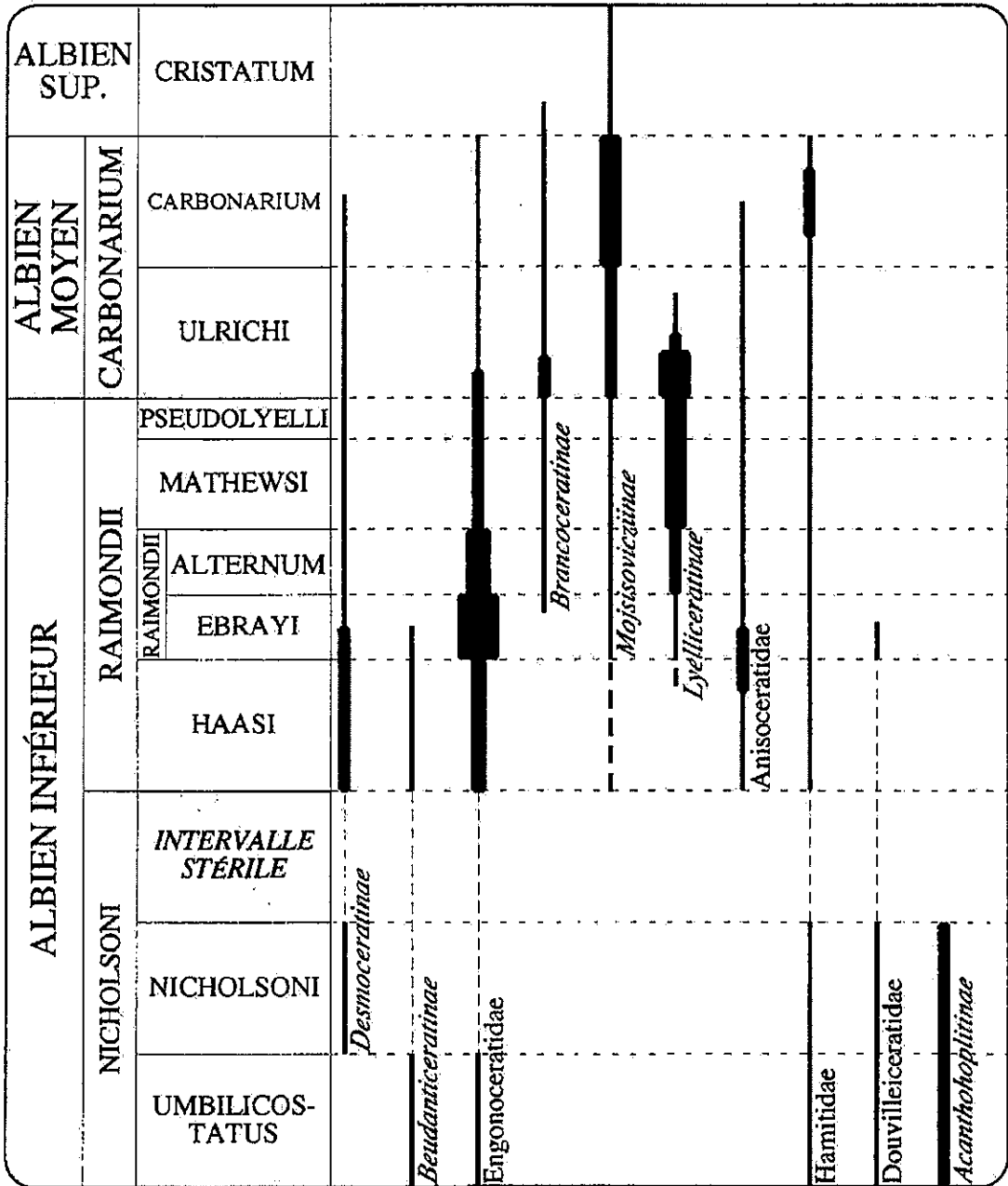
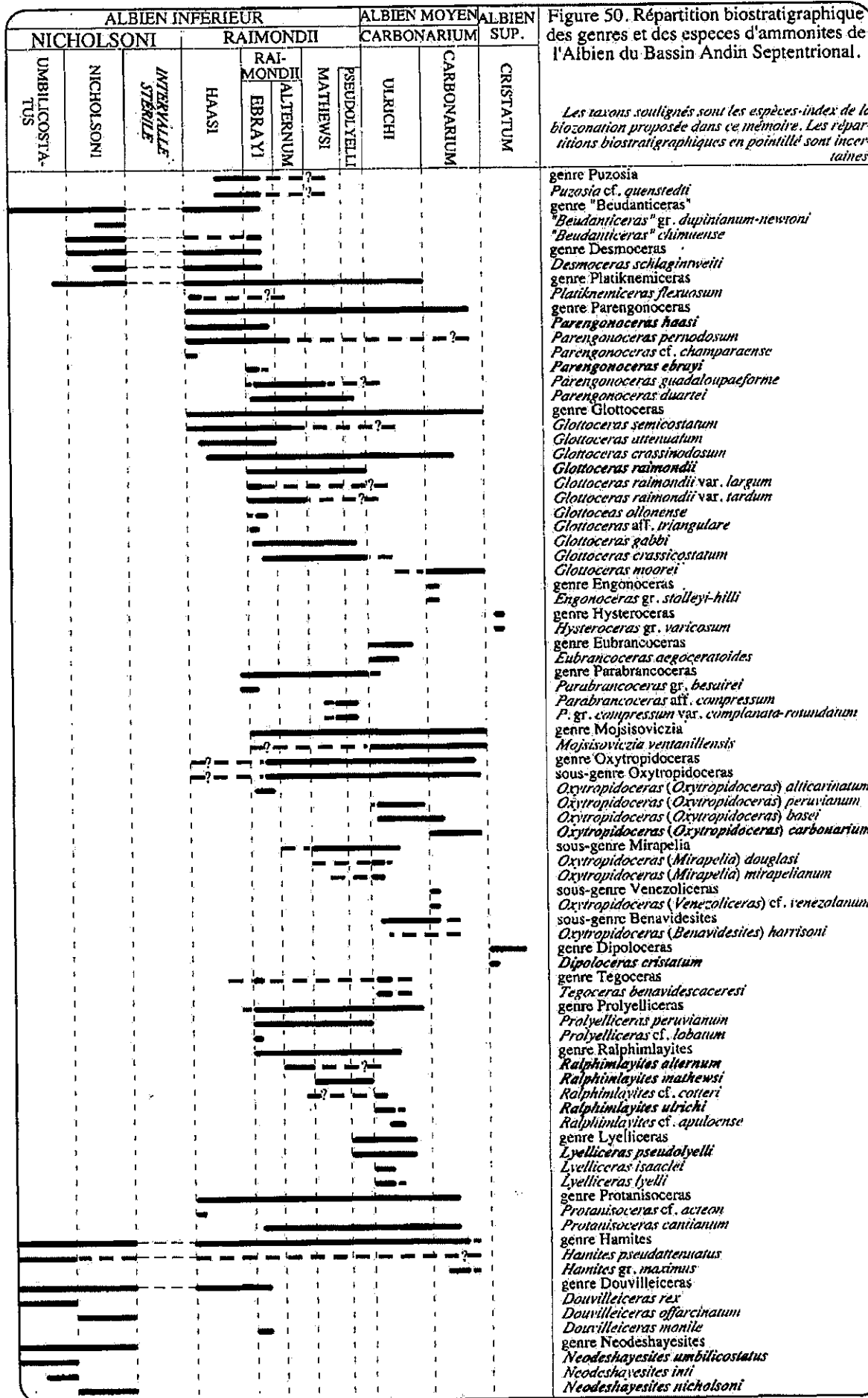


Figure 49. Répartition stratigraphique des familles et sous-familles de l'Albien du Pérou.



D'un point de vue général, les discussions abordent les unités taxinomiques allant de l'espèce à la famille. La terminologie employée pour les unités supérieures est celle développée par Wright (1981) et Wright, Calloman and Howarth (1996) lors de la révision du Treatise on Invertebrate Paleontology (part L, Mollusca 4) de Moore (1957).

Ce chapitre s'organise donc en 4 parties, dont les 3 premières correspondent aux discussions approfondies des Engonoceratidae, Lyelliceratinae et Acanthohoplitinae alors que la dernière établit la présentation plus rapide des familles «annexes». Ce choix nous semble plus judicieux; les contraintes exposées ci-dessus rendent difficile l'application de l'ordre de présentation classique.

RÉFÉRENCES

Les spécimens péruviens codés MPUP sont déposés au Musée de Paléontologie, au Centre de Sédimentologie - Paléontologie (Université de Provence, Marseille, France). Le Matériel codé ERC provient des collections paléontologiques de l'Université Paul Sabatier (Toulouse, France).

Les types des collections paléontologiques du "Museum of Natural History" (C) du Comté de Los Angeles (USA) ont été étudiés à partir de moulages.

Les types et figurés du Museo de Historia Natural Javier Prado (MHN) de Lima (Pérou), de l'"American Museum of Natural History" (AMNH) de New York (USA) et du "Texas Memorial Museum" (BEG) d'Austin (USA) ont aussi été examinés pour le besoin de cette étude.

PHOTOGRAPHIES

Dans la mesure du possible :

- *les ammonites sont figurées selon leur taille réelle (échelle X1). Les individus de taille réduite sont épisodiquement agrandis (échelle X1,5 et X2) à l'inverse des plus grands quelquefois réduits (échelle X0,5 et X0,75).*
- *les exemplaires sont figurés avec l'ouverture vers le haut selon le code conventionnel de photographie.*

Par ailleurs :

- *par soucis de meilleure appréhension de l'échelle, nous avons introduit des barres noires qui indiquent une longueur égale à 1 cm.*
- *les triangles noirs mettent en évidence la terminaison apicale de la chambre d'habitation.*

TERMINOLOGIE

Du point de vue de la nomenclature paléontologique, nous utiliserons la terminologie suivante développée par Bengtson (1991) :

- *s.str. : individu identifiable à la définition du morphotype (genre ou type de l'espèce).*
- *s.l. : individu s'intégrant dans la variabilité de l'espèce admise dans ce travail.*
- *aff. : individu ayant une relation phylétique avec l'espèce de référence. Il correspond à une forme de transition ou une nouvelle espèce potentielle.*
- *cf. : individu dont l'identité avec l'espèce de référence n'est pas formellement établie.*

- *gr.* : ensemble de formes présentant de fortes affinités phylétiques, qui peuvent potentiellement représenter une seule espèce.

L'utilisation des guillemets avec un nom du groupe genre (par exemple "Beudanticeras") souligne un doute quant à l'attribution générique qui ne permet cependant pas d'exclure un lien phylétique avec les taxons du genre de référence.

2. La famille des ENGONOCERATIDAE Hyatt, 1900

Ordre AMMONOIDEA Zittel, 1884

Sous-ordre AMMONITINA Hyatt, 1889

Super-famille PULCHELLIACEAE Douvillé, 1890

Famille ENGONOCERATIDAE Hyatt, 1900

[= Knemiceratidae Hyatt, 1903; Neolobitinae Luppov & Mikhailov, 1958]

Discussion. Le contenu de la famille des Engonoceratidae, et sa position dans la classification des céphalopodes du Crétacé, sont depuis toujours soumis à discussion.

À l'origine, Hyatt inclut les Engonoceratidae (et les Knemiceratidae, voir ci-dessous) dans l'ordre des Mantelliceratida des "Pseudoceratites" crétacées. Mais Stanton *in* Hyatt (1903, publication posthume) indique déjà les problèmes liés à cette acceptation. Adkins (1928) dissociera définitivement les 2 entités.

Au cours des diverses publications, la famille des Engonoceratidae est successivement incluse dans la super-famille des Hoplitaceae puis celle des Pulchelliaceae, et inversement. Ainsi :

- Douvillé (1890) sépare:
 - les Hoplitidés, comprenant les genres *Sphenodiscus* (incl. *Engonoceras*) et *Placenticeras*;
 - des Pulchelliidés, composées des genres *Tissotia*, *Pulchellia* et *Neolobites*;
- Mais en 1911, ce même auteur revient sur ce choix. Il place les genres *Engonoceras*, *Knemiceras*, *Placenticeras* et *Sphenodiscus*, dans un groupe dit «des formes dérivées à lobes adventifs», qu'il place dans la famille des «Pulchelliidés».
- Roman (1938) mentionne également l'étroite relation des Engonoceratidae avec les Pulchellidae;
- Spath (1922) émet l'hypothèse d'une relation phylétique claire avec les Hoplitidae. En 1931, il confirme cette option, qui sera reprise depuis par l'ensemble des classifications. La famille des Engonoceratidae est intégrée dans les Hoplitaceae depuis Basse *in* Piveteau (1952) jusqu'à Wright *et al.* (1996). Néanmoins Wright (1980) et Wright *et al.* (1996) relèvent la relative incertitude de cette position et la ressemblance de certains genres avec les Pulchellidae.

Deux autres options nomenclaturales annexes sont proposées par :

- Mahmoud (1952) qui propose de placer les Engonoceratidae dans une superfamille dite des Placenticerataceae;
- Basse *in* Piveteau (1952) qui souligne la position marginale de la famille. Dans ce cadre, elle suggère la création d'une superfamille Engonocerataceae. Luppov (1958, 1976) reprend cette idée. Il y intègre les familles des Sphenodiscidae, des Placenticeratidae et

des Engonoceratidae; cette dernière comprenant les sous-familles des Neolobitinae, des Engonoceratinae et des Knemiceratinae.

Le rapprochement originel des Engonoceratidae avec les Pulchelliaceae est ici retenu. Nous observons notamment la ressemblance des sections discoïdales des *Platinknemiceras* primitifs, ou de certains *Engonoceras*, avec celles du genre *Subpulchellia* et ses formes affines d'âge Hauterivien à Aptien.

Le contenu originel de la famille comprend les genres *Knemiceras* Böhm, *Engonoceras* Neumayr & Uhlig, *Neolobites* Fischer et *Protengonoceras* Hyatt.

Hyatt (1903) introduit le nouveau genre *Metengonoceras*. Par ailleurs, il dissocie les *Knemiceras* pour créer la famille des Knemiceratidae. Pervinquière (1907) indique à contrario les convergences entre les genres *Knemiceras* et *Engonoceras*. Spath (1931), en accord avec la thèse de ce dernier auteur, place les Knemiceratidae en synonymie des Engonoceratidae. Il évoque néanmoins l'hypothèse d'une individualisation de ce genre dans une nouvelle sous-famille dite des Knemiceratinae. Cette option sera appliquée par Moret (1948), Basse *in* Piveteau (1952), puis Geyer (1995) qui y incluent les genres *Parengonoceras* et *Platinknemiceras*.

Diener (1925) sépare également le genre *Knemiceras* de la famille des Engonoceratidae, mais il le place dans la famille des Puchellidae, en association avec *Buchiceras*, *Tissotia* et *Neolobites*. À l'inverse, il y intègre les genres *Borrissiakoceras* et *Flickia*. Ces dernières attributions sont infirmées par Böse (1927) et Spath (1931).

Les genres *Hypengonoceras* et *Parengonoceras* créés successivement par Spath (1922, 1924), et *Platinknemiceras* Bataller (1954), complètent la famille de Hyatt. Le genre *Hypengonoceras* demeure néanmoins sujet à discussion. Plusieurs auteurs placent celui-ci dans la famille des Placenticeratidae (Spath, 1931; Mahmoud, 1952; Wright, 1957). Renz (1970) indique la position intermédiaire de ce genre.

Spath (1931) place son genre *Epengonoceras*, crée en 1924, comme équivalent de *Metengonoceras*. Le genre *Engonhoplitoïdes* décrit par Basse (1940) est également invalidé et mis en synonymie d'*Engonoceras*. Le genre *Protengonoceras*, maintenu *in* Wright *et al.* (1996, p. 130) est placé en équivalence d'*Engonoceras* par Pervinquière (1907) et Spath (1931).

Sur le plan stratigraphique, les Engonoceratidae sont présents depuis l'Albien inférieur basal (? Aptien supérieur) dans la région des Monts du Mellègue (Algérie) jusqu'à la zone à *Sciponoceras gracile* du Cénomanién supérieur (Texas, USA; Kennedy, 1988).

Leur répartition paléogéographique englobe l'ensemble du pourtour mésogéen depuis les régions de l'Inde et de Madagascar actuelles jusqu'aux Bassins Andin et Texan.

Origine des Engonoceratidae péruviens. Il n'est pas possible d'exclure un âge Aptien supérieur élevé pour les plus anciens représentants de cette famille (Moret & Mahmoud, 1955; Dubourdiou, 1953). Néanmoins, à l'échelle du globe, les plus anciens Engonoceratidae sont les espèces *mahmoudii*, *algerianum* et *hachourii* des Monts du Mellègue (Algérie). Dubourdiou (1953) mentionne leur présence dans son «niveau D», qui contient notamment *Douvilleiceras inaequinodum* et *Hypacanthoplites trivialis*. Cette dernière espèce est caractéristique de la zone à *Tardefurcata* de la première moitié de l'Albien inférieur (Kennedy *et al.*, 2000, Robert *et al.*, 2001).

Dans ce travail, le premier représentant collecté est *Platinknemiceras* sp. de la sous-zone à *N. umbilicostatus* de la coupe de Baños del Inca (fig. 40). Il appartient aux premières associations d'ammonites, considérées comme équivalentes de la zone à *Chalensis* des bassins

européens (voir chapitre biostratigraphie). Au-delà de sa région d'origine (Pérou centre-nord), cette attribution place ce spécimen comme le plus ancien Engonoceratidae de l'ensemble du Bassin Andin.

Hormis les *Platknemiceras* «inermes», peu typiques de nos associations, le premier représentant des genres *Parenogoceras* et *Glottoceras* est l'espèce primitive *P. haasi*.

Des similitudes morphologiques nettes sont observées entre *Parengonoceras mahmoudii* (Algérie) et *Parengonoceras haasi*, présente au Pérou (voir dans la partie consacrée à cette espèce). Elles viennent appuyer l'hypothèse d'une origine sud-téthysienne des Engonoceratidae andins.

Histoire phylogénétique andine (fig. 51). Comme nous le mentionnons ci-dessus, seul le genre *Platknemiceras* est présent dans la biozone à *N. nicholsoni* (fig. 52). La famille des Engonoceratidae reste peu significative dans les premières associations de la biozone à *G. raimondii*. Seule *Parengonoceras haasi* est clairement représentée (à ce titre, elle est choisie comme index de la première subdivision de la seconde biozone de l'Albien inférieur).

Après l'apparition de *Parengonoceras champaraense* et *Glottoceras semicostatum*, les Engonoceratidae se diversifient. La famille atteint sa représentativité maximale dès le début de la sous-zone à *G. raimondii*, subdivision pendant laquelle elle reste bien représentée. Globalement, les espèces se maintiennent jusqu'à la limite inférieure de la sous-zone à *R. ulrichi*. Elles deviennent cependant de moins en moins nombreuses.

L'événement anoxique médio-albien scelle définitivement la représentativité de la famille. Mise à part *Glottoceras crassinodosum*, l'ensemble des espèces de l'Albien inférieur n'apparaissent plus à l'Albien moyen.

Par contre, *Glottoceras moorei* et les *Engonoceras* du groupe *stolleyi-hilli* apparaissent tardivement dans l'Albien moyen. Ces deux formes, très peu ornées, sont morphologiquement éloignées de la faune de l'Albien inférieur et de *Glottoceras crassinodosum*. Une relation phylétique avec les individus du groupe *G. gabbi* / *G. ollonense* pourrait toutefois être envisagée. D'autres récoltes doivent néanmoins être effectuées pour étayer cette hypothèse.

Endémisme. La plupart des représentants de la famille des Engonoceratidae collectés dans ce travail sont uniquement locaux. Sur l'ensemble des dix-huit espèces déterminées, quinze sont uniquement décrites au Pérou, trois sont mentionnées en Colombie (*Parengonoceras duartei*, *Glottoceras crassinodosum*, *G. raimondii* var. *tardum*), deux sont typiques des séries du Texas (*Platknemiceras flexuosum*; *Engonoceras* gr. *stolleyi-hilli*) et une est présente à l'état de rareté dans l'Albien inférieur du Bassin Anglo-Parisien (*Parengonoceras ebrayi*).

De plus, les deux formes texanes sont très rares. Elles sont peu représentatives des Engonoceratidae collectés. La prédominance de formes endémiques est donc très nette. La conséquence majeure est le faible intérêt biostratigraphique et corrélatif de cette famille.

D'autre part, l'hypothèse de la séparation des espèces péruviennes du genre *Knemiceras* trouve ici un argument supplémentaire (voir discussion dans la partie consacrée au genre *Glottoceras*).

Genre *PARENGONOCERAS* Spath, 1924

Espèce-type. Par désignation originelle, Spath (1924, p. 508) désigne *Ammonites ebrayi*, décrite par de Loriol (1882, p. 7), comme l'espèce-type du genre *Parengonoceras*.

Autres espèces. *Parengonoceras canerotii*, décrit par Collignon in Canérot et Collignon (1981), est le second représentant européen du genre.

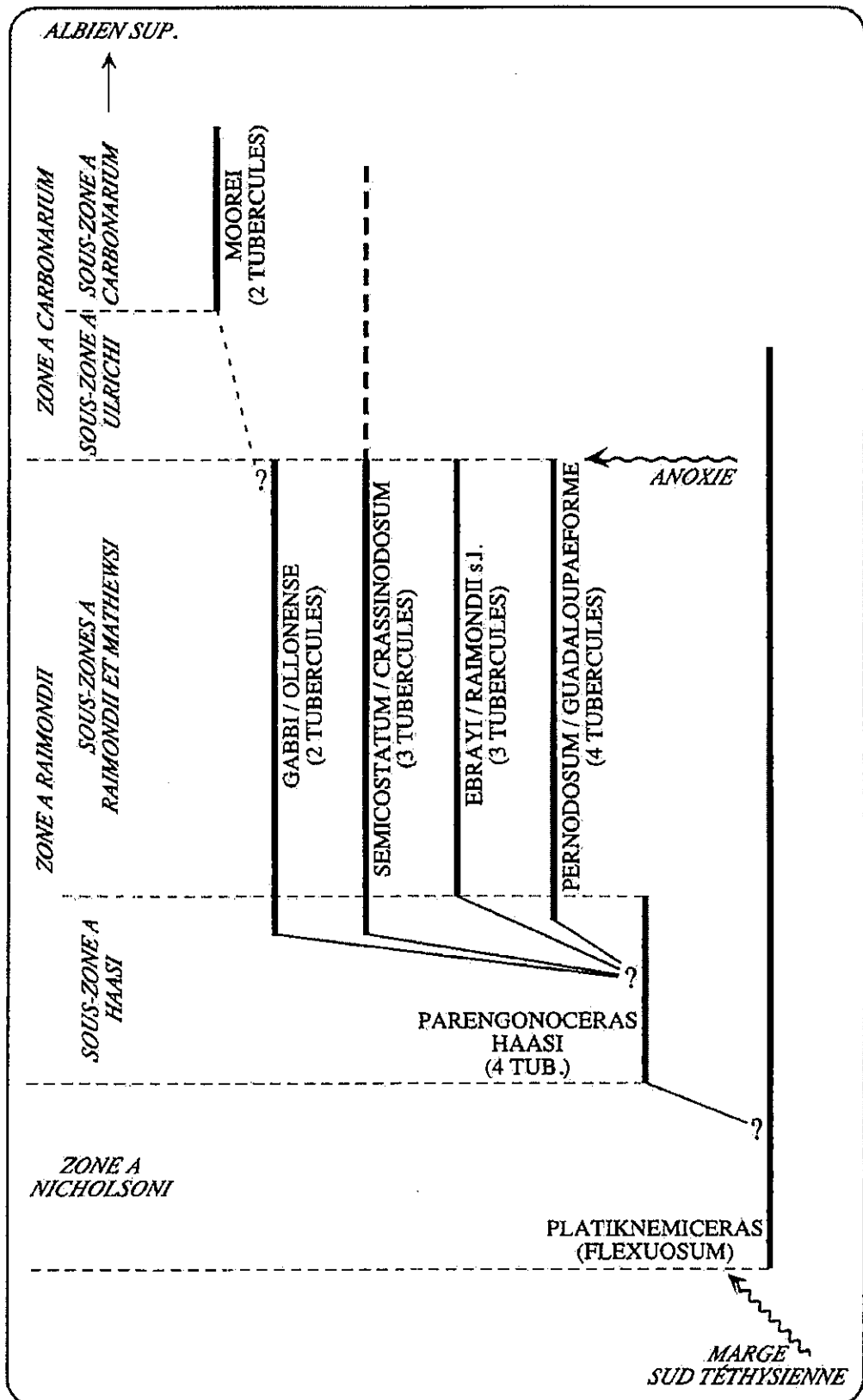
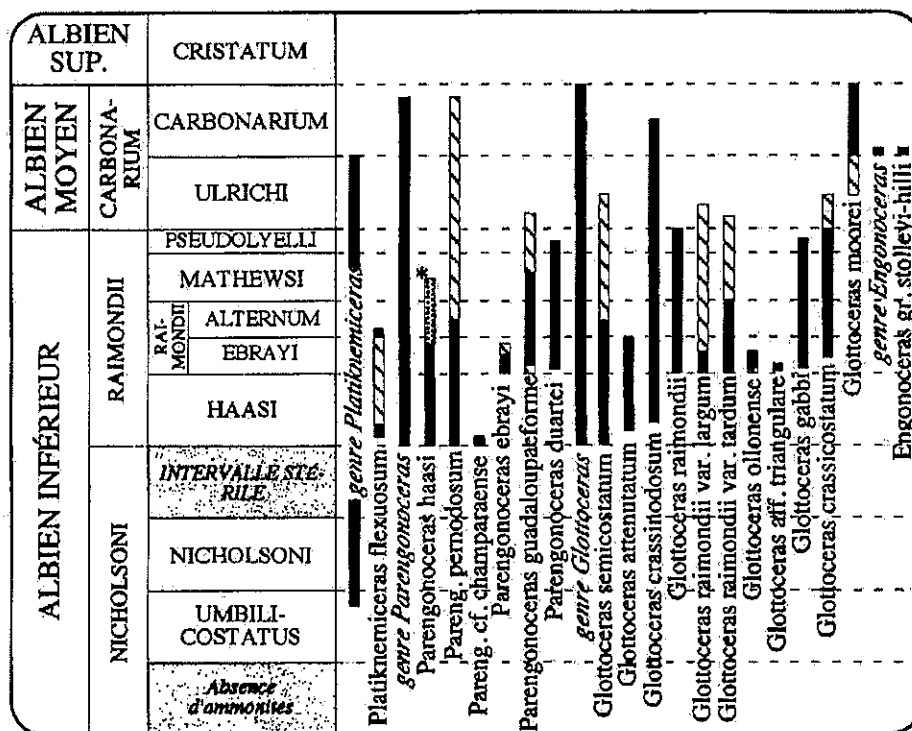


Figure 51. Relations phylétiques entre les espèces péruviennes de la famille des Engonoceratidae.



■ Position stratigraphique certaine des espèces.
 ▨ Position stratigraphique potentielle des espèces.
 ■ Position stratigraphique des genres et sous-genres.
 * Position exceptionnelle sur la bordure Sud du Bassin (coupe de Qda. Geshgash).

Figure 52. Répartition stratigraphique des espèces et des genres de la famille des Engonoceratidae.

Les espèces *algerianum* et *hachourii*, placées à l'origine dans le genre *Knemiceras* (Dubourdiou, 1953), et *bussoni* Collignon (1965) marquent la présence du genre sur la marge sud-téthysienne (Algérie, Tunisie).

Mais le genre *Parengonoceras* est surtout composé de formes andines, au sein desquelles deux pôles émergent :

- les formes graciles du Venezuela, décrites par Renz (1970, 1982) : *P. barbacoense*, *P. discoïdes*, *P. duplicatum* et *P. elegans*;
- les espèces très grandes et tuberculées du Pérou, mises en évidence par Sommermeier (1910) et Benavides Cáceres (1956) : *P. haasi*, *P. guadaloupaeforme*, *P. pernodosum*, *P. champaraense*. *P. tetranodosum* créé par Lissón (1925) est mis en synonymie de *P. pernodosum*. L'espèce colombienne *quartei*, hypertuberculée, placée dans le genre *Engonoceras* par Etayo Serna (1979), complète le groupe.

L'espèce *zagrosiense* Collignon (1981) est ici exclue du genre. Elle semble devoir être intégrée aux *Knemiceras* s. str. du Proche-Orient, dont elle est originaire.

Diagnose, d'après la description de Casey (1978) retranscrite in Wright et al. (1996, p. 130). «Les premiers tours ont des flancs plats qui convergent vers un ventre plat et étroit. Les côtes, mal individualisées, s'interrompent au niveau des tubercules ventro-latéraux. La section des

derniers tours est subrectangulaire. Une ou deux rangées de tubercules apparaissent sur les flancs. Enfin, les tubercules ventro-latéraux disparaissent et le ventre s'arrondit».

La ligne de suture typique montre des lobes et des selles faiblement dentelés. Les lobes sont généralement profonds.

Spath (1924, p. 504) ne fournit pas de description lors de l'introduction du genre.

Répartition stratigraphique et géographique. Le genre est communément considéré de l'intervalle Albien inférieur terminal - moyen. Abdallah et Memmi (1994) mentionnent cependant la présence de *Parengonoceras* sp. dans la zone à *Substuderia*, de l'Albien supérieur basal de Tunisie.

Au Pérou, il est présent depuis la base de la sous-zone à *P. haasi* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur élevé) jusqu'à la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* (Albien moyen élevé) (fig. 52).

Le genre *Parengonoceras* est présent sur le pourtour téthysien et dans les bassins périphériques. Ses représentants sont mentionnés sur la marge sud de la Téthys (Algérie, Tunisie), dans le Bassin Anglo-Parisien (Angleterre, France) et dans le Bassin Andin (Venezuela, Colombie et Pérou) (Wright *et al.*, 1996, p. 130). L'Espagne, par l'intermédiaire de *P. canerotii*, complète cette liste.

Commentaires. Hormis l'espèce *champaraense*, de morphologie mixte avec *Glottoceras*, le genre *Parengonoceras* se compose de :

- la forme primitive *P. haasi*. Cette espèce est l'ancêtre commun de l'ensemble des *Parengonoceras* mais également des *Glottoceras* péruviens. Elle doit être considérée sous un angle quasi supra-générique. La morphologie typique du genre *Parengonoceras* est donc illustrée par ses autres représentants (voir ci-dessous);
- les quatre espèces *ebrayi*, *pernodosum*, *guadaloupaeforme* et *duartei*. Leurs caractéristiques communes sont d'être de grandes dimensions, quadri-tuberculées sur la loge d'habitation, et de perdre par délétion la rangée de tubercules ventro-latéraux sur les derniers stades, avec pour conséquence de développer un ventre arrondi.

PARENGONOCERAS EBRAI (de Loriol, 1882)

Pl. 1, Figs. 1-4, Pl. 2, Figs. 1-2.

Ammonites ebrayi DE LORIOL, p. 7, pl. 1, figs. 7-8.

Description, d'après la diagnose originelle de de Loriol (1882, p. 7). «La coquille est de grande taille (D=255 à 320 mm) et très comprimée. L'ombilic est très étroit. Le mur ombilical est droit. Les tours de spire sont très embrassants, larges, peu convexes et presque aplatis sur les flancs. La bordure ombilicale est courte. Les flancs s'amincissent nettement, mais graduellement, en direction du méplat ventral. La région siphonale est très étroite, plane et sans carène. La dernière loge correspond à un peu plus de la moitié du dernier tour. Le test est couvert de sillons rayonnants, très fins, inégalement espacés et légèrement ondulés. La région siphonale porte des sillons semblables, mais allongés dans le sens de l'enroulement (?). Sur la dernière loge, on remarque des côtes rayonnantes réduites, espacées, développées depuis l'ombilic jusqu'à la bordure ventrale. Leur présence est surtout indiquée par les quatre tubercules, peu volumineux, dont elles sont ornées : une rangée ombilicale, la plus forte; deux rangées de tubercules latéraux et une rangée ventro-latérale plus réduite. Les tubercules

ventro-latéraux sont plus nombreux par l'intercalation d'éléments supplémentaires non portés par les côtes. Ils disparaissent par délétion sur la dernière loge.

La ligne de suture se compose de lobes courts, arrondis et peu indentés. Le lobe ventral est court et massif. Le lobe latéral supérieur, large, est divisé en lobules arrondis et faiblement dentelés. Les lobes auxiliaires n'ont pu être comptabilisés».

Holotype. De Loriol (1882) crée l'espèce *ebrayi* à partir de cinq individus retenus comme syntypes. Il ne figure cependant qu'un exemplaire (pl. 1), ici désigné comme lectotype.

Matériel péruvien. Dix-sept individus complets ou fragmentaires (95-I2-01, 95-I1-01, 96-C1Eb-01, 96-C3Eb-01, 96-C4Eb-01, 96-C5Eb-01, 96-C6-01, 96-C7-01, 96-C12-02, 99-PP7A-06, 99-PP7B-01, 99-PP7Eb-07, 99-Z4B-01, 99-Z4B-04, 99-Z5-01, 99-Z7-02, 99-Z7-04). Les spécimens péruviens sont de très grande taille; leur diamètre varie de 160 à 260 mm. Les tours internes sont mal connus. Ils sont cependant partiellement observés sur l'exemplaire 99-Z5-01, qui montre une section sublosangique, des côtes larges peu fréquentes portant quatre rangées de tubercules. Chez les formes adultes, la section est comprimée et haute. Les flancs sont plats. Le ventre est fortement arrondi (pl. 1, fig. 3, pl. 2, fig. 1). Cette forme est accentuée par la délétion des tubercules ventro-latéraux (pl. 1, fig. 4). Sur les derniers stades, la tuberculation se réduit aux :

- tubercules périombilicaux, forts, plutôt en pointe et peu nombreux (pl. 2, fig. 2);
- tubercules latéraux supérieurs, réduits et en pointe. Leur nombre est double (pl. 2, fig. 2);
- tubercules latéraux inférieurs de forme très particulière, avec une position très basse sur les flancs et une tendance à l'allongement dans le sens radial (pl. 1, figs. 1-2). Cette rangée contient encore plus de tubercules intercalaires (pl. 1, fig. 4). Cette morphologie est unique pour l'ensemble du genre *Parengonoceras*.

L'ensemble de la tuberculation tend à se réduire sur les derniers stades des grands individus. Les exemplaires récoltés montrent enfin le développement plus net des côtes sur la chambre d'habitation (pl. 2, fig. 2).

Répartition stratigraphique et géographique. Les syntypes (de Loriol, 1882) proviennent des «Grès inférieurs du Gault», décrits par d'Orbigny (1840, p. 418), de la localité de Cosnes (Nièvre, France). Dans ce même Bassin Anglo-Parisien, Breistroffer (1947, p. 24) mentionne l'espèce dans les zones à Monile et Orbigny, équivalentes de la superzone à Mammillatum actuelle (Albien inférieur).

Dans ce travail, *Parengonoceras ebrayi* est retenue comme marqueur du premier biohorizon de la sous-zone à *Glottoceras raimondii* (Albien inférieur élevé) (chapitre biostratigraphie). Stratigraphiquement, cette espèce est restreinte à la biodivision qu'elle définit (fig. 52).

Parengonoceras ebrayi, originellement décrite dans le Bassin Anglo-Parisien, est ici citée pour la première fois avec certitude dans le Bassin Andin. Breistroffer (1952, p. 2634) mentionne toutefois une forme intermédiaire entre cette espèce et *Parengonoceras pernodosum* provenant de la localité de Cundinamarca (Colombie). Au Pérou, l'espèce a été collectée dans les régions des Andes centre-nord (Baños del Inca, fig. 40; Chinchin, fig. 41), nord-est (Paria Puquio, fig. 42) et nord (Puente Zonanga, fig. 43).

Discussion. Cette espèce montre d'importantes affinités avec *Parengonoceras pernodosum*. Les deux taxons perdent par délétion leurs tubercules ventro-latéraux sur les derniers stades,

leur ventre s'arrondit. On note que toutes deux atteignent de très grandes tailles; l'hypothèse d'une convergence des morphologies pour les Engonoceratidae «géants» est ici soulevée.

PARENGONOCERAS HAASI Benavides Cáceres (1956)

Pl. 2, Figs. 3-5, Pl. 3, Fis. 1-6

Parengonoceras haasi BENAVIDES CACERES, 1956, p. 446-448, pl. 46, figs. 1-6.

Description, d'après la diagnose originelle de Benavides Cáceres (1956, p. 447-448). «La coquille est plate et discoïdale. La section varie depuis une forme très comprimée et triangulaire sur les tours internes vers un aspect toujours comprimé mais plus ovoïde, avec une largeur maximale à mi-flanc. La bordure ombilicale est arrondie. Le mur ombilical, incliné sur les tours internes, devient plus faible pendant l'ontogénèse. L'ornementation comporte 4 rangées de tubercules portées par des côtes falciformes discrètes. La première rangée contient des tubercules forts, allongés dans le sens radial, sur le tiers supérieur des flancs. Elle apparaît à partir d'un diamètre de 50 mm. Rapidement, une seconde rangée de tubercules petits et allongés dans le sens de l'enroulement se développe sur la bordure ventro-latérale. Puis des tubercules forts, identiques aux tubercules périombilicaux, apparaissent vers le milieu des flancs. Vers 75 mm, des tubercules réduits et ronds marquent le tiers inférieur des flancs».

La ligne de suture contient des selles bifides légèrement dentelées. La selle externe, plus grande, est nettement dissymétrique. Le lobe interne est simple. Les lobes auxiliaires sont de plus en plus profonds et indentés vers l'extérieur (Benavides Cáceres, text-fig. 31A-C).

Matériel-type. Benavides Cáceres (1956, p. 446) crée *Parengonoceras haasi* à partir de cinq exemplaires. Il désigne l'individu le plus large, numéroté AMNH 27399:1 et figuré pl. 46, figs. 5-6, comme l'holotype. Ces syntypes sont conservés dans les collections de l'«American Museum of Natural History» de New York (USA).

Autre Matériel. seize spécimens complets ou fragmentaires (95-I7-01, 99-I7-18, 95-I5-01, 99-I2-01, 99-P5-01, 99-P8-01, 99-PP5Eb-03, 99-PP7B-02, 99-PP7B-03, 99-PP8Eb-05, 99-R114A-02, 98-G8-01, ? 98-G16A-11, 98-G18B-01, 99-Z0BEb-01, 99-Z2Eb-01, 99-Z3Eb-01, 99-Z3Eb-02). Ils illustrent parfaitement les caractères décrits par Benavides Cáceres (voir ci-dessus) :

- la forme discoïdale et comprimée de la section, avec des flancs légèrement convexes (pl. 2, figs. 3, 5);
- les quatre rangées de tubercules très réduits : les périombilicaux sont allongés radialement, les latéraux supérieurs et inférieurs en pointe, les ventro-latéraux allongés longitudinalement (pl. 2, fig. 4). Ces derniers sont parallèles ou alternes de part et d'autre du ventre (pl. 2, fig. 5, pl. 3, figs. 1, 4);
- la largeur maximale à mi-flanc.

Nous observons, de plus, l'aspect plat du ventre (pl. 3, figs. 3, 6) et le très grand nombre de tubercules ventro-latéraux déjà notés chez les syntypes.

Répartition stratigraphique et géographique. Benavides Cáceres (1956, p. 448) cite *Parengonoceras haasi* dans le banc 9 de la formation Crisnejas de sa coupe de Celendin. Elle est associée à *Parengonoceras pernodosum*, *Parengonoceras tetranodosum* (syn. *P.*

pernodosum) et *Knemiceras attenuatum* (non Hyatt). Cette association caractérise la zone à *Knemiceras raimondii* de cet auteur (chapitre biostratigraphie).

Lors de ce travail, nous avons observé que cette espèce domine les premières associations à Engonoceratidae. Elle est ainsi retenue comme espèce-index de la première sous-zone de la biozone à *G. raimondii* de l'Albien inférieur (chapitre biostratigraphie). Son extension stratigraphique réelle s'étend aussi sur la partie inférieure du bio-horizon à *P. ebrayi* sus-jacent (fig. 52).

Elle a de nouveau été collectée sur la coupe-type de Celendín, ici nommée Paria Puquio (fig. 42). Le banc 9 de Benavides Cáceres (1956) et les unités 46-47 de notre coupe sont donc directement corrélables.

Par contre, dans ce travail, *Parengonoceras haasi* a été recueillie sur l'ensemble de la région étudiée, depuis les Andes centrales (Quebrada Geshgash, fig. 34) jusqu'aux Andes nord (Puente Zonanga, fig. 43; Pongo de Rentema, fig. 46).

Discussion. La morphologie de l'exemplaire 99-Z2Eb-01 récolté à Puente Zonanga (pl. 3, figs. 4-6) est très proche de *Knemiceras mahmoudii* figuré par Dubourdiou (1953, pl. 2, figs. 1-5). La région ventrale, plate et assez large, est identique à celle de l'espèce algérienne (Dubourdiou, 1953, pl. 2, fig. 5). Les côtes proverses sur la région ventro-latérale sont observées chez les deux taxons (pl. 3, fig. 4, ce travail; Dubourdiou, 1953, pl. 2, fig. 1). Les stades intermédiaires tri-tuberculés de *Parengonoceras haasi* (avant 75 mm) et de *Knemiceras mahmoudii* sont identiques. La forme péruvienne se distingue par l'apparition tardive d'une quatrième rangée de tubercules latéraux inférieurs.

La convergence morphologique entre ces deux espèces s'inscrit de façon cohérente dans la discussion sur l'origine des Engonoceratidae andins. En effet, nous avons vu précédemment que les plus anciens représentants de la famille sont les formes de l'Afrique du Nord, décrits par Dubourdiou (1953) et Moret et Mahmoud (1953), datées de l'Aptien supérieur. Dans le Bassin Andin, *Parengonoceras haasi* est stratigraphiquement le taxon le plus ancien (hormis *Platknemiceras* sp.). Son apparition est datée de l'Albien inférieur élevé (biozone à *N. nicholsoni*). Nous considérons ici que les deux espèces sont phylétiquement liées.

Cette seule espèce «primitive» porte l'ensemble des morphologies développées plus tard chez l'ensemble des Engonoceratidae péruviens (fig. 53) :

- les premiers stades ont une section très comprimée et ne sont pas ornés. Ils rappellent le genre originel *Platknemiceras*;
- par la suite, des tubercules pérombilicaux et ventro-latéraux apparaissent quasi simultanément. Nous retrouvons ces stades bi-tuberculés chez les espèces *G. semicostatum*, *G. gabbi* et *G. ollonense*;
- l'arrivée d'une troisième rangée de tubercules latéraux sur la partie médiane des flancs est commune à la plupart des espèces de *Glottoceras* andines, depuis *G. attenuatum*, *G. semicostatum*, *G. crassinodosum*, *G. triangulare*, jusqu'à *G. raimondii* et ses formes affines.
- enfin, le développement d'une seconde rangée de tubercules latéraux, en position intermédiaire entre les rangées ventro-latérale et médio-latérale, est observée chez les autres représentants du genre *Parengonoceras*.

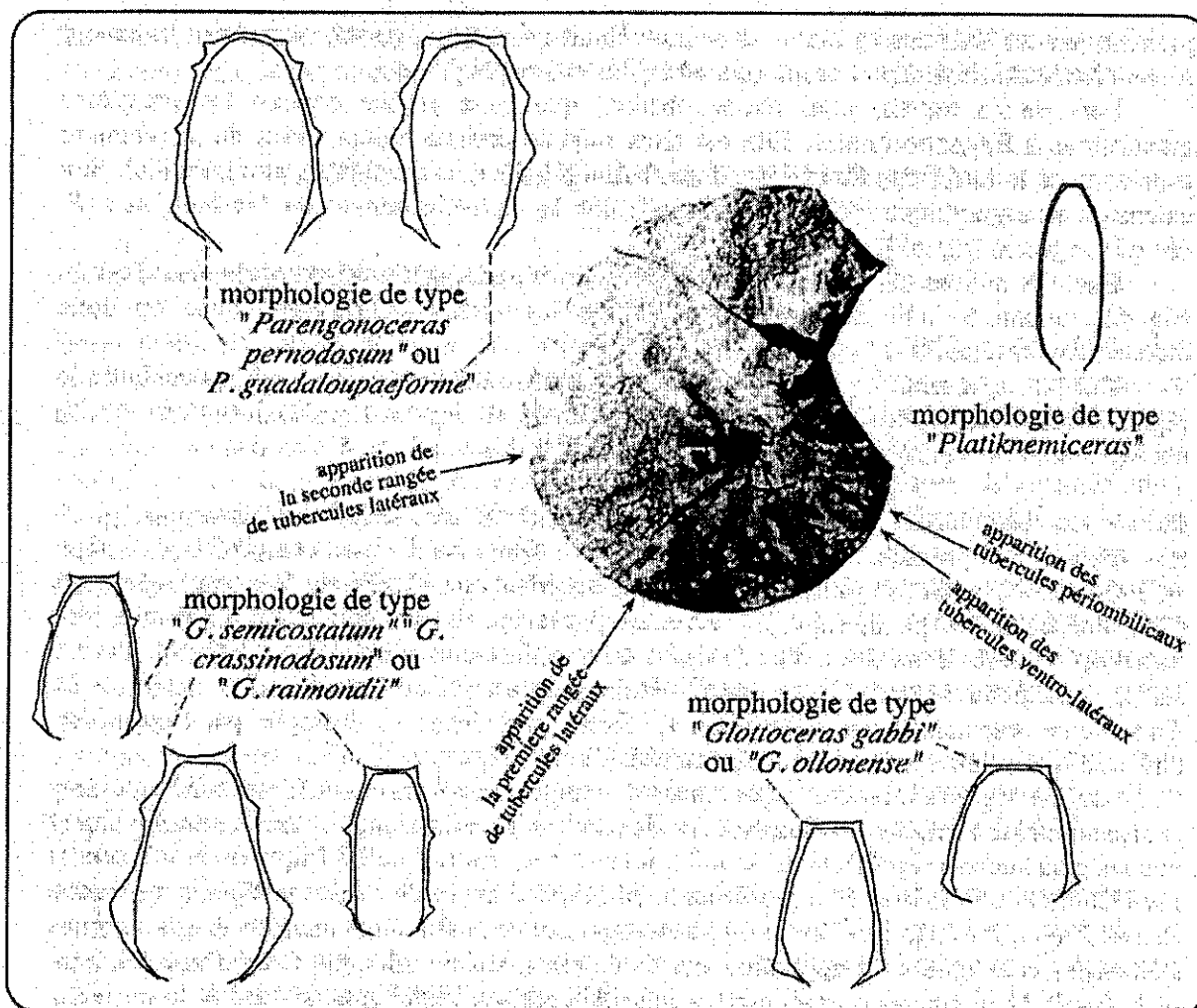


Figure 53. Évolution de la tuberculation pendant l'ontogénèse de *Parengonoceras haasi*, d'après la description de Benavides Cáceres (1956, p. 447). L'exemplaire figuré correspond au syntype AMNH 27399:3 (pl. 46, figs. 1-2).

PARENGONOCERAS PERNODOSUM (Sommermeier, 1910)

Pl. 3, Figs. 7-9, Pl. 4, Figs. 1-4

Placenticerias pernodosum SOMMERMEIER, 1910, p. 330-333, pl. 7, fig. 1.

Placenticerias guadaloupaeforme SOMMERMEIER, 1910, pl. 7, fig. 2.

Knemiceras tetranodosum LISSON, 1925, p. 25-26, pl. 2, fig. 3.

Parengonoceras pernodosum (SOMMERMEIER), Benavides Cáceres, 1956, p. 444-445, pl. 44, figs. 3-4, pl. 45, figs. 1-5.

Parengonoceras tetranodosum (LISSON), Benavides Cáceres, 1956, p. 446, pl. 43, figs. 5-10, pl. 44, fig. 1.

Parengonoceras guadaloupaeforme (SOMMERMEIER), Tapia, 1992, p. 41-42, pl. 1, figs. c-d.

Description, d'après la description originelle de Sommermeier (1910, p. 330-331). «La section est allongée et ovale. La largeur maximale s'observe à mi-flanc, région à partir de laquelle les flancs convergent. Le mur ombilical débute par une inclinaison graduelle pour se terminer par une zone inclinée courte. Le bord ventral est plus large et convexe, sauf sur les stades jeunes où il est plat. La croissance de la coquille est régulière. Le rapport largeur sur hauteur est de 1/2. La spire embrasse environ 4/5 des tours précédents. L'ornementation

consiste en des côtes faibles et droites, qui se développent depuis le bord ombilical jusqu'à la bordure ventrale, et de côtes secondaires qui apparaissent à mi-flanc. Elles portent quatre rangées de tubercules écrasés, très caractéristiques.

Un peu au-dessus de la bordure ombilicale, le départ des côtes montre de forts tubercules allongés radialement. Des tubercules semblables, quoique plus faibles, se développent sur les flancs. Ils sont deux fois plus nombreux que les premiers. Ils apparaissent alternativement au-dessus de chaque tubercule périombilical ou en terminaison des côtes secondaires.

Des tubercules plus réduits et arrondis sont disposés irrégulièrement sur la bordure ventrale. Leur nombre est encore une fois le double environ des tubercules latéraux. Une quatrième rangée de petits tubercules, parallèles ou alternes, borde chaque côté du ventre de forme plate. La deuxième rangée de tubercules ventro-latéraux est organisée corrélativement».

À propos de la ligne de suture de l'exemplaire I, Sommermeier écrit: «la reconnaissance de la géométrie typique des *Placenticeras* est difficile. L'indentation profonde des lobes et les selles bifides, à allure de «bois de cerfs», est caractéristique. La partie externe de la ligne de suture est moins bien conservée. La hauteur importante des selles externes et de la selle médiane étroite est particulière. Une large selle coïncide avec la position des tubercules périombilicaux».

Matériel-type. Sommermeier (1910, p. 330) crée l'espèce à partir de trois individus fragmentaires qu'il nomme «Exemplaires I, II et III». Il ne désigne pas d'holotype. Selon le code de nomenclature zoologique (ICZN), le lectotype correspond au premier spécimen mentionné par son auteur, en l'occurrence, l'exemplaire I, décrit page 331 et illustré par le figure 1 de la planche 7.

Autre Matériel. Quarante exemplaires complets ou fragmentaires (95-I4-01, 96-C13-02, 96-C15-01, 96-C15-02, 96-C15-03, 96-C17-01, 96-C18-03, 96-C24-01, 99-CQ4-01, 99-CQ4-02, 99-CQ4-05, 99-CQ4Eb-01, 99-CQ5-01, 99-CQ5-02, 99-CQ5-05, 99-CQ6-01, 99-CQ6Eb-03, 99-CQ6Eb-04, 99-CQ6Eb-05, 99-CQ8-04, 99-CQ17-02, 99-P4-01, 99-PP3Eb-02, 99-PP4AEb-02, 99-PP6AEb-01, 99-PP7C-01, 99-PP7Eb-06, 99-PP7Eb-10, 99-PP8Eb-02, 99-PP8Eb-03, 99-PP9Eb-04, 99-PM5-04, 95-R1-01, 95-R2-01, 99-R21DEb-02, 98-G7B-01, 99-Z4B-02, 99-Z4B-03, 99-Z5-03, 99-Z5-04, 99-Z5-06). Comme pour le lectotype, les nouveaux exemplaires sont de grande dimension; le plus grand atteint un diamètre de 300 mm (99-PP6AEb-01). Les individus de taille intermédiaire, quadri-tuberculés, (= *P. tetranodosum* Lissón), présentent une ornementation plus faible (pl. 3, figs. 7-9). D'une manière générale, les caractères majeurs décrits par Sommermeier sont observés sur les spécimens que nous avons récoltés. Les côtes primaires portent quatre rangées de tubercules. Les côtes secondaires débutent à l'apex des tubercules médio-latéraux. Enfin, des tubercules ventro-latéraux supplémentaires sont présents. Tous les tubercules sont pointus (pl. 4, figs. 2, 4). Le doublement successif des tubercules à partir de la rangée périombilicale mentionnée par Sommermeier est également observé.

Nous précisons que l'ombilic est relativement ouvert (pl. 4, fig. 2). Les tubercules ventro-latéraux et latéraux inférieurs apparaissent très proches (pl. 4, figs. 1, 4). Les tubercules ventro-latéraux sont alternes à parallèles de part et d'autre du ventre. Ils disparaissent par déléation sur les derniers stades (pl. 4, figs. 1-2).

Répartition stratigraphique et géographique. L'ensemble des syntypes provient du Nord de Cajabamba (département de Cajamarca, Pérou nord) (Sommermeier, 1910, p. 400). Une

riche faune de bivalves et d'oursins est citée en association avec l'espèce. Aucune donnée stratigraphique précise n'est cependant apportée par l'auteur.

Lors de ce travail, *Parengonoceras pernodosum* montre une extension stratigraphique relativement importante (fig. 52). Les très nombreux spécimens, collectés sur la presque totalité des coupes étudiées, caractérisent avec certitude l'intervalle allant de la sous-zone à *P. haasi* au bio-horizon à *L. pseudolyelli* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur). On note toutefois la présence d'un exemplaire isolé (99-R21DEb-02) dans la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* (Albien moyen supérieur) de la coupe du Pongo de Rentema (fig. 47).

Cette espèce, comme de nombreux autres taxons de la famille des Engonoceratidae, est typiquement péruvienne.

Discussion. *Parengonoceras pernodosum* développe une tuberculation très proche de l'espèce-type *P. ebrayi*, avec quatre rangées de tubercules qui passent au nombre de trois sur les derniers stades (délétion). Les tubercules sont également reliés entre eux par des côtes mieux individualisées sur la chambre d'habitation. Le ventre développe une forme arrondie typique.

Néanmoins, plusieurs caractères sont nettement distinctifs : une plus grande taille de l'ombilic, une ornementation beaucoup plus forte sur l'ensemble des stades ontogénétiques, une section et un ventre plus larges et des tubercules de la rangée ventro-latérale la plus externe plus discrets (moins élevés).

L'espèce décrite par Sommermeier montre également de grandes similitudes avec *Parengonoceras guadaloupaeforme*, décrite ci-dessous. Les caractères distinctifs notés postérieurement par Benavides Cáceres (1956, p. 446) sont ici retenus (voir discussion dans la partie consacrée à ce second taxon).

Parengonoceras tetranodosum, créé par Lissón (1925), est ici placé en synonymie de *P. pernodosum*. La présence de quatre rangées de tubercules, la section ovale et les flancs arrondis sont considérés comme caractéristiques de l'espèce de Sommermeier. La différence dans l'allure ventrale et la faiblesse de la tuberculation ne semblent être que la conséquence de la taille microconque de ces individus par rapport aux représentants «géants» de *Parengonoceras pernodosum*.

PARENGONOCERAS GUADALOUPAEFORME (Sommermeier, 1910)

Pl. 5, Figs. 1-3, Pl. 6, Figs. 1-3

Placenticeras guadaloupaeforme SOMMERMEIER, 1910, p. 333-336, pl. 7, fig. 2, pl. 8, figs. 1-2.

non *Placenticeras guadaloupaeforme* SOMMERMEIER, 1910, pl. 7, fig. 2.

Parengonoceras guadaloupaeforme (SOMMERMEIER), Benavides Cáceres, 1956, p. 445-446, pl. 44, fig. 2.

Description, d'après la définition ultérieure de Benavides Cáceres (1956, p. 446). «*Parengonoceras guadaloupaeforme* est très proche de *P. pernodosum*. Il diffère simplement par le développement très fort et marquant de l'ornementation, en particulier pour les trois rangées internes de tubercules. Ceux-ci sont reliés par des côtes épaisses falciformes. La section est subrectangulaire, non ovoïde comme pour *P. pernodosum*».

Matériel-type. *Parengonoceras guadaloupaeforme* fut originellement créée à partir de trois spécimens : Exemplaires I, II et II in Sommermeier (1910, p. 333-336). Aucun holotype n'est

désigné. Selon les règles du code de nomenclature zoologique (ICZN), le premier individu décrit (Exemplaire I, p. 334-335), figuré pl. 8, fig. 1-2, est ici retenu comme le lectotype de l'espèce.

Autre Matériel. quinze exemplaires complets ou fragmentaires (96-C11-01, 96-C18-04, 96-C18-05, 96-C22-01, 96-C22-02, 96-C22-03, 96-C26-01, 99-CQ4-03, 99-CQ4-04, 99-CQ5-03, 99-CQ5-04, 99-CQ9-02, 95-R12-01, 98-G17-01, 99-Z9-01). Comme *Parengonoceras ebrayi* et *P. pernodosum*, les représentants de cette espèce sont de très grande taille (leur diamètre atteint 265 mm), ils portent quatre rangées de tubercules (pl. 5, fig. 2, pl. 6, fig. 2) et ont une section élevée (pl. 6, fig. 3). Le ventre plat, la section subrectangulaire et l'ornementation grossière, mentionnés par Benavides Cáceres (1956), caractérisent l'ensemble des individus nouvellement collectés.

Nous observons de plus le maintien des tubercules ventro-latéraux sur tous les stades ontogénétiques et l'allongement longitudinal des tubercules ventro-latéraux, qui restent alternes, sur les derniers stades du très grand individu 99-G17-01 (pl. 5, figs. 1-2).

Répartition stratigraphique et géographique. Le lectotype provient de la localité de Pílancones, située à trois kilomètres à l'Ouest de Hualgayoc (département de Cajamarca, Pérou nord). Sommermeier (1910, p. 399) mentionne la présence de *Placentoceras* sp. (= *Parengonoceras* sp.) et de *Desmoceras schlagintweiti* dans cette même localité. Dans la biozonation proposée dans ce travail, ces espèces se retrouvent associées dans l'intervalle sous-zone à *P. haasi* / bio-horizon à *P. ebrayi* de la base de la biozone à *G. raimondii* (fig. 52).

Les nouveaux représentants ont été collectés sur l'ensemble du Bassin Occidental péruvien (voir liste ci-dessus). D'un point de vue stratigraphique, ils sont principalement concentrés du bio-horizon à *P. ebrayi* à la sous-zone à *R. mathewsi*. Sur la coupe du Pongo de Manseriche, le spécimen 99-R12-01 est néanmoins présent dans la sous-zone à *R. ulrichi* (Albien moyen basal).

Paléobiogéographiquement, *Parengonoceras guadaloupaeforme* est seulement citée dans le secteur péruvien du Bassin Andin.

Discussion. Comme Benavides Cáceres (1956), nous retenons l'aspect subrectangulaire du ventre comme un caractère distinctif majeur entre cette espèce et *P. pernodosum*. Les deux exemplaires figurés par Sommermeier (1910) ont des formes de ventre assez différentes : le lectotype ici désigné (pl. 8, fig. 1-2) se marque effectivement par une région ventrale plate. Par contre, le second spécimen (pl. 7, fig. 2) développe un ventre très arrondi, associé à des tubercules relativement réduits. Nous considérons ici qu'il doit être rattaché à l'espèce *pernodosum*.

Plus généralement, *Parengonoceras guadaloupaeforme* diverge de *P. pernodosum* par son ventre plat, lié au maintien des tubercules ventraux inférieurs qui ont tendance à s'allonger longitudinalement, la plus grande force de son ornementation et son allure plus grossière.

PARENGONOCERAS DUARTEI (Etayo Serna, 1979)

Pl. 6, Figs. 4-6, Pl. 7, Figs. 1-3

Knemiceras sp., Douvillé, 1906, p. 154, pl. 4, fig. 1.

Knemiceras sp., Knechtel in Knechtel, Richards & Rathbun, 1947, p. 98, pl. 22, fig. 1a, b.

? *Knemiceras* ? *ziczag* BREISTROFFER, 1952, p. 2633.

- ? *Knemiceras ziczag* BREISTROFFER, Benavides Cáceres, 1956, p. 456, pl. 52, fig. 2.
 ? *Engonoceras* cf. gr. *gibbosum* HYATT, Etayo Serna, 1968, p. 37, pl. 9, tab. 1.
Engonoceras ? *duartei* ETAYO SERNA, 1979, p. 75-76, pl. 12, figs. 1, 4.

Description, d'après la diagnose originelle d'Etayo Serna (1979, p. 75). «L'espèce se caractérise, lors de son développement ontogénétique :

- par une coquille lisse et largement ondulée, un ventre étroit et plat, et des tubercules ventro-latéraux alternes chez l'individu juvénile;
- par un ventre étroit arrondi, des tubercules ventro-latéraux «internes» en forme de «bosse» et le développement de tubercules latéraux au stade adulte.

Matériel-type. Etayo Serna (1979, p. 75) base la création de l'espèce *duartei* sur deux individus désignés comme holotype (n°57; pl. 12, fig. 1, 4) et paratype (n°61). Ils appartiennent à la collection de l'«Instituto de Ciencias Naturales Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de Colombia» de Bogotá (Colombie).

Matériel péruvien. Trente-neuf individus complets ou fragmentaires (96-C32-02, 99-CQ6Eb-02, 99-CQ7Eb-02, 99-CQ13Eb-01, 99-CQ16-01, 99-CQ17-01, 99-P16-02, 99-P18-01, 99-PP8Eb-01, 99-PP10Eb-03, 99-PP12-13, 99-PM14Eb-46, 99-PM14Eb-47, 99-PM14Eb-48, 99-R104-11, 99-R105-12, 95-R110Eb-02, 95-R110Eb-03, 95-R111-01, 95-R111-02, 95-R112Eb-01, 95-R112Eb-02, 99-R114Eb-12, 99-R114BEb-02, 99-R5Eb-02, 99-R5/6Eb-02, 95-R8-11, 99-Z5-11, 99-Z5Eb-01, 99-Z11Eb-03, 99-Z16Eb-04, 99-Z16Eb-05, 99-Z19/22Eb-01, 99-Z19/22Eb-02, 99-Z19/22Eb-04, 99-Z22Eb-01, 99-Z24Eb-01, 99-Z25Eb-01, 99-Z27-02). Les diamètres moyens sont assez importants. Ils peuvent atteindre 175 mm (99-Z16Eb-04, 99-Z24Eb-01). La section est généralement sub-ronde; elle peut cependant être comprimée sur les ultimes stades ontogénétiques (pl. 6, figs. 4, 6). La largeur maximale intervient dans la région située entre le tiers inférieur et la moitié des flancs. L'ornementation varie de manière très importante au cours de l'évolution des individus.

Les premiers stades sont marqués par des tubercules périombilicaux forts (pl. 7, fig. 2). Pendant la croissance, leur force diminue progressivement alors que, corrélativement, les tubercules latéraux se développent de manière très importante. Après un stade où la taille des différents tubercules est égale, les tubercules latéraux prédominent largement sur les derniers tours ou ils forment de véritables «cornes» (pl. 6, figs. 4, 6).

Les tubercules ventro-latéraux sont alternes pour les stades jeunes et intermédiaires. Les cornes apparaissent soit parallèles, soit fortement alternes. Les stades les plus évolués montrent la déléition des tubercules ventro-latéraux, corrélée à la compression et l'accentuation de la forme arrondie du ventre (pl. 6, fig. 4). Les côtes au sens strict n'apparaissent pas chez cette espèce.

Comme pour les types colombiens, la ligne de suture n'a pu être observée.

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype provient du banc 8 de la coupe de Villa de Leiva (Nord de Bogotá, Colombie). Etayo Serna (1979, p. 14) place *Parengonoceras duartei* dans sa zone d'assemblage à *Platknemiceras colombiana*, *Rinconiceras rinconi* et *Lyelliceras pseudolyelli* forme, datée de l'Albien inférieur - moyen basal.

L'espèce est citée pour la première fois au Pérou où elle est très largement représentée (voir liste ci-dessus). Stratigraphiquement, elle est localisée dans l'intervalle sous-zone à *P. ebrayi* / bio-horizon à *L. pseudolyelli* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur) (fig. 52).

Discussion. La quadri-tuberculation et la déléition des tubercules latéraux supérieurs, typiques, rattachent l'espèce *duartei* au genre *Parengonoceras*. Le développement de

véritables cornes, alternes ou parallèles de part et d'autre du ventre, est un caractère spectaculaire unique à cette espèce. La section sub-ronde relativement étroite et les flancs très convexes accentuent son particularisme.

Knemiceras ziczag, crée par Breistroffer (1952) à partir de la figure 1 de la planche 4 in Douvillé (1906) est identique aux stades intermédiaires de l'espèce colombienne. L'aspect très fragmentaire de cet individu, comme celui décrit par Benavides Cáceres (1956), ne nous permettent pas d'affirmer une synonymie totale avec *Parengonoceras duartei*. Cette hypothèse est néanmoins fortement probable.

Parengonoceras duartei se caractérise par la grande variabilité de son ornementation au cours de l'ontogénèse. L'espèce présente ainsi, au cours de son évolution ontogénétique, diverses morphologies, observées chez d'autres taxons, (fig. 54). Ainsi :

- les premiers tours ont une section assez proche des *Glottoceras* juvéniles, à l'allure losangique de type *semicostatum*. Ce caractère est déjà signalé par Etayo Sema (1979);
- les stades intermédiaires sont morphologiquement identiques à *Glottoceras crassinodosum*. La section est sublosangique. Les tubercules les plus développés sont ceux de la bordure périmobilicale;
- la chambre d'habitation marque la spécificité de cet individu (voir également la diagnose) : les tubercules périombilicaux diminuent progressivement alors que les tubercules latéraux deviennent très forts. Ils peuvent former de véritables «cornes». Comme chez les autres grands *Parengonoceras*, les tubercules ventro-latéraux disparaissent sur les derniers tours.

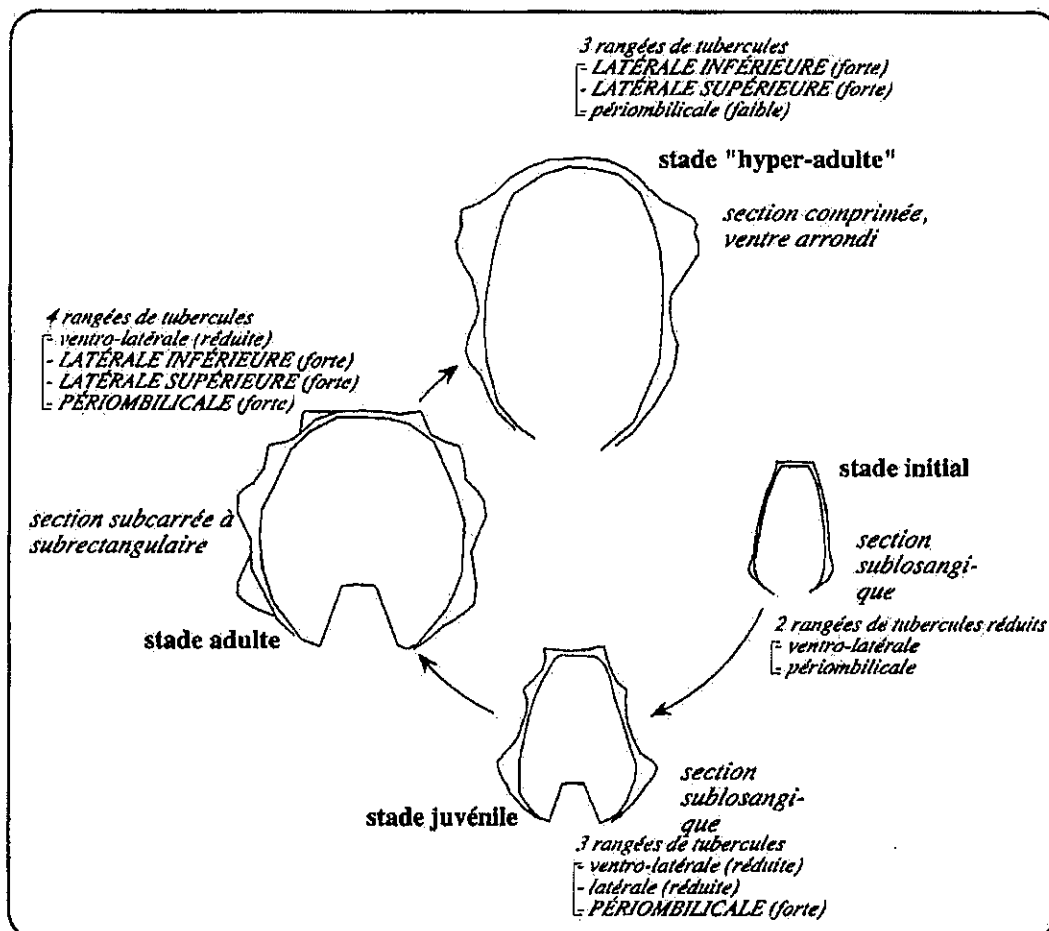


Figure 54. Évolution morphologique de *Parengonoceras duartei* au cours de son ontogénèse.

PARENGONOCERAS cf. *CHAMPARAENSE* Benavides Cáceres (1956)

Parengonoceras ? champaraense, BENAVIDES CACERES, 1956, p. 448, pl. 51, figs. 8-9.

Description, d'après la description originelle de Benavides Cáceres (1956, p. 448). «La coquille est large, discoïdale et plate. L'ombilic est étroit. La section est haute et comprimée. Le mur ombilical, réduit, est fortement incliné. Le ventre est plat. La bordure ombilicale, bien qu'arrondie, est observée. Les flancs sont d'abord faiblement convexes. Ils deviennent sub-parallèles à partir du tiers supérieur, puis convergent progressivement vers l'ombilic. La largeur maximale, inférieure à la moitié de la hauteur des tours, intervient à mi-flanc. Cette espèce porte 3 rangées de tubercules. Une rangée périombilicale de tubercules, allongés radialement, apparaît à partir d'un diamètre de 30 mm. Puis des tubercules, réduits, en pointe, se développent à un diamètre de 40 mm. Ils s'atténuent puis disparaissent rapidement. À partir de 45 mm de diamètre, une troisième rangée de tubercules allongés dans le sens de l'enroulement marque la bordure ventro-latérale. Ces derniers deviennent très faibles à partir de 65 mm.

La ligne de suture est très complexe. Les selles sont larges, subquadratiques, divisées par un lobe médian profond. Les selles latérales sont de plus en plus dentelées. Les lobes, pincés et digités, ont une forme générale arrondie».

Matériel-type. Benavides Cáceres (1956, p. 448) désigne le monotype 27848 de la collection de l'«American Museum of Natural History» (New York, USA) comme l'holotype de *Parengonoceras ? champaraense*.

Autre Matériel. Un individu unique fragmentaire (96-18-01), qui se caractérise par l'extrême discrétion de l'ornementation. Les tours juvéniles, montrant un ombilic étroit, sont absents. Plusieurs caractères adultes décrits ci-dessus sont observés. Les flancs sont faiblement convexes. Les tubercules périombilicaux sont pincés dans le sens radial. Les tubercules ventro-latéraux, allongés dans le sens de l'enroulement, donnent un aspect localement concave du ventre. Les tubercules latéraux ne sont pas clairement mis en évidence. La ligne de suture n'est pas observée.

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype est associé à *Douvilleiceras mammillatum*, *Polyelliceras peruvianum*, *Eubrancoceras aegoceratoides*, *Glottoceras raimondii*, *Glottoceras triangulare* et *Glottoceras raimondii* var. *tardum* dans le banc 8 de la formation Chulec de la coupe de Sihuas (Benavides Cáceres, 1956, p. 448). Cette association contient une faune multizonale (voir répartition biostratigraphique des espèces, fig. 52).

L'exemplaire collecté lors de ce travail provient de la base du banc 55 de la coupe de Baños del Inca (fig. 40), où il est associé à *Glottoceras semicostatum*. On note que ces deux espèces sont les premiers représentants de la famille des Engonoceratidae sur la coupe mentionnée. Ils caractérisent ainsi la base de la sous-zone à *P. haasi* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur).

Discussion. Benavides Cáceres (1956) indique le particularisme de cette forme, qui associe une ligne de suture de type *Parengonoceras* (selles découpées) et une morphologie proche du genre *Glottoceras* (ventre plat, tri-tuberculation).

Genre *GLOTTOCERAS* Hyatt, 1875

Discussion. Contrairement à l'analyse d'Hyatt, Breistroffer (1952, p. 2633) indique que la ligne de suture de l'holotype de *Glottoceras attenuatum* est différente de celle du genre *Knemiceras* et de son type *K. syriacum* (À ce propos, nous noterons d'ailleurs que Hyatt (1903, p. 151) argumente sa comparaison avec *K. compressum* et non avec *K. syriacum*).

Breistroffer insiste sur la séparation d'avec *Knemiceras* et mentionne que «les flancs amincis, le pourtour externe (= ventre) rétréci, bordé par deux rangées alternes de tubercules ventro-latéraux, ses côtes flexueuses (...) l'éloignent assez de l'espèce-type syrienne pour reprendre en sa faveur le sous-genre *Glottoceras*».

Les exemplaires de *G. attenuatum* et des autres espèces, nouvellement récoltés, confirment la distinction qui doit être faite entre le genre *Knemiceras s. str.* (*gr. syriacum*), présent au Proche-Orient, en Iran et au Maghreb, et les formes péruviennes. Ces derniers ont :

- une morphologie distincte : une région ventrale nettement plus étroite, une section moins renflée et une costulation moins grossière (fig. 55);
- une ligne de suture dont les largeurs relatives des lobes et des selles sont similaires (à la différence de *K. syriacum* où les selles sont largement dominantes). Les lobes sont plus dentelés, comme cela est observé chez les exemplaires 99-I8Eb-01 (*G. raimondii* var. *largum*) ou 96-C27-02 (*G. crassinodosum*). La première selle latérale, large et trifide, est toutefois commune aux deux formes.

Remarque. Malheureusement, les lignes de suture des espèces *attenuatum* et *syriacum*, respectivement figurée par Hyatt (1903, pl. 17, fig. 15) et von Buch (1849, pl. 7, fig. 1) n'ont pas été relevées sur les mêmes stades ontogénétiques.

Il semble que la suture très épurée présentée par Hyatt corresponde à une ligne prise dans des stades très jeunes, où les selles ne sont pas encore découpées et les lobes sont étroits. La forme «évoluée» (voir ci-dessus) n'est donc pas atteinte.

Nomenclature. Le nom de genre «*Glottoceras*» est postérieurement abandonné par Hyatt (1900, 1903) sur l'argument erroné d'une homonymie avec le genre *Glossoceras*, créée par Barrande en 1867.

Il faut attendre Breistroffer (1952), dans son étude sur les espèces andines, pour que la question du rattachement de l'espèce *attenuatum* au genre *Knemiceras* soit abordée. Cet auteur infirme cette attribution pour réhabiliter le genre de Hyatt.

Mais, depuis lors, cette hypothèse n'a jamais été retenue. Le nom de genre originel n'a pas été nouvellement utilisé. Du point de vue nomenclatural, le nom «*Glottoceras*» était jusqu'ici considéré comme *nomen obliteratum* (Wright *et al.*, 1996, p. 130). L'article 23.9 de la dernière révision du Code International de Nomenclature Zoologique (2000) stipule que «*An author will be required (without a ruling by the Commission) not to displace a name which has been used as valid by at least 10 authors in 25 publications during the past 50 years by an earlier synonym or homonym which has not been used as valid since 1899*».

Dans le cas exposé, même si le terme «*Glottoceras*» a été introduit par Hyatt en 1875, il a depuis été considéré comme valide par Breistroffer en 1952, donc postérieurement à 1899.

On note de plus que depuis 50 ans (donc depuis octobre 1951) seuls douze auteurs (ou quatorze publications) paléontologiques font mention des Engonoceratidae péruviens sous le nom de genre *Knemiceras* (de nombreuses études biostratigraphiques font état de «*Knemiceras*» péruviens, mais elles ne traitent pas précisément de l'aspect systématique). Nous signalons ainsi les articles de Basse *in* Piveteau (1952), Benavides Cáceres (1956), Arnould-Saget (1956), Wright (1957, 1996), Wilson (1963), Destombes (1965, & Amédéo 1984), Renz (1970, 1982), Casey (1978), Etayo Serna (1979), Tapia (1992), Geyer (1995).

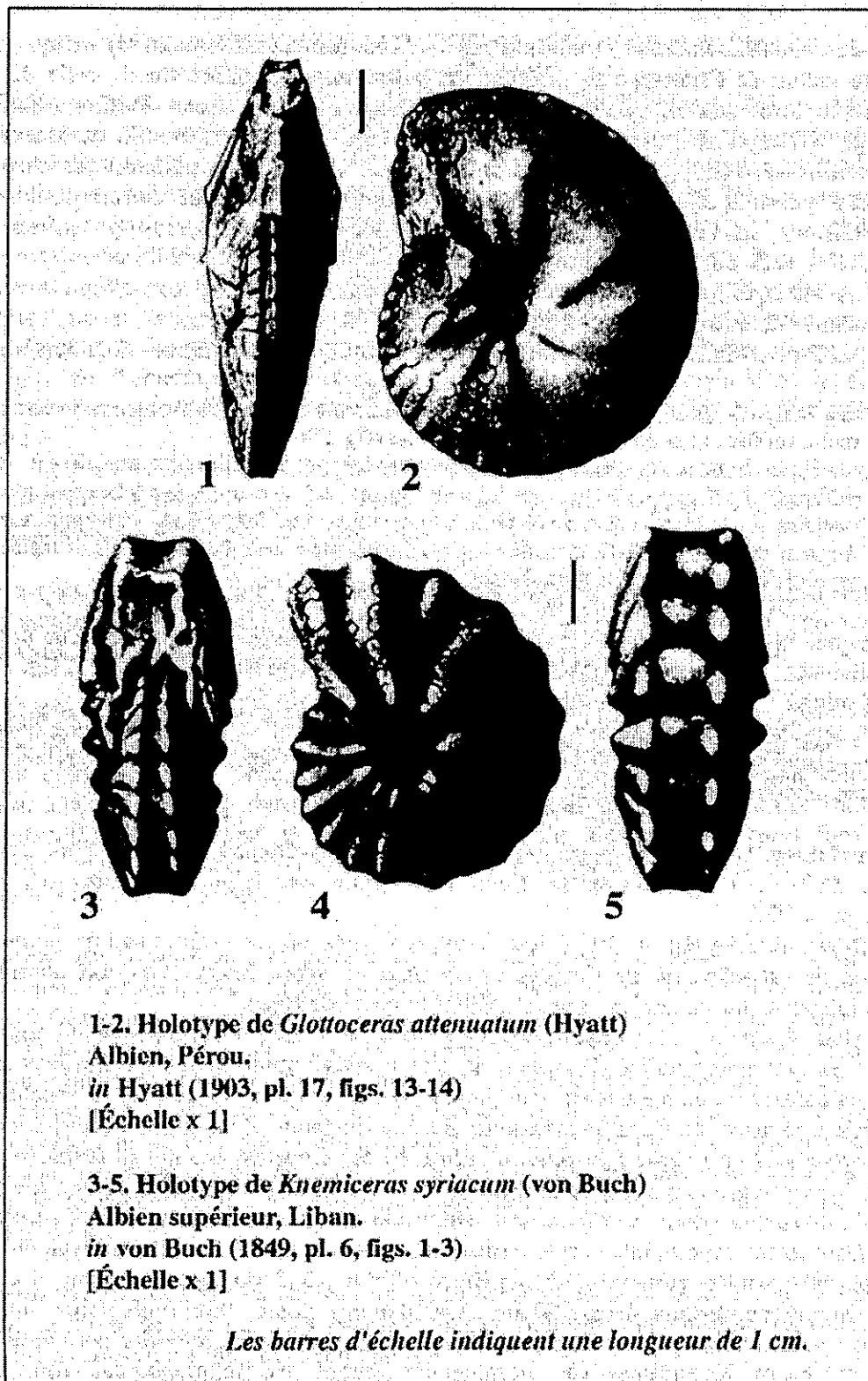


Figure 55. Morphologies comparées des génotypes *Glottoceras attenuatum* (d'après Hyatt, 1903, pl. 17, figs. 13-14) et *Knemiceras syriacum* (d'après von Buch, 1849, pl. 6, figs. 1-3).

Espèce-type. Par désignation originelle de Hyatt (1875, p. 372), *Buchiceras* (*Glottoceras*) *attenuatum*. L'auteur ne figure cette espèce qu'ultérieurement (1903, p. 151-152, pl. 17, figs. 13-15). L'illustration est basée sur un spécimen unique, désigné comme holotype par Lissón (1908, p. 3b).

Autres espèces. Dans l'état actuel de son interprétation, nous considérons le genre *Glottoceras* comme restreint aux espèces du Bassin Andin *s. str.* (hors bordure vénézuélienne). Il comprend les espèces *attenuatum* Hyatt, *crassicostatum* Sommermeier, *crassinodosum* Sommermeier, *gabbi* Hyatt, *moorei* Knechtel, *ollonense* Benavides Cáceres, *raimondii* Lissón, *raimondii* var. *tardum* Benavides Cáceres, *raimondii* var. *largum* nov. var., *semicostatum* Sommermeier, *sommermeieri* Knechtel et *triangulare* Benavides Cáceres

Plusieurs espèces sont placées en synonymie des taxons maintenus (voir ci-dessus et genre *Parengonoceras*):

- *Knemiceras tetranodosum* Lissón = *Parengonoceras pernodosum*;
- *Knemiceras ziczag* Benavides Cáceres = *Parengonoceras duartei*;
- *Knemiceras attenuatum-gracilecostatum* Sommermeier, *K. attenuatum-typicum* var. *spinosa* Sommermeier (= *K. attenuatum typicum* in Benavides Cáceres) et *K. attenuatum-seminodosum* Sommermeier = *Glottoceras semicostatum*;
- *Knemiceras libertadense* Breistroffer = *Glottoceras crassinodosum*;
- *Knemiceras bassleri* Knechtel = *Glottoceras gabbi*;
- *Knemiceras pognai* Etayo Serna = *Glottoceras raimondii* var. *tardum*;
- *Knemiceras raimondi* var. *pacificum* Benavides Cáceres = *Glottoceras raimondii*.

La place des formes du Venezuela et du Texas dans le nouveau cadre *Knemiceras* / *Glottoceras* n'est pas discutée dans ce travail. Néanmoins, une première observation révèle que les lignes de suture des *Knemiceras* décrits par Scott (1940) et Renz (1970) montrent des selles assez dentelées qui semblent les exclure du genre *Knemiceras s. str.*

Casey (1961) intégrait déjà les espèces du Texas dans le genre *Parengonoceras*. Les espèces du Venezuela, peu tuberculées et de section sub-losangique assez large, se rapprochent de *Glottoceras semicostatum* ou de *G. gabbi*.

Diagnose. Voir la description de l'espèce type *attenuatum*.

Répartition stratigraphique et géographique. Lors de la réhabilitation du genre, Breistroffer (1952, p. 2633-2634) souligne la cohérence stratigraphique de ses représentants, autour de la répartition de *Glottoceras attenuatum*. Il considère celui-ci de «l'Albien moyen basal à *Lyelliceras*, *Eubrancoceras*, *Oxytropidoceras* et *Dipoloceroïdes*». Il mentionne toutefois la présence de *G. crassinodosum* dans les niveaux de transition entre l'Albien inférieur à *Hypacanthoplites* (? = *Neodeshayesites*) et l'Albien moyen à *Lyelliceras lyelli*.

Cette position est identique à la répartition des nouveaux exemplaires péruviens, présents sur la totalité des biozones à *G. raimondii* (Albien inférieur élevé) et *O. (O.) carbonarium* (Albien moyen) (fig. 52).

Du point de vue paléobiogéographique, dans son acception actuelle, le genre *Glottoceras* est présent dans le Bassin Andin *s. str.*, depuis le Pérou central jusqu'en Colombie.

Commentaires. Morphologiquement, le genre *Glottoceras* se distingue des *Parengonoceras* par :

- l'absence de quatre rangées de tubercules;
- une taille nettement plus petite;
- le maintien de la forme plate du ventre plat et une section sub-losangique à sub-rectangulaire sur les stades adultes.

L'ensemble de ces distinctions semble lié à la différence de taille. Ainsi, les deux genres paraissent pouvoir être rassemblés au sein d'un même groupe, sur la base d'une association microconque / macroconque.

On observe en effet une ressemblance morphologique entre les stades intermédiaires des *Parengonoceras* et certaines espèces de *Glottoceras*. Le meilleur exemple est *P. duartei* qui, au cours de l'ontogénèse, montre successivement :

- une première étape, bi-tuberculée, à section sub-losangique, commune aux deux genres;
- une phase intermédiaire à forme de type *G. crassinodosum* : trois rangées de tubercules, dont ceux très développés de la région périombilicale; une section toujours sub-losangique et un ventre toujours plat;
- un loge d'habitation à quatre rangées de tubercules. Les tubercules latéraux se développent progressivement, corrélativement à la diminution également graduelle des tubercules périombilicaux. Leur stade ultime correspond à la formation de véritables «cornes».
- un dernier stade où les tubercules ventro-latéraux disparaissent et le ventre s'arrondit, caractères typiques de l'espèce.

GLOTTOCERAS ATTENUATUM (Hyatt, 1875)

Pl. 7, Figs. 4-10

Buchiceras (Glottoceras) attenuatum HYATT, 1875, p. 372.

Knemiceras attenuatum HYATT, 1903, p. 151-152, pl. 17, figs. 13-15.

non *Knemiceras aff. attenuatum* HYATT, Lissón, 1908, p. 3a, b, pl. 3.

Knemiceras attenuatum typicum SOMMERMEIER, 1910, p. 341.

non *Knemiceras attenuatum* HYATT, Basse, 1940, p. 425, pl. 3, fig. 1a, b.

Knemiceras attenuatum HYATT, Knechtel, 1947, p. 92-93, pl. 16, fig. 1.

Buchiceras (Glottoceras) attenuatum HYATT, Breistroffer, 1952, p. 2633.

non *Knemiceras attenuatum* HYATT, Benavides Cáceres, 1956, p. 449, pl. 46, figs. 7-10.

non *Knemiceras attenuatum* HYATT, Arnould-Saget, 1956, p. 12-13, pl. 2, fig. 3a, b, pl. 3, fig. 1a, b.

Description, d'après la description subséquente de Hyatt (1903, p. 151). Cet auteur expose principalement les caractères suturaux. «La ligne de suture est très proche de *Knemiceras compressum* mais les tubercules ventro-latéraux alternants et la forme de ces bords ventraux sont essentiellement «Engonoceratien». Le spécimen original a un diamètre de 65 mm. Il est fragmentaire et ne correspond qu'au moulage interne.

Le lobe ventral est profond et étroit et identique à celui des *Knemiceras*. La première selle latérale, dissymétrique et bifide, montre également l'allure type observée chez le genre *Knemiceras*. Le «bras» externe est trifide, mais avec de fines bordures qui ressemblent à de simples sinuosités. La partie centrale se compose d'une selle très réduite, dont l'intérieur comprend une base trifide. La seconde selle latérale est filiforme et semble légèrement bifide. Toutes les selles auxiliaires sont sub-filiformes, simples et denticulées, à bases larges et symétriquement bifides, exceptées les deux dernières qui sont entières».

- Knemiceras attenuatum-semicostatum* SOMMERMEIER, 1910, p. 350-354, pl. 9, fig. 3, pl. 10, fig. 1.
- Knemiceras attenuatum-gracilecostatum* SOMMERMEIER, 1910, p. 354-355, pl. 10, figs. 2.
- non *Knemiceras attenuatum-gracilecostatum* SOMMERMEIER, 1910, p. 354-355, pl. 10, figs. 3.
- Knemiceras attenuatum-seminodosum* SOMMERMEIER, 1910, p. 357-360, pl. 12, figs. 1-3.
- Knemiceras semicostatum* SOMMERMEIER, Knechtel, 1947, p. 93-94, pl. 15, figs. 1-3.
- Knemiceras attenuatum* HYATT, Benavides Cáceres, 1956, p. 449, pl. 46, figs. 7-10.
- Knemiceras attenuatum spinosum* (SOMMERMEIER), Benavides Cáceres, 1956, p. 449-450, pl. 46, figs. 11-12.
- non *Knemiceras semicostatum* SOMMERMEIER, Etayo Serna, 1979, p. 77, pl. 11, fig. 2.

Commentaire. *Knemiceras attenuatum-typicum* var. *spinosa*, *Knemiceras attenuatum-semicostatum*, *Knemiceras attenuatum-gracilecostatum* et *Knemiceras attenuatum-seminodosum* considérées comme des sous-espèces indépendantes par Sommermeier (1910) sont placées en synonymie. Toutes se caractérisent par une section sub-losangique assez large, une ornementation discrète, une tri-tuberculation et des côtes larges et peu élevées.

Elles ont été regroupées dans l'espèce *G. semicostatum* selon les principes d'antériorité et d'équilibre. De toutes les espèces créées par Sommermeier, *Knemiceras attenuatum-typicum* var. *spinosa* est la première espèce décrite. Mais elle fait directement référence à l'espèce-type, dont elle ne représente qu'une variété ou sous-espèce (Benavides Cáceres, 1956). Notre choix s'est donc reporté sur l'espèce suivante *semicostatum*, afin de clairement marquer le particularisme de cette morphologie.

Description, d'après la diagnose originelle de Sommermeier (1910, p. 350-351). «La coquille est un peu comprimée. Les sections sublosangiques, dont certaines hautes de 45 mm, croissent de manière très progressive au cours de l'ontogénèse. Le ventre est plat.

Le type, complet, est adulte. Sur l'ensemble des types, les côtes sont faibles et larges. Elles sont renforcées sur les flancs. Les tubercules latéraux, ronds, sont le point de départ de côtes dichotomiques. Les tubercules périombilicaux sont forts et pointus. Les nombreux tubercules externes sont fins et assez hauts. Leur élévation donne un aspect concave à la région ventrale. Ils sont d'abord parallèles puis alternes sur les derniers tours. Les nombres de tubercules des trois rangées sont très exactement de 6, 8 et 30.

La ligne de suture contient des selles et des lobes, dentelés, de taille identique. Les selles sont bifides sauf la dernière selle latérale, trifide».

Remarque. L'illustration de *Glottoceras semicostatum*, proposée par Sommermeier (1910), est trompeuse. Les tubercules latéraux ne sont pas clairement représentés sur la figuration (pl. 9, fig. 3; pl. 10, fig. 1; text-fig. 18).

Matériel-type. *Glottoceras semicostatum* est conçu à partir de neuf spécimens collectés sur la même localité-type de Cochamarca. Selon le code de nomenclature zoologique, le premier individu décrit (Exemplar I, p. 350-351, text-fig. 17, pl. 10, fig. 1) est désigné comme lectotype. Les autres exemplaires sont retenus comme les syntypes de l'espèce.

Autre Matériel. Quarante exemplaires complets ou fragmentaires (95-I8-01, 95-I7-05, 95-I7-07, 95-I7-09, 95-I7-11, 99-I7-21, 99-I5/7Eb-02, 99-I7Eb-01, 95-I5Eb-03, 99-I3-02, 96-C9-01, 96-C10Eb-01, 96-C12-01, 96-C13-01, 96-C14-01, 96-C17-02, 96-C18-01, 96-C19-01, 96-C20-01, 96-C20-02, 96-C21-02, 96-C22-04, 96-C25-01, 96-C26-02, 96-C29-01, 96-C30-02, 96-C31-01, 99-P14-02, 99-PP10Eb-05, 99-PP14-12, 99-PM7-01, 99-PM14Eb-43, 99-R115Eb-07, 99-ROCEb-01, 95-R16-02, 98-G1-01, 98-G6Eb-01, 98-G8-02, 99-TE4Eb-12, 99-Z5-09, 99-Z27-01). La section sub-losangique et plutôt large, caractéristique de l'espèce,

apparaît tôt dans l'ontogénèse. Elle est observée chez les individus juvéniles qui ne développent que deux rangées périombilicale et ventro-latérale de tubercules (pl. 8, fig. 6). La troisième rangée latérale apparaît à partir d'un diamètre compris entre 35 (96-C31-01, pl. 8, fig. 2-3) et 60 mm (96-C21-02, pl. 8, figs. 7-8).

Le diamètre adulte varie entre 55 mm, proche des syntypes, et 110 mm (99-I5/7Eb-02). Les nouveaux représentants illustrent la section sub-losangique (pl. 8, fig. 5), le ventre plat à légèrement concave (pl. 8, figs. 3-4), la discrétion de l'ornementation, les tubercules périombilicaux et latéraux en pointe, les tubercules ventro-latéraux nombreux et allongés dans le sens de l'enroulement (pl. 8, figs. 2, 6) et la dichotomie des côtes à partir des tubercules latéraux (pl. 8, fig. 6).

Répartition stratigraphique et géographique. Sommermeier (1910, p. 400) indique que le lectotype provient de la localité de Cochamarca, située à 7 kilomètres au Nord-Ouest de San Marcos (département de Cajamarca, Pérou nord). Il mentionne une faune, associée à *Glottoceras semicostatum*, composée de *Glottoceras gracilecostatum* (syn. *semicostatum*), *Glottoceras crassicostatum*, *Glottoceras raimondii*, *Lyelliceras lyelli* et de plusieurs bivalves et oursins. La présence concomitante de *Glottoceras raimondii* et *Lyelliceras lyelli* démontre un mélange de faune. Ces deux espèces index, respectivement de l'Albien inférieur et moyen, ne sont jamais associées dans nos récoltes.

Les nouveaux représentants de *Glottoceras semicostatum* ont une répartition stratigraphique étendue (fig. 52). Ils sont présents depuis la base de la sous-zone à *P. haasi* jusqu'au bio-horizon à *L. pseudolyelli* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur élevé).

Cette espèce péruvienne, absente des Andes centrales, s'observe depuis la coupe de Oyón (fig. 36) au Sud jusqu'aux limites nord du Bassin Occidental péruvien. Elle a été collectée dans la quasi-totalité des coupes étudiées. D'une manière générale, elle est très bien représentée comme l'atteste le nombre de nouveaux exemplaires récoltés lors de ce travail (voir aussi la discussion dans la partie consacrée à l'espèce *attenuatum*).

Etayo Serna (1979, p. 77) indique la citation de *Glottoceras semicostatum* par Mahmoud (1956, p. 54, fig. 27). Cette dernière publication n'est pas en notre possession. Nous ne pouvons confirmer ou infirmer la présence effective de l'espèce en Egypte. Néanmoins, nous considérons dans ce travail que les formes andines doivent être exclues du genre téthysien *Knemiceras* (voir discussion dans la partie introductive). La présence de l'espèce au Maghreb nous semble douteuse.

Dans l'état actuel de nos connaissances, *Glottoceras semicostatum* ne semble présent que dans le Bassin Occidental péruvien.

Discussion. *Glottoceras semicostatum* se distingue de *G. attenuatum* par sa section plus renflée et son ventre plus large. Les tubercules périombilicaux sont beaucoup plus développés alors que les tubercules latéraux sont plus réduits.

Le spécimen mentionné en Colombie par Etayo Serna (1979, p. 77, pl. 11, fig. 2) ne développe que deux rangées de tubercules, périombilicale et ventro-latérale. Il ne peut être rattaché à l'espèce *G. semicostatum*.

GLOTTOCERAS CRASSICOSTATUM (Sommermeier, 1910)

Pl. 8, Figs. 9-10, Pl. 5, Figs. 1-5

? *Engonoceras* sp. (adulte), Douvillé, 1906, pl. 2, fig. 3.

Knemiceras attenuatum-crassicosatum SOMMERMEIER, 1910, p. 355-356, pl. 10, fig. 4, pl. 11, figs. 1-2.

? *Knemiceras attenuatum-crassicosatum* SOMMERMEIER, 1910, p. 357, pl. 11, fig. 3.

Knemiceras attenuatum-gracilecostatum SOMMERMEIER, 1910, p. 354-355, pl. 10, figs. 3.

Knemiceras crassicosatum SOMMERMEIER, Knechtel in Knechtel, Richards and Rathbun, 1947, p. 95, pl. 18, figs. 1-2, pl. 19, figs. 1-2.

Description, d'après la description originelle de Sommermeier (1910, p. 355-356), émondée.

La section est sub-losangique sur les tours internes. Elle devient sub-rectangulaire sur la loge d'habitation. La région périombilicale développe la section la plus large. Le ventre est très large. Les flancs portent de véritables côtes, plutôt droites. Les tubercules ventro-latéraux, d'abord alternes, sont parallèles sur les derniers stades. Les tubercules périombilicaux sont très peu marqués et disparaissent au cours de l'ontogénèse.

Commentaire. Selon Sommermeier, les côtes primaires portent des tubercules latéraux. Il souligne néanmoins leur aspect extrêmement réduit. La figuration approximative (voir ci-dessous) et la grande similitude avec l'individu 99-PP5-02 de notre collection, non tuberculés sur les flancs, nous amènent à penser que ce caractère est douteux. D'une manière plus générale, les spécimens de notre récolte semblent montrer que le meilleur développement des côtes est associé à une grande atténuation, jusqu'à la disparition, de ces tubercules latéraux. Les formes très costulées et bi-tuberculées sont ici rattachées à *Glottoceras crassicosatum*.

Remarque. L'illustration de *Glottoceras crassicosatum* in Sommermeier (1910) est encore très éloignée de la description. Une fois encore, la tuberculation est très mal reportée sur la figuration (pl. 10, fig. 4; pl. 11, figs. 1-3).

Holotype. Sommermeier (1910) utilise trois spécimens collectés dans la localité de Cochamarca pour la création de *Glottoceras crassicosatum*. Il ne désigne aucun holotype. Le premier exemplaire décrit, l'«Exemplar I» (p. 355-356, pl. 11, figs. 1-2), est retenu comme le lectotype.

Autre Matériel. Dix spécimens plus ou moins fragmentaires (96-C27-02, 96-C31-02, 99-CQ6Eb-01, 99-CQ27-09, 99-PP5-02, 99-PP7Eb-12, 99-PM14Eb-42, 99-PM14Eb-44, 99-PM14Eb-45, 95-R8-02). *Glottoceras crassicosatum* est de taille moyenne. Son diamètre adulte varie entre 60 et 115 mm. Le spécimen 99-PM14Eb-45, bien que de conservation mauvaise, montre la présence effective de tubercules périombilicaux et ventro-latéraux (pl. 9, fig. 4-5). Les tubercules ventro-latéraux sont alternes et allongés dans le sens de l'enroulement. La présence de côtes vraies et le ventre assez large sont bien illustrés par l'exemplaire 99-PP5-02 et 99-CQ27-09 (pl. 8, figs. 9-10, pl. 9, figs. 1-3). Celui-ci montre également le maximum de largeur enregistré sur la région péri-ombilicale et la déléation des tubercules péri-ombilicaux. Le ventre et les flancs deviennent convexes sur les stades évolués.

Les côtes, plus marquées que chez les autres taxons, peuvent être de différents types : primaires simples, dichotomiques, ou secondaires simples. Ces dernières ne montent pas très haut sur les flancs; elles atteignent au maximum leur tiers inférieur.

Répartition stratigraphique et géographique. Les types ont été recueillis dans la localité de Cochamarca (sept kilomètres au Nord-Ouest de San Marcos, département de Cajamarca, Pérou nord), en association avec *Glottoceras semicostatum*, *Glottoceras raimondii*, *Lyelliceras lyelli* et une faune de bivalves et d'oursins (Sommermeier, 1910, p. 400).

Nos spécimens proviennent des régions nord du Bassin Occidental péruvien : coupes de Baños del Inca (fig. 40), Chinchin (fig. 41), Paria Puquio (fig. 42), Corral Quemado (fig. 44),

Pongo de Rentema (fig. 46) et Pongo de Manseriche (fig. 48). Ils caractérisent l'intervalle compris entre les bio-horizons à *P. ebrayi* et *L. pseudolyelli* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur élevé) (fig. 52).

Discussion. La section et la forme générale de *Glottoceras crassinodosum* sont très proches de celles de *G. semicostatum*. Les trois critères distinctifs sont l'absence des tubercules latéraux, le ventre large et le réel développement de côtes, primaires et secondaires, sur les flancs.

Le spécimen 3 de la planche 10 in Sommermeier (1910), initialement rattaché à *Glottoceras gracilecostatum* (syn. *semicostatum*), développe des côtes primaires et secondaires fortes, qui alternent de manière irrégulière. Nous considérons qu'il est caractéristique de la morphologie de *G. crassinodosum*. La présence de tubercules latéraux vrais est de plus très hypothétique.

GLOTTOCERAS CRASSINODOSUM (Sommermeier, 1910)

Pl. 9, Figs. 6-7, Pl. 10, Figs. 1-6

Knemiceras attenuatum-crassinodosum SOMMERMEIER, 1910, p. 361-363, pl. 13, figs. 1-2.

Knemiceras crassinodosum SOMMERMEIER, Knechtel in Knechtel, Richards & Rathbun, 1947, p. 95-96, pl. 16, fig. 2, pl. 20, figs. 1-2.

Knemiceras libertadense BREISTROFFER, 1952, p. 2633.

Knemiceras crassinodosum SOMMERMEIER, Breistroffer, 1952, p. 2634.

non *Knemiceras cf. crassinodosum* SOMMERMEIER, Arnould-Saget, 1956, p. 17-19, pl. 4, fig. 1a, b.

Description, d'après la diagnose originelle de Sommermeier (1910, p. 354-355). «Les flancs sont légèrement convergents. La section est sub-ovale. La bordure ventrale s'arrondit et la section devient très large au cours de l'ontogénèse. L'ensemble de l'ornementation est maintenu sur la chambre d'habitation.

L'ornementation est peu développée sur les tours internes. Les tours adultes portent trois rangées de tubercules élevés et identiques. Certains des tubercules semblent disparaître pour ne former que des «bourrelets».

Le nombre de tubercules double, ou presque, entre la rangée périombilicale et la rangée latérale, puis entre celle-ci et la rangée ventro-latérale. Les tubercules de cette dernière, hauts sur le bord ventral, sont alternes sur cet exemplaire mais sont parallèles chez les autres individus.

La ligne de suture est altérée et n'a rien d'extraordinaire (sic !).

La figure 28 de la page 351 montre l'aspect trifide de la première selle latérale. Les selles latérales sont arrondies et bifides. Les lobes sont peu dentelés.

Remarque. Le deuxième exemplaire figuré par Sommermeier (1910, pl. 13, figs. 1-2), caractérisé par le très important développement des tubercules périombilicaux, est plus proche de la forme générale observée chez les individus de notre récolte.

Matériel-type. Sommermeier (1910) crée *Glottoceras semicostatum* à partir de trois spécimens, dont il ne cite aucun holotype. L'exemplaire I (p. 361-362, text-figs. 26-27), premier décrit, est ici désigné comme lectotype.

Autre Matériel. Trente-quatre individus complets ou fragmentaires (96-C29-02, 96-C30-01, 96-C32-01, 99-CQ11-01, 99-CQ19-01, 99-PP10Eb-01, 99-PP11-19, 99-PP12-11, 99-PP12-14, 99-PP12-15, 99-PP12-16, 99-PP13Eb-02, 99-PM3-04, 99-PM3-05, 99-R104-10, 99-R108B-03, 99-R108B-04, 99-R115-01, 99-R116Eb-03, 99-R12B-01, 95-R22-01, 98-G4Eb-02, 98-G7A-01, 98-G16B-02, 99-TE4Eb-07, 99-Z5-10, 99-Z5Eb-02, 99-Z9-02, 99-Z11Eb-02, 99-Z15-02, 99-Z14/18Eb-04, 99-Z18Eb-01, 99-Z19/22Eb-03, 99-Z23-01). *Glottoceras crassinodosum* peut atteindre une grande taille. Le diamètre maximal observé est de 280 mm (99-R22-01, pl. 10, fig. 2). La section sub-ovale est maintenue à tous les stades adultes (pl. 10, fig. 1). L'exemplaire 99-R108B-01 (pl. 9, figs. 6-7) illustre l'hyper-développement possible des tubercules périombilicaux. L'exemplaire 99-Z23-01 (pl. 10, figs. 4-6) montre la force de la tuberculation. Postérieurement à la rangée périombilicale, les tubercules latéraux et ventro-latéraux se renforcent également de manière assez importante. Les tubercules ventro-latéraux, alternes, sont beaucoup moins allongés que chez les autres Engonoceratidae.

Répartition stratigraphique et géographique. Le lectotype provient des environs de la «Hacienda Calluan», près de la localité El Montón (Vallée de Condebamba, département de Cajamarca, Pérou nord). Sommermeier (1910, p. 400-401) mentionne une faune associée composée de *Parengonoceras guadaloupaeforme*, *Glottoceras attenuatum*, *Glottoceras semicostatum*, *Glottoceras crassicostatum* et *Glottoceras raimondii*, ainsi que des bivalves et des oursins.

Glottoceras crassinodosum est le représentant de la famille des Engonoceratidae qui possède la plus grande répartition stratigraphique (fig. 52). Les nouveaux spécimens sont présents depuis la sous-zone à *P. haasi* (Albien inférieur) jusqu'à la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* (Albien moyen élevé).

Du point de vue paléogéographique, cette espèce est commune sur l'ensemble de la région étudiée.

Elle n'est citée qu'une seule fois hors de sa région-type, à la base de l'Albien moyen, dans le Cundimarca de Colombie (Breistroffer, 1952, p. 2634).

Discussion. *Glottoceras crassinodosum* présente les mêmes caractéristiques que les tours intermédiaires de *Parengonoceras duartei* (voir dans la partie consacrée à cette espèce). Les tubercules périombilicaux hyper-développés ne sont observés sur aucun autre Engonoceratidae.

GLOTTOCERAS RAIMONDII (Lissón, 1908)

Pl. 11, Figs. 1-9

Knemiceras raimondii LISSON, 1908, p. 4a, b, pl. 4, figs. 1-2.

Knemiceras attenuatum-raimondii LISSON, Sommermeier, 1910, p. 363-370, pl. 13, figs. 3-7, pl. 14, fig. 1-2.

? *Knemiceras attenuatum-raimondii* LISSON, Sommermeier, 1910, p. 367-368, pl. 14, fig. 3.

Knemiceras raimondii LISSON, Knechtel in Knechtel, Richards & Rathbun, 1947, p. 97, pl. 19, figs. 3-4.

? *Knemiceras raimondii* LISSON, Knechtel in Knechtel, Richards & Rathbun, 1947, pl. 20, fig. 3.

Knemiceras raimondii LISSON, Benavides Cáceres, 1956, p. 453-455, pl. 48, figs. 1-5.

Knemiceras raimondii var. *pacificum*, BENAVIDES CACERES, 1956, p. 455, pl. 49, fig. 1.

non *Knemiceras* cf. *raimondii* LISSON, Arnould-Saget, 1956, p. 19-20, pl. 4, fig. 2a, b.

Description, d'après la description originelle de Lissón (1908, p. 4a, b). «La coquille est discoïdale et aplatie. Les tours sont embrassants. Les flancs sont comprimés, avec une largeur maximale au 3/4 de leur hauteur. L'ombilic, très étroit et profond, développe un mur arrondi et incliné. La section, haute, est trapézoïdale; elle devient rectangulaire sur les derniers stades. Le ventre est plat et bituberculé. Les tubercules ventro-latéraux, alternes sur la première moitié du dernier tour, deviennent parallèles sur l'ultime demi-tour. Corrélativement se développe un léger bombement de la région ventrale entre les tubercules qui aboutit à une forme faiblement convexe. L'ornementation des flancs consiste en trois rangées de tubercules. La première, périombilicale, s'éloigne progressivement de l'ombilic au cours de la croissance de l'animal. Ses tubercules, les plus forts, sont peu nombreux et faiblement allongés radialement. La deuxième rangée se situe vers la moitié des flancs. Elle contient un nombre plus grand de tubercules, petits et aigus. La troisième rangée, ventro-latérale, porte des tubercules encore plus nombreux, légèrement plus forts que les précédents et allongés dans le sens de l'enroulement. L'ensemble de ces tubercules est porté par des élévations courtes et radiales, unies de manière irrégulière, donnant l'aspect de côtes vraies. Ils se renforcent au cours de l'ontogénèse».

La ligne de suture (Lissón, 1908, pl. 4, figs. 1e, 2) se compose de selles bifides peu dentelées. La première selle latérale, trifide, est beaucoup plus large. Les lobes sont faiblement découpés.

Holotype. *Glottoceras raimondii* est définie sur la base d'un exemplaire unique (pl. 4, fig. 1a-e) décrit in Lissón (1908). Par monotypie, il correspond à l'holotype de l'espèce (pl. 11, figs. 1-2). Il est conservé sous le numéro 135 de la collection Raimondi dans le «Museum de Historia Natural Javier Prado», dépendant de la «Universidad Nacional Mayor de San Marcos» (Lima, Pérou).

Autre Matériel. Trente-cinq spécimens complets ou fragmentaires, souvent bien conservés (99-18BEb-01, 95-17-03, 95-17-06, 99-17-16, 99-17-17, 99-15/7Eb-04, 99-15/7Eb-05, 95-15-02, 95-14Eb-02, 99-13-01, ? 99-CQ15-01, 99-PP7Eb-02, 99-PP7Eb-04, 99-PP9Eb-01, 99-PP9Eb-02, 99-PP9Eb-03, 99-PP12-12, 95-R8-01, 99-TE4Eb-04, 99-TE4Eb-05, 99-TE4Eb-06, 99-TE4Eb-10, 99-TE4Eb-11, 99-TE5Eb-24, 99-TE5Eb-25, 99-TE5Eb-27, 99-TE5Eb-28, 99-TE5Eb-29, 99-TE5Eb-31, 99-TE5Eb-33, 99-TO10Eb-21, 99-TO10Eb-22, 99-TO10Eb-23n 99-Z4AEb-01, 99-Z16Eb-06). Leur diamètre adulte varie principalement de 50 à 90 mm. Seul l'exemplaire 99-15/7Eb-05 a un diamètre de 140 mm. La section et l'ornementation particulières de cette espèce sont abondamment illustrées par nos exemplaires. Ainsi :

- les tubercules latéraux apparaissent en dernier (pl. 11, fig. 5). Les premiers tours ont ainsi une section sub-losangique, commune à l'ensemble des *Glottoceras* péruviens;
- la section est trapézoïdale sur les stades intermédiaires (pl. 11, figs. 4, 9). Elle peut être divisée en deux parties : une moitié supérieure, à flancs plats et parallèles, et une région inférieure, à flancs convergents mais toujours plats. L'interface se situe au niveau des tubercules médio-latéraux;
- la section devient sub-rectangulaire sur les derniers stades ontogénétiques (pl. 11, fig. 1);
- les trois types de tubercules sont de dimension et de forme beaucoup plus proches que pour toute autre espèce du genre *Glottoceras* (pl. 11, figs. 2, 6);
- les tubercules alternes sur les tours juvéniles (pl. 11, fig. 5) deviennent parallèles sur les stades évolués (pl. 11, fig. 7);
- les côtes, bien individualisées sur les tours internes (pl. 11, fig. 5), s'atténuent progressivement au fil de la croissance. Leur meilleure caractérisation se situe entre les tubercules latéraux et ventro-latéraux.

Répartition stratigraphique et géographique. À l'origine, Lissón (1908, p. 4b et tableau récapitulatif) propose un âge Aptien. *Glottoceras raimondii* est associée à *Glottoceras* aff. *attenuatum* (ici considéré comme *semicostatum*) dans sa localité-type.

Cette espèce est l'index de la zone à *G. raimondii*, créée par Benavides Cáceres (1956) et que nous plaçons dans l'Albien inférieur. Sur la base de sa répartition stratigraphique réelle, elle est ré-utilisée comme index de la nouvelle deuxième sous-zone de la biozone précitée (fig. 16 et discussion dans le chapitre biostratigraphie).

Le lectotype provient de la «Hacienda El Montón», dans la vallée de Condebamba (province et département de Cajamarca, Pérou nord). La répartition paléogéographique de nos échantillons est très particulière puisqu'elle se réduit aux régions centre-nord (Baños del Inca, fig.40; Tamberia Este et Oeste, figs. 38, 39) et nord-est (Paria Puquio, fig. 42) des Andes péruviennes (l'exemplaire 99-CQ15-01 est attribué avec précaution à cette espèce).

Breistroffer (1952, p. 2634) mentionne, sans le figurer, la présence d'un spécimen de *Glottoceras raimondii* dans la région de Cundinamarca (Colombie). Néanmoins il présente cet individu comme «très trituberculisé». La trituberculation est effective chez *G. raimondii* mais reste discrète (voir ci-dessus). Cette détermination nous semble douteuse.

Discussion. Le ventre est proportionnellement plus large que chez les autres *Glottoceras* décrits jusqu'ici, notamment l'espèce-type *attenuatum*. La section trapézoïdale parfaite, l'égal développement des tubercules sont des critères majeurs de son particularisme. À l'intérieur de ce cadre morphologique spécifique, plusieurs individus montrent des variations dans l'apparition des tubercules latéraux ou la largeur de la section. À l'instar de Benavides Cáceres (1956), ces différences nous semblent suffisamment importantes pour séparer ces formes de l'espèce première et les considérer comme des variétés.

Néanmoins, *Glottoceras raimondii pacificum*, créée par Benavides Cáceres (1956, p. 455), est placée en synonymie avec l'espèce-type. Les variations invoquées ne semblent être liées qu'à la plus grande taille de l'individu. Nous maintenons par contre la sous-espèce *tardum*, ici considérée comme variété, à côté de laquelle nous introduisons la nouvelle variété *largum* (voir ci-dessous).

GLOTTOCERAS RAIMONDII var. *TARDUM* Benavides Cáceres (1956)

Pl. 12, Figs. 1-3

Knemiceras raimondii var. *tardum*, BENAVIDES CACERES, 1956, p. 455-456, pl. 48, figs. 6-7.
Knemiceras pognai ETAYO SERNA, 1979, p. 77-78, pl. 12, fig. 2.

Description, d'après la description originelle de Benavides Cáceres (1956, p. 455-456).
«L'espèce diffère de *Glottoceras raimondii* par :

- le changement plus tardif (au diamètre de 35 mm) de la forme de la section d'abord trapézoïdale puis subrectangulaire;
- l'apparition également tardive des tubercules ventro-latéraux et latéraux, à un diamètre de 35 mm (au lieu de 20 mm)».

Holotype. La variété est décrite sur la base d'un unique exemplaire (AMNH 27858) désigné comme l'holotype par Benavides Cáceres (1956, pl. 48, figs. 6-7). Il est conservé dans les collections de l'«American Museum of Natural History» de New York (USA).

Autre Matériel. Cinq individus fragmentaires (99-R105-10, 99-R114AEb-03, 99-R114AEb-04, 99-R13Eb-01, 99-Y3Eb-14). L'exemplaire 99-R114AEb-03 présente une section subrectangulaire (pl. 12, fig. 3), des tubercules réduits (pl. 12, fig. 2) et une individualisation des côtes restreinte à la partie inférieure des flancs, typiques de *Glottoceras raimondii*. Cependant, malgré un diamètre de 60 mm, les tubercules latéraux sont toujours absents.

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype provient du banc 8 de la coupe de Sihuas (Benavides Cáceres, 1956, p. 456), qui contient également *Douvilleiceras monile*, *Prolyelliceras peruvianum*, *Eubrancoceras aegoceratoides*, *Glottoceras raimondii* et *Glottoceras attenuatum* (ici considéré comme *G. semicostatum*). Cette association indique la cénozone à *G. raimondii* créée par Benavides Cáceres (1956) et ici considérée comme marquant l'Albien inférieur élevé.

L'extension stratigraphique des individus nouvellement collectés couvre la sous-zone à *G. raimondii* (fig. 52). La répartition de cette variété est plus «fidèle» que l'espèce originale au découpage biozonal.

Nos exemplaires proviennent des coupes du Pongo de Rentema (fig. 46) et du Pongo de Manseriche (fig. 48), dans les secteurs les plus septentrionaux du Bassin Occidental péruvien et de la transition avec le Bassin «Orienté».

Discussion. Etayo Serna (1979, p. 78) dissocie son espèce *pegnai* par la variation encore plus tardive de la forme de la section. Comme le signale cet auteur, ce critère est déjà utilisé par Benavides Cáceres (1956) comme base de sa variété *tardum*. La simple accentuation d'un même phénomène, que nous observons sur notre exemplaire (voir ci-dessus), ne nous paraît pas être un argument justifiant la création d'une nouvelle espèce. Le taxon d'Etayo Serna est ici placé en synonymie de *Glottoceras raimondii* var. *tardum*.

GLOTTOCERAS RAIMONDII var. *LARGUM* nov. var.

Pl. 12, Figs. 4-8, Pl. 13, Figs. 1-2

Description. La variété *largum* développe une morphologie très proche de celle *Glottoceras raimondii* :

- l'ornementation comprend trois rangées de tubercules périombilicaux et latéraux (en pointe) et ventro-latéraux (allongés longitudinalement) de même importance;
- la section trapézoïdale à sub-rectangulaire.

Elle se distingue par une largeur nettement plus importante (pl. 12, fig. 4) et une forme générale plus renflée (pl. 13, figs. 1-2), associées à un bombement convexe du ventre (pl. 12, fig. 6).

Matériel-type. *Glottoceras raimondii* var. *largum* est basée sur treize individus complets ou fragmentaires (99-I8Eb-01, 99-I7-25, 99-I2-02, 99-PP4A-01, 99-PP4A-02, 99-PP5-01, 99-R16A-01, 99-TE4Eb-08, 99-TE4Eb-09, 99-TE5Eb-22, 99-TE5Eb-23, 99-TO9-02, 99-Z14Eb-01). L'holotype est l'exemplaire 99-TO9-02 illustré par les figures 4 et 5 de la planche 12.

Stratum typicum. L'holotype a été collecté dans l'unité 61 de la coupe de Tamberia Oeste (fig. 39). Il caractérise la base du bio-horizon à *P. ebrayi* de la sous-zone à *G. raimondii* (Albien inférieur élevé).

La majorité des syntypes ont une distribution stratigraphique identique (fig. 52). Seul le spécimen 99-R16A-01 provient de niveaux stratigraphiques supérieurs de la sous-zone à *R. ulrichi* (Albien moyen basal).

Locus typicus. L'holotype provient de la coupe dite de Tamberia Oeste, qui a été levée dans le «Cerro» au Nord-Ouest de la localité d'Algodón, depuis la "Hacienda Tamberia", à 20 kilomètres d'Agua Calientes, sur la route secondaire vers Cholocal, depuis la route San Marcos - Cajabamba (Département de Cajamarca, Nord Pérou; feuille IGN 15-g).

Les autres représentants proviennent des coupes de Tamberia Este (fig. 38), Tamberia Oeste (fig. 39), Baños del Inca (fig. 40), Paria Puquio (fig. 42), Puente Zonanga (fig. 43) et du Pongo de Rentema (fig. 46).

Discussion. *Glottoceras raimondii* var. *largum* est intermédiaire entre :

- *G. raimondii* dont elle partage la tri-tuberculation homogène, la section trapézoïdale des tours internes;
- *G. gabbi*, à section renflée et large, ventre convexe. Sur les derniers stades, les tubercules ventro-latéraux «remontent» sur les flancs.

Knemiceras attenuatum-gabbi figuré par Sommermeier (1910, pl. 9, fig. 1) est très proche de notre nouvelle variété. Comme l'indique Benavides Cáceres (1956, p. 451), la présence de trois rangées de tubercules exclut cet individu de l'espèce *gabbi*. La forme convexe des flancs et du ventre, la position plus excentrée des tubercules ventro-latéraux sont les mêmes que sur le spécimen des figures 1-2 de la planche 13. Par contre, les tubercules latéraux sont plus tardifs et ont une position basse sur les flancs non observée chez *Glottoceras raimondii* var. *largum*.

GLOTTOCERAS GABBI (Hyatt, 1903)

Pl. 13, Figs. 3-6, Pl. 14, Figs. 1-3

Ammonites attenuatus, HYATT, Gabb, 1877, p. 264, pl. 36, figs. 1a, b.

Placenticeras attenuatum, HYATT, Pauleke, 1903, p. 284, fig. 4.

Knemiceras gabbi HYATT, 1903, p. 152, pl. 18, figs. 1-3.

Knemiceras gabbi HYATT, Lissón, 1908, p. 2a-g, pl. 2.

non *Knemiceras attenuatum-gabbi* HYATT, Sommermeier, 1910, p. 348-350, pl. 9, fig. 1.

Knemiceras bassleri KNECHTEL in KNECHTEL, RICHARDS & RATHBUN, 1947, p. 90-91, pl. 17, figs. 1-2.

Knemiceras gabbi HYATT, Benavides Cáceres, 1956, p. 451, pl. 47, fig. 3.

Knemiceras syriacum (VON BUCH), Benavides Cáceres, 1956, p. 450-451, pl. 47, fig. 4-5.

? *Knemiceras* aff. *gabbi* HYATT, Renz, 1970, p. 1048-1049, pl. 11, figs. 3a, b.

Knemiceras gabbi HYATT, Tapia, 1992, p. 40-41, pl. 1, figs. a-b.

Description, d'après la description subséquente de Lissón (1908, p. 2c), réalisée à partir de l'holotype. «La coquille est discoïdale et aplatie. Les tours, très embrassants, s'accroissent rapidement. Les flancs sont quasi-plats. La largeur maximale est atteinte sur le tiers supérieur des flancs. L'ombilic, étroit et assez profond, développe un mur arrondi et progressif. Le ventre porte des tubercules alternes ventro-latéraux.

L'ornementation des flancs se compose de costules radiales peu marquées, ou d'ondulations surélevées, qui relient deux rangées de tubercules : péri-ombilicaux, à base

large, hauts, pointus et radiaux, point de départ des costules; ventro-latéraux, nombreux, bas et fins, à l'apex de chaque côte. Sur les flancs et la région ventro-latérale, les côtes se renforcent et s'épaississent».

Lissón indique que la ligne suturale illustrée par Gabb (1877) diverge de celle de l'holotype.

Holotype. Par désignation subséquente de Hyatt (1903, p. 152), l'holotype est *Ammonites attenuatus* figuré par Gabb (1877, p. 264, pl. 36, figs. 1a, b). Il appartient à la collection Raimondi (n° 149), conservée au «Museum de Historia Natural Javier Prado», dépendant de la «Universidad Nacional Mayor de San Marcos» (Lima, Pérou).

Benavides Cáceres (1956, p. 451) indique fort justement que l'illustration originale figurée par Hyatt est infidèle à l'holotype. Lissón (1908) en proposera postérieurement une photographie réelle. Nous re-figurons cet individu sur les figures 5 et 6 de la planche 13.

Autre Matériel. Dix-huit exemplaires complets ou fragmentaires (99-I7-26, 99-I5/7Eb-01, 99-I5/7Eb-03, 99-CQ8-03, 99-CQ8Eb-01, 99-CQ17-03, 99-CQ21-01, 99-CQ24-01, 99-PP7Eb-13, 99-PP10Eb-02, 99-PP11-14, 99-PM13-05, 99-R113/114-02, 99-R114Eb-15, 95-R16-01, 99-Z11Eb-01, 99-Z15-01, 99-Z23Eb-01). Les individus adultes peuvent atteindre un diamètre de 160 mm (99-I7-26). Les nouveaux spécimens collectés illustrent de manière satisfaisante les caractères majeurs de l'espèce :

- les tubercules périombilicaux plutôt forts et en pointe (pl. 13, fig. 3, pl. 14., fig. 2);
- les tubercules ventro-latéraux très nombreux et réduits (pl. 14, fig. 1). Nous remarquons ici leur position alterne de part et d'autre du ventre;
- les côtes diffuses et larges (pl. 13, figs. 3);
- le ventre large (pl. 13, fig. 5, pl. 14, fig. 1);
- l'ombilic très étroit (pl. 13, fig. 6).

Les lignes de suture sont trop altérées pour être correctement décrites.

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype provient de la «Quebrada de Huari», située entre les localités de Morococha et Jauja, dans les Andes centrales (Sud de La Oroya, Pérou). Lissón (1908, p. 2d) indique que le type présente un faciès de grès calcaire bleuté, «très bien développé dans la cordillère centrale», que nous croyons pouvoir interpréter comme la formation Pariatambo. L'examen de l'holotype supporte cette hypothèse. Ceci soulève cependant un problème stratigraphique puisqu'une telle position, aussi élevée dans la série, serait unique à l'échelle du Bassin.

Les nouveaux spécimens récoltés lors de ce travail caractérisent la partie supérieure de la biozone à *G. raimondii*, depuis le bio-horizon à *P. ebrayi* jusqu'au bio-horizon à *L. pseudolyelli* (fig. 52). Paléobiogéographiquement, leur extension couvre la partie nord du Bassin Occidental péruvien : les Andes centre-nord (Baños del Inca, fig. 40), les Andes nord-est (Paria Puquio, fig. 42), les Andes nord (Puente Zonangá, fig. 43; Corral Quemado, fig. 44; Pongo de Rentema, fig. 46) et le Pérou nord (Pongo de Manseriche, fig. 48). Plus généralement, Tapia (1992) indique que cette espèce, typiquement péruvienne, est citée par de nombreux auteurs sur l'ensemble du Bassin Occidental.

Discussion. Benavides Cáceres (1956, p. 451) place à juste titre *Glottoceras bassleri* en synonymie de *G. gabbi*.

D'un point de vue comparatif, *Glottoceras gabbi* montre une certaine convergence morphologique avec *G. raimondii* var. *largum* nov. var. (voir discussion dans la partie

consacrée à ce taxon). Elle s'en distingue principalement par l'absence des tubercules latéraux. Cette espèce montre également quelques ressemblances avec *G. ollonense* (voir dans la partie consacrée à cette espèce).

GLOTTOCERAS OLLONENSE (Benavides Cáceres, 1956)

Pl. 14, Figs. 4-6, Pl. 15, Figs. 1-2

Ammonites ollonensis GABB, 1877, p. 271, pl. 38, figs. 4-4a.

? *Knemiceras ollonense* (GABB), Benavides Cáceres, 1956, p. 453, pl. 50, fig. 5.

Knemiceras gabbi, HYATT, Tapia, 1992, p. 40-41, pl. 1, figs. A-b.

Description, d'après la description originelle de Benavides Cáceres (1956, p. 453). «La coquille est discoïdale. La section est comprimée, sub-trapézoidale. Le mur ombilical est fortement incliné. La bordure ombilicale est arrondie. Les flancs sont sub-plats et convergent vers le ventre «tronqué». La largeur maximale se développe sur le tiers supérieur des flancs. Une rangée de tubercules allongés dans le sens radial apparaît au-dessus du bord ombilical. Ils sont le point de départ de côtes prorsiradiaires, très faibles et larges. Des côtes secondaires intercalaires débutent à mi-flancs. L'ensemble des côtes se termine à l'apex des nombreux tubercules ventro-latéraux. Elles sont effacées sur la région ventrale. Le test montre des stries d'accroissement sigmoïdes».

La ligne de suture n'est pas discernable sur le type.

Matériel-type. Benavides Cáceres (1956, p. 453) crée l'espèce à partir d'un seul spécimen (AMNH 27855), illustré par la figure 5 de la planche 50, ici désigné comme lectotype. Cet exemplaire est conservé dans les collections de l'«American Museum of Natural History» de New York (USA).

Autre Matériel. Huit spécimens fragmentaires (99-I7AEb-02, 95-I7-04, 99-I7-20, 99-I7-30, 99-R113-02, 99-R114Eb-14, 99-R114Eb-18, 98-G8-03). Le spécimen juvénile 99-R113-02 développe des lignes suturales dont les selles et les lobes sont de taille similaire. Les selles sont simples ou bifides. La selle externe est beaucoup plus large et semble trifide. Les lobes sont relativement dentelés. L'exemplaire 99-R114Eb-14 caractérise la faible tuberculation et la présence de stries d'accroissement sigmoïdes (pl. 14, figs. 4-6).

Le diamètre relativement important (140 mm) et le maximum de largeur sur le tiers supérieur des flancs sont illustrés par l'individu 99-I7-30 (pl. 15, figs. 1-2). Celui-ci montre de plus le caractère alterne des tubercules ventro-latéraux.

Répartition stratigraphique et géographique. Benavides Cáceres (1956, p. 453) cite le lectotype dans le banc 50 de la formation Inca de la coupe de Sunchubamba (Sud de Cajamarca, Pérou nord). Il est associé à *Neodeshayesites nicholsoni* et *Desmoceras chimuense*. Il est donc à ce jour le plus ancien représentant du genre *Glottoceras*. L'exemplaire de Tapia (1992), ici rattaché à *Glottoceras ollonense*, est cité en association avec une riche faune de bivalves et d'oursins dans la localité de Jatunhuasi (Andes centrales).

Dans le schéma biozonal proposé dans ce travail, l'extension stratigraphique de cette espèce est réduite à la base du bio-horizon à *P. ebrayi* (fig. 52). La précision de *Glottoceras ollonense* est donc très importante.

La répartition paléogéographique de cette espèce se restreint au Bassin Occidental péruvien. Elle est mentionnée dans les Andes centrales (Tapia, 1992; Quebrada Geshgash, fig.

34, ce travail), les Andes centre-nord (Benavides Cáceres, 1956; Banos del Inca, fig. 40, ce travail) et les Andes nord (Pongo de Rentema, fig. 46).

Discussion. La bi-tuberculation, associée à la faiblesse de l'ornementation, rapproche *Glottoceras ollonense* de *G. gabbi*. Comme l'indique Benavides Cáceres (1956, p. 453), elle s'en distingue néanmoins par une section plus comprimée et une ornementation plus discrète.

GLOTTOCERAS aff. *TRIANGULARE* (Benavides Cáceres, 1956)

Knemiceras triangulare BENAVIDES CACERES, 1956, p. 451-452, pl. 47, figs. 1-2.

Description, d'après la description originelle de Benavides Cáceres (1956, p. 451-452). «La coquille est discoïdale (?) et renflée. La section est trapézoïdale. L'ombilic est très étroit. La largeur maximale intervient sur la bordure ombilicale; elle correspond au 3/4 de la hauteur (hors tubercules). Les flancs sont légèrement convexes et convergent nettement vers le ventre plat et fortement «tronqué». Cette espèce porte trois rangées de tubercules : périombilicale forte et ronde, médio-latérale très faible et allongée dans le sens radial, et ventro-latérale forte allongée longitudinalement. Des «extensions» falciformes, «plissées», très faibles et larges relient les trois rangées de tubercules. Elles sont nettement observables sur le tiers supérieur des flancs.

La ligne de suture est identique à celle de la plupart des *Knemiceras*. Les selles sont massives, bifides et non dentelées.

Holotype. L'unique spécimen AMNH 27853 (pl. 47, figs. 1-2) est originellement désigné comme holotype par Benavides Cáceres (1956). Il est conservé dans les collections de l'«American Museum of Natural History» de New York (USA).

Autre Matériel. Un exemplaire isolé et fragmentaire (99-TE5Eb-26). Son état de conservation est médiocre, mais la section trapézoïdale typique est clairement visible. Pour un diamètre de 85 mm, la largeur maximale atteint 31 mm sur la région périombilicale et le rapport W_b/W_h est de 1,15. Les caractères ornementaux sont également identiques à ceux observés chez l'holotype : tri-tuberculation avec un plus grand développement des tubercules périombilicaux, pseudo-côtes et flancs très légèrement convexes.

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype provient du banc 8 de la formation Chulec de la coupe de Sihuas (Benavides Cáceres, 1956, p. 427), où il est associé à *Prolyellicerias peruvianum*, *Douvilleicerias monile* et à plusieurs représentants du genre *Glottoceras* (voir dans la partie consacrée à *Glottoceras raimondii* var. *tardum*). Cette association indique la cénozone à *G. raimondii* décrite par Benavides Cáceres (1956), ici datée de l'Albien inférieur élevé.

Le second spécimen a été collecté dans les dix derniers mètres de la coupe de Tamberia Este, associé à *Glottoceras raimondii*, *Glottoceras* sp., *Tegoceras* sp., *Douvilleicerias monile* et *Douvilleicerias* sp. (fig. 38). Il appartient au bio-horizon à *P. ebrayi* de la partie inférieure de la biozone à *G. raimondii* (Albien inférieur élevé) (fig. 52).

Discussion. La section trapézoïdale, avec une largeur maximale atteinte sur le bord ombilical, distingue cette espèce de tout autre représentant de la famille des Engonoceratidae andins. La forme la plus proche est *Glottoceras crassinodosum*. Néanmoins, chez ce second taxon, la

forme de la section est liée au développement des tubercules et non à l'élargissement des tours eux-mêmes, comme nous l'observons pour *G. triangulare*.

Cette morphologie extrême, associée au faible nombre d'exemplaires trouvés à ce jour (2), pourrait correspondre à une «hétéromorphie» très ponctuelle et mal adaptée à l'environnement de vie de l'animal. Le «pool» originel, à partir duquel ces formes ont pu évoluer, n'est malheureusement pas déterminé.

GLOTTOCERAS MOOREI (Knechtel, 1947), émendé
Pl. 15, Figs. 3-4, Pl. 16, Figs. 1-2

Knemiceras moorei KNECHTEL in KNECHTEL, RICHARDS & RATHBUN, 1947, p. 98, pl. 21, figs. 1-2.

?non *Knemiceras* cf. *moorei* KNECHTEL, Arnould-Saget, 1956, p. 14, pl. 5, 8 et 12.

Description, d'après la description originelle de Knechtel (1947, p. 98). «La largeur maximale, égale aux 5/8 de la hauteur, est située sur le tiers inférieur de la section, quand les flancs s'inclinent vers l'ombilic. La bordure ombilicale n'est pas véritablement développée. Le ventre montre une largeur équivalente au 1/3 de celle des flancs. Les seuls tubercules sont situés sur la bordure ventro-latérale. Ils sont nombreux, alternes, pointus et allongés dans le sens de l'enroulement. Les côtes, primaires ou secondaires, sont tellement atténuées que les flancs apparaissent lisses à la première observation.

La ligne de suture contient des lobes bifides évasés. La première selle latérale, très large, est bifide et faiblement dentelée. Alors que la deuxième selle est trifide, avec une partie médiane plus profonde. Les selles latérales suivantes sont bifides et plus ou moins indentées sauf les deux dernières qui sont simples».

Knechtel ne fait pas mention de tubercules périombilicaux. Alors que la figure 3 de la planche 21 montre la présence de ces tubercules, plutôt en pointe et qui sont le point de départ des côtes évasées. Nous émendons la définition de Knechtel en considérant cette présence comme un critère descriptif supplémentaire pour cette espèce.

Matériel type. Knechtel (1947) ne désigne pas de type. Il crée cependant son espèce à partir d'un exemplaire unique (pl. 21, figs. 1-2), lectotype par monotypie.

Autre Matériel. Six individus complets (99-CQ27-08, 95-R19-01, 95-R22-03, 95-R23Eb-02, 95-R24-02, 95-R24BEb-02). Ils développent l'ensemble des caractères descriptifs du type décrit ci-dessus :

- la grande discrétion de l'ornementation;
- la présence de deux rangées de tubercules : périombilicaux en pointe et ventro-latéraux plus réduits et allongés longitudinalement (pl. 15, fig. 3-4);
- la petitesse de la bordure ombilicale (pl. 16, fig. 1);
- la convexité des flancs (pl. 15, fig. 4, pl. 16, fig. 2).

Répartition stratigraphique et géographique. Comme pour l'ensemble de sa faune d'ammonites, Knechtel (1947) ne donne aucune indication stratigraphique pour le lectotype de *Glottoceras moorei*. Dans ce travail, l'espèce a une répartition stratigraphique unique chez les Engonoceratidae. Elle est présente dans la sous-zone à *O. (O.) carbonarium*, seconde partie de la biozone du même nom représentant la partie supérieure de l'Albien moyen (fig. 52).

Cette espèce est typique du Bassin Occidental péruvien. (Knechtel, 1947; ce travail). Sa citation par Arnould-Saget (1956) au sein des Engonoceratidae de Tunisie est erronée.

Discussion. Le rapprochement de *Glottoceras moorei* avec l'espèce *semicostatum* par Knechtel n'est pas justifié. L'espèce ici décrite est isolée du reste des Engonoceratidae péruviens, tant d'un point de vue morphologique que stratigraphique (fig. 51). Elle pourrait être un jalon évolutif vers le genre *Engonoceras*, peu tuberculé et dont l'apogée est atteinte plus tard pendant l'Albien supérieur.

Genre *PLATIKNEMICERAS* Bataller, 1954

Espèce-type. Par désignation originelle, *Knemiceras (Platiknemiceras) bassei* Bataller (1954, p. 174). L'espèce est basée sur deux spécimens provenant des marnes de Marmellá (Tarragona, Espagne) (Casey, 1961, p. 353).

Autres espèces. Une première liste exhaustive des représentants du genre *Platiknemiceras* est donnée par Casey (1961). Postérieurement, Kennedy *et al.* (1998) créent l'espèce nouvelle *P. flexuosum*.

Diagnose, d'après les indications originelles de Bataller (1954, p. 175), retranscrites in Casey (1961, p. 353). «La coquille est discoïdale. Les flancs sont convexes dans leur partie médiane. La largeur maximale est observée sur la bordure ombilicale, étroite et montrant un mur vertical. Le dernier tour est plus embrassant. La ligne de suture est de type cératitique. L'ornementation consiste en des côtes très discrètes qui débutent sur la région ombilicale, ou elles sont mieux individualisées. Elles sont flexueuses sur les flancs. Elles ne développent pas de tubercules sauf sur la bordure siphonale. Le ventre est plat à légèrement concave, jusqu'à un diamètre de 4 mm. Le spécimen le plus grand atteint un diamètre de 37 mm».

Répartition stratigraphique et biogéographique. L'espèce-type n'est associée à aucune autre ammonite. Sur la base d'échinodermes et de crustacés, Bataller (1954) place cet individu dans le «Vraconien» (Albien supérieur). Cependant, d'après Casey (1961, p. 356), les autres représentants de l'espèce, eux-mêmes présents dans des associations d'ammonites, indiquent un âge Albien inférieur - moyen. Dans le Bassin Anglo-Parisien, leur «range» couvre la superzone à *Mammillatum* et la zone à *Dentatus*.

Les représentants péruviens confortent la nouvelle répartition stratigraphique proposée par Casey (1961). Ils sont présents depuis la sous-zone à *N. umbilicostatus* (coupe de Baños del Inca) jusqu'à la sous-zone à *R. ulrichi* (coupe de Paria Puquio) (fig. 42). Casey (1961, p. 354) mentionne déjà un premier représentant du genre (= *Knemiceras* sp. in Harrison, 1953, P. 15) associé à un *Knemiceras* (= *Glottoceras* dans ce mémoire) et un *Prolyelliceras* indéterminés.

Le genre *Platiknemiceras* est cosmopolite. Il est présent depuis le Japon, sur le pourtour téthysien, jusque dans les bassins américains andin et texan. Dans le secteur péruvien du Bassin Andin, il a été récolté sur plusieurs coupes des régions Nord (fig. 3) : Baños del Inca (fig. 40), Chinchin (fig. 41), Paria Puquio (fig. 42) et Pongo de Manseriche (fig. 48).

Commentaires. Les représentants de ce genre sont les plus anciens Engonoceratidae de la série albienne du Pérou. Ils marquent l'arrivée de formes migrantes depuis la marge sud-téthysienne (Maghreb). Ces formes peu ornées semblent être le noyau primitif qui évolue vers

Parengonoceras haasi puis l'ensemble des couples dimorphes de la biozone à *G. raimondii* (voir discussion dans la partie introductive).

PLATIKNEMICERAS cf. FLEXUOSUM Kennedy, Landmann & Cobban (1998)
Pl. 16, Figs. 3-4

Knemiceras sp. HARRISON, 1953, p. 15.

Knemiceras sp. nov. CASEY, 1961, p. 355.

Platiknemiceras flexuosum KENNEDY, LANDMANN & COBBAN, 1998, p. 38-39, figs. 51-52.

Description, d'après la diagnose originelle de Kennedy et al. (1998, p. 38). «La coquille est très comprimée. Ce *Platiknemiceras* involute développe de fines arêtes ventro-latérales et un ventre concave. Sur les flancs, l'ornementation se compose de côtes falciformes délicates, des ridules et des stries».

Matériel-type. Par désignation originelle, Kennedy et al. (1998) désignent le spécimen USNM 486527 comme holotype de l'espèce. Il appartient à la collection de l'US National Museum of Natural History (Washington DC, USA).

Ces auteurs attribuent le statut de paratypes aux individus USNM 486525 et USNM 486526.

Matériel péruvien. Deux exemplaires fragmentaires 99-PP6A-02 (pl. 16, figs. 3-4) et 99-CQ12-01. La courbure des flancs, associée à l'extrême réduction de la région ventrale est typique du genre. Le ventre est légèrement concave. Il développe des arêtes ventro-latérales très réduites sur les divers stades observés. Le spécimen péruvien confirme l'aspect involute net des tours et la taille très réduite de l'ombilic.

Répartition stratigraphique et géographique. Les types de l'espèce proviennent des calcaires de la formation Glen Rose. L'holotype a été collecté dans la localité de Ash Creek, dans le «Tarrant County» du Texas. Les paratypes viennent du kilomètre 8,25 (5 miles) de la «Hondo Road» au Sud de la ville de «Bandera» («Bandera County», Texas, USA). Dans cette région de l'Ouest du Texas, Amsbury (*comm. pers*) confirme l'âge Aptien supérieur (zone à Spathi; Young, 1974; voir fig. 19-1) de la base de la formation Glen Rose, mentionné par Young (1986). Le sommet de la formation est considéré de l'Albien moyen basal (Young, 1986).

L'exemplaire 99-PP6A-02 a été collecté dans la vire marneuse 41 de la coupe de Paria Puquio. Il est associé à *Parengonoceras* cf. *pernodosum* et *Parengonoceras* sp. juv. Cette association appartient au bio-horizon à *P. ebrayi* (sous-zone et zone à *G. raimondii*, Albien inférieur). Le spécimen 99-CQ12-01, rattaché avec incertitude à l'espèce texane, est associé à *Ralphimlayites* sp. dans l'unité 69 de la coupe de Corral Quemado (fig. 44).

Platiknemiceras flexuosum n'est mentionnée qu'au Texas et au Pérou. Cette espèce est donc typiquement américaine.

Genre **ENGONOCERAS** Neumayr & Uhlig, 1881

Espèce-type. *Ammonites pierdenalis* von Buch (1850, p. 31) par définition subséquente de Pervinquière (1907, p. 200).

Autres espèces. Le genre est représenté par de très nombreuses espèces. Cragin (1893), Böhm (1898), Hyatt (1903) et plus récemment Kennedy *et al.* (1998) mentionnent une liste complète des *Engonoceras* du Texas. Dans le Bassin Anglo-Parisien, le genre est représenté par les espèces *E. iris* Spath (1924), *E. grimsdalei* Spath (1931) et *E. duboisi* Latil (1989). *Engonohoplitoïdes vicorpense*, décrit en Espagne par Basse (1940), doit être rattaché à ce genre (Latil, 1989). Au Maghreb et au Proche-Orient, de multiples espèces ont été créées par Hyatt (1903), Pervinquière (1907), Douvillé (1916), Basse (1940) et Mahmoud (1955).

Diagnose, d'après les indications subséquentes de Pervinquière, (1907, p. 200). «La coquille est discoïdale. L'ombilic est étroit. La région ventrale est tronquée par un méplat, limité par deux arêtes, et souvent ornée de tubercules alternants, allongés dans le sens de l'enroulement. Les tubercules ombilicaux sont en forme de mamelon. Les tubercules des flancs (= latéraux) sont rares ou absents; ils manquent chez le «jeune», qui est lisse. Les stries d'accroissement et les côtes sont incurvées en faucille. La ligne de suture est nettement dissymétrique; elle est déplacée vers le côté droit. La selle externe est divisée, par quatre lobes adventifs, en cinq selles adventives, inégales, entières ou entaillées. Les lobes sont dentelés. Les lobes auxiliaires sont nombreux et quadrangulaires».

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. Le genre montre une répartition stratigraphique étendue, depuis l'Albien inférieur jusqu'au Cénomanién (Kennedy *et al.*, 1998, p. 5). *Engonoceras* gr. *stolleyi-hilli*, seul taxon du genre récolté au Pérou, est présent dans la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* de la seconde partie de l'Albien moyen (fig. 52).

Le genre *Engonoceras* est cosmopolite. Wright *et al.* (1996, p. 130) et Kennedy *et al.* (1998, p. 5), mentionnent sa présence en Angleterre, France, Maghreb, Syrie, USA sud et centre, Mexique et Colombie. À cette liste, nous ajoutons ici le Pérou (Benavides Cáceres, 1956; ce travail). Les exemplaires péruviens proviennent des coupes de Baños del Inca (Andes centre nord) et du Pongo de Rentema (Andes Nord, fig. 47).

Commentaires. Le genre *Engonoceras* est le dernier taxon des Engonoceratidae présent dans l'Albien du Bassin Andin (fig. 50). Il est associé à *Glottoceras moorei* dans la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* de l'Albien moyen supérieur. On observe que ces deux formes, corrélativement à leur position stratigraphique, sont très peu ornementées. Elles représentent la seule morphologie engonoceratide qui subsiste de l'événement anoxique majeur de l'Albien moyen basal (voir discussion dans la partie introductive).

ENGONOCERAS gr. STOLLEYI Böhm - HILLI Böhm
Pl. 16, Figs. 4-5

? *Engonoceras* sp. indet., Benavides Cáceres, 1956, p. 443-444, pl. 43, figs. 11-12.

Matériel-type. Kennedy *et al.* (1998, p. 10) désignent l'exemplaire 1a, b de la planche 6 in Böhm (1898) comme lectotype d'*Engonoceras stolleyi*. L'ensemble des syntypes de l'espèce sont conservés dans les collections de l'Université de Breslau (?).

Par monotypie, l'holotype de l'espèce *hilli* est le spécimen figuré text-fig. 5 in Böhm (1898).

Matériel péruvien. Douze individus complets ou fragmentaires (95-I17-01, 95-I19-01, 95-I19-02, 95-I20-01, 95-I20-02, 95-I20-03, 95-I20Eb-06, 95-I20Eb-07, 95-I21-01, 95-I23-01, 95-I23-02, 99-R24-01). L'exemplaire 99-R24-01, bien que de conservation moyenne,

présente l'alternance des tubercules ventro-latéraux réduits de part et d'autre du ventre plat à faiblement convexe (pl. 16, fig. 5). Les flancs ne développent pas de véritables côtes. Ils portent une rangée de tubercules péri-ombilicaux, peu fréquents et en pointe. Ils sont le point de départ d'un léger renflement qui se poursuit sur une faible distance en remontant sur les flancs (pl. 16, fig. 6). Les flancs ne semblent pas porter de tubercules latéraux, comme cela est observé à diamètre égal chez les individus du Texas. La section est comprimée, beaucoup plus large que haute ($Wb/Wh = 0,6$). L'ombilic est réduit (14 mm). Le ventre est étroit sur les tours internes. Sur la chambre d'habitation, la région ventrale perd les tubercules ventro-latéraux et devient plate.

Comme pour les types texans, la ligne de suture présente de nombreux lobes et selles adventifs. Les selles, non indentées, sont simples ou bifides. La selle la plus externe, bifide, est très asymétrique. Les lobes sont plus découpés.

Répartition stratigraphique et géographique. *Engonoceras stolleyi* provient des «Walnut Clays». Alors qu'*Engonoceras hilli* a été collectée dans les formations «Goodland» et «Comanche Peak Limestone», équivalentes d'un point de vue biostratigraphique. L'ensemble de ces formations appartient au groupe «Fredericksburg», daté de l'Albien moyen au sens large.

Les représentants péruviens sont placés dans la sous-zone à *O. (O.) carbonarium*, deuxième moitié de la biozone du même nom et de l'Albien moyen.

Ces espèces, mentionnées pour la première fois au Pérou, n'étaient jusqu'ici citées que dans les séries du Texas (USA).

Discussion. Le ventre plus large et arrondi au stade adulte, la forme et la force des tubercules ombilicaux rapprochent les spécimens péruviens d'*Engonoceras stolleyi*. Cependant, leur ligne de suture montre plus d'affinités avec celle d'*Engonoceras hilli*. Ils correspondent ainsi à des formes intermédiaires entre les deux espèces précitées. Ces dernières, proches, sont ici regroupées sous un même groupe morphologique supra-spécifique.

3. La sous-famille des LYELLICERATINAE Spath, 1921

Ordre AMMONOIDEA Zittel, 1884

Sous-ordre AMMONITINA Hyatt, 1889

Super-famille ACANTHOCERATAEAE de Grossouve, 1894

Famille LYELLICERATIDAE Spath, 1921

Sous-famille LYELLICERATINAE Spath, 1921

Discussion. Spath (1921, p. 286) crée la famille des Lyelliceratidae sur la base du genre *Stoliczkaia* crée par Neumayr (1875). Postérieurement (1922, p. 107), il intègre également les genres *Lyelliceras* et *Neophlycticeras*.

En 1930, ce même auteur introduit le terme de «sous-famille des Lyelliceratinae» dans laquelle il place *Tegoceras*, décrit par Hyatt (1903), *Raulinicer* Douvillé (1911), *Lyelliceras* Spath (1922), ainsi que le nouveau genre *Polyelliceras* qu'il crée alors.

Les genres *Tegoceras* et *Raulinicer* [pour lequel Breistroffer (1952b) distingue le sous-genre *Seunesiceras*] sont depuis considérés comme synonymes.

Mis à part le cas particulier du taxon *Raulinicer*, cette conception est toujours en vigueur à ce jour (Wright *et al.*, 1996, p. 147). En effet, *Ralphimlayites*, genre à trois tubercules introduit par Etayo Serna (1979), est communément placé en synonymie de *Prolyelliceras*. Mais, sur la base d'éléments nouveaux apportés par les nouvelles récoltes d'ammonites réalisées dans ce travail, ce genre est réintroduit dans ce chapitre (voir discussions dans les parties consacrées aux genres *Prolyelliceras* et *Ralphimalyites*).

Dans ce travail, le contenu de la sous-famille des Lyelliceratinae que nous avons retenu rassemble les genres *Tegoceras* Hyatt, *Prolyelliceras* Spath, *Ralphimlayites* Etayo Serna et *Lyelliceras* Spath.

Du point de vue stratigraphique, les Lyelliceratinae sont présents à l'Albien inférieur et moyen. Dans le Bassin Anglo-Parisien (Owen, 1988), ils caractérisent l'intervalle sous-zone à Floridum (zone à Chalensis, Albien inférieur) / sous-zone à Lyelli (zone à Dentatus, Albien moyen basal). Dans le Bassin Andin, ils ont été collectés dans un intervalle stratigraphique équivalent (fig. 49 et voir les parties consacrées aux quatre genres).

Association de morphologies primitives et évoluées. L'apparition des morphologies de plus en plus évoluées s'organise selon une phylogénie graduelle (fig. 56). Par contre, les espèces successives ont une répartition stratigraphique qui peut être relativement longue. L'exemple le plus représentatif est donné par *Prolyelliceras peruvianum* dont l'extension couvre quatre bio-divisions (fig. 57). La conséquence est la cohabitation de morphologies primitives et évoluées. Elle est particulièrement caractéristique des dernières associations à Lyelliceratinae, dans le bio-horizon à *L. pseudolyelli* et la sous-zone à *R. ulrichi*.

Latil (1997, p. 108) mentionne un phénomène similaire pour les mêmes niveaux stratigraphiques de l'Albien du Bassin Anglo-Parisien.

Genre *TEGOCERAS* Hyatt, 1903

Espèce-type. Hyatt (1903, p. 84) ne désigne pas formellement d'espèce-type. Cependant, le genre est monospécifique dans sa définition originelle. *Ammonites mosensis* d'Orbigny (1841, p. 237, pl. 67, figs. 5-7) est le type de *Tegoceras* par monotypie.

Autres espèces. Casey (1957, p. 52) place l'espèce *gladiator*, décrite par Bayle (1878), dans le genre *Tegoceras*. In Rat *et al.* (1979), Destombes introduit les variétés *crenulata* et *evoluta*. Casey (197?) crée *Tegoceras miles*. Nous n'avons malheureusement pas retrouvé la publication. Cette espèce est ici maintenue avec prudence.

Destombes (1965) place *Ammonites camatteanus* d'Orbigny (1841) dans le genre de Hyatt. En 1977, il introduit *Tegoceras quadratum* à partir d'exemplaires du Bassin Anglo-Parisien (Bully, Pays de Bray, France).

Ce même auteur (Rat *et al.*, 1979) intègre l'espèce *seunesi*, décrite par Parona & Bonarelli (1897, p. 48), sur la base d'un spécimen de Seunes (1887), considéré à tort comme rattaché à l'espèce *camatteanus*. Destombes (1965) place néanmoins ces deux taxons au sein d'un même groupe.

Diagnose, d'après les indications originelles d'Hyatt (1903, p. 84), complétées par nos observations. La coquille est modérément involute à évolutive. La section de tour, sub-rectangulaire à sub-hexagonale, est comprimée. Les flancs sont plats à faiblement convexes. Les côtes, simples et rectiradiaires, sont larges et espacées. Elles sont souvent mal

individualisées, mis à part sur le tiers supérieur des flancs, où elles s'accroissent pour former de forts renflements. Les tubercules ventro-latéraux, ronds ou allongés, sont alternes. Ils donnent un aspect zigzagant à une costulation ventrale très atténuée. L'ornementation s'estompe et le ventre s'arrondit sur la chambre d'habitation.

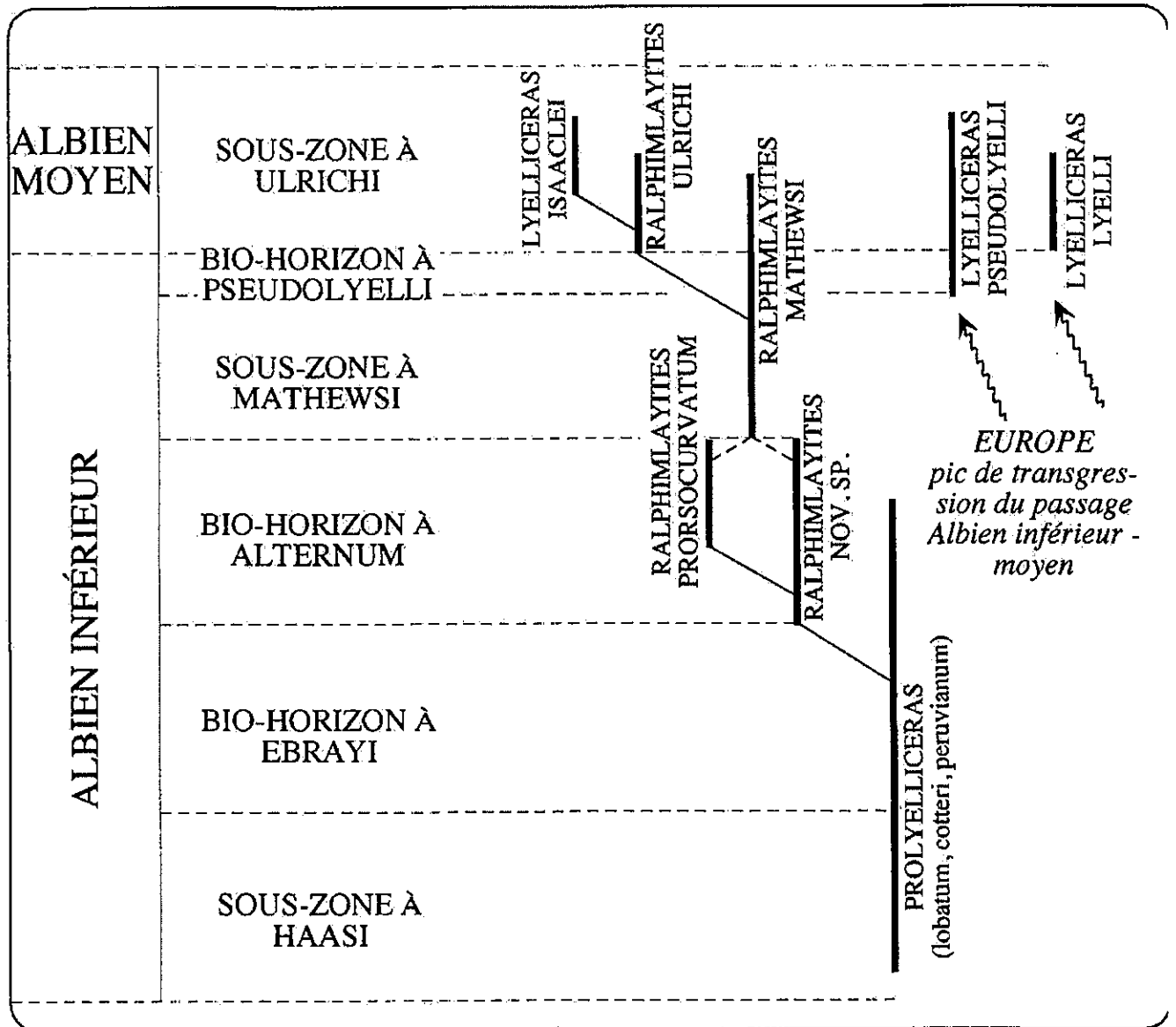


Figure 56. Relations phylétiques entre les espèces péruviennes de la sous-famille des Lyelliceratinae.

La ligne de suture contient une première selle large et bifide. Les lobes et selles latérales apparaissent allongés, en «forme de langue». Les selles auxiliaires sont découpées. Wright *et al.*, 1996, p. 147) indiquent que les éléments réduits peuvent être découpés en denticulations digitées.

Répartition stratigraphique et géographique. Le genre *Tegoceras*, cosmopolite, est considéré comme commun en Europe, à Madagascar, au Pakistan, au Venezuela. L'espèce *benavidescaceresi*, décrite en Colombie par Etayo Serna (1979), est ici mentionnée pour la première fois au Pérou.

Dans le Bassin Anglo-Parisien, Latil (1997, p. 103) et Owen (1988, p. 211) placent ses représentants dans la zone à *Chalensis* et à la base de la zone à *Auritiformis* (superzone à *Mammillatum*, Albien inférieur). Au Venezuela, Renz (1982, p. 39) mentionne *Tegoceras gladiator* dans la formation Chicama supérieure datée de l'équivalent de la zone à *Dentatus* (Albien moyen basal). Plus généralement, ce genre est communément considéré de l'Albien inférieur - moyen.

Commentaires. Le genre est identifié avec difficulté dans les séries de l'Albien du Bassin Andin. Seule l'espèce *benavidescaceresi* est identifiée. Trois autres spécimens, mal conservés et non déterminés, ont été récoltés. Leurs caractères principaux sont néanmoins proches de la morphologie des *Tegoceras*.

Les spécimens indéterminés sont présents à la transition entre la sous-zone à *P. haasi* et le bio-horizon à *P. ebrayi* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur). L'individu *Tegoceras benavidescaceresi*, récolté en éboulis, caractérise avec incertitude la sous-zone à *R. ulrichi* de l'Albien moyen basal. Les *Tegoceras* du Bassin Andin ont une répartition stratigraphique équivalente à celle des représentants du Bassin Anglo-Parisien (voir ci-dessus).

Les représentants indéterminés du genre *Tegoceras* correspondent aux premiers Lyelliceratinae du Bassin Andin, qui développent ensuite une phylogénie progressive, pour atteindre leur apogée à la base de l'Albien moyen (fig. 49). *T. benavidescaceresi* est également présente à la base de l'Albien moyen. À cette époque, des formes primitives et évoluées sont donc associées. Nous avons vu que ce «mélange» morphologique est fréquent chez les Lyelliceratinae (Latil, 1997, p. 108).

TEGOCERAS BENAVIDESCACERESI Etayo Serna (1979)

Pl. 17, Figs. 1-3

Tegoceras benavidescaceresi ETAYO SERNA, 1979, p. 82-83; pl. 11, fig. 8; text-figs 8z-z'.

Description, d'après la description originelle d'Etayo Serna (1979, p. 82). «La coquille est évoluée. La section de tour est plus haute que large. La largeur maximale se situe sur la moitié supérieure des flancs. Le mur ombilical est court, incliné et arrondi. Les côtes débutent de manière modérée depuis le bord ombilical. Elles développent ensuite un tubercule, conique et réduit, sur la région supérieure des flancs. Depuis le bord ombilical jusqu'aux tubercules ventro-latéraux, les côtes, proéminentes, sont rectiradiaires ou légèrement convexes. Sur le tiers inférieur des flancs, les côtes s'aplatissent et deviennent concaves; elles se terminent à leur arrivée sur un tubercule ventro-latéral fort et allongé. Les côtes sont alternes de part et d'autre du ventre, en relation avec l'organisation des tubercules ventro-latéraux. Les espaces intercostaux sont plus larges que les côtes sur le tour interne. Ils leur sont équivalents quand le test est préservé».

Etayo Serna mentionne deux caractères qui ne sont cependant pas observés, ni sur la figuration de l'holotype, ni sur l'échantillon péruvien :

- des côtes secondaires intercalaires;
- une rangée de petits tubercules sur la ligne carénique. On notera que ce caractère exclurait cette espèce du genre *Tegoceras* pour la placer dans le genre *Prolyelliceras*.

Holotype. *Tegoceras benavidescaceresi* est décrite sur la base d'un unique exemplaire. Sa préservation est de bonne qualité. Malheureusement, son auteur ne figure ni la forme de la

section, ni la région ventrale (où il mentionne une rangée de petits tubercules qui nous semble discutable). Par désignation originelle, l'holotype est le spécimen U.N.C.M.H.N.C.P.Ht n° 65 (V.L.Est. 33a), figuré pl. 11, fig. 8 *in* Etayo Serna (1979).

Matériel péruvien. Deux individus, dont un complet (99-Y4Eb-01) et un second très fragmentaire (99-Y5Eb-01). Le spécimen 99-Y4Eb-01 (pl. 17, figs. 1-3) apporte plusieurs éléments descriptifs nouveaux, notamment pour la connaissance des tours internes. Ces tours juvéniles sont plutôt comprimés. Les flancs et le ventre sont arrondis. Les tubercules ventro-latéraux sont présents dès les premiers stades évolutifs. Les tubercules latéraux s'atténuent rapidement pendant l'ontogénèse. La chambre d'habitation ne montre qu'une élévation prononcée des côtes. La région ventrale n'est bien observée que sur le dernier tour. Elle montre un léger bombement mais ne développe pas de tubercules médio-ventraux. Les tours sont embrassants. La section de la chambre d'habitation est très différente de celle des tours internes. La coquille est large et sa section devient sub-rectangulaire (Wh = 40 mm; Wb = 45 mm). Le spécimen 99-Y4Eb-01, considéré comme adulte, présente un diamètre de 145 mm. La ligne de suture n'est pas observée.

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype provient du banc 8 de la formation San Gil supérieure, datée de l'Albien moyen. Selon Etayo Serna (1979, p. 4), cette formation contient une faune, associée à *Tegoceras benavidescaceresi*, composée de *Glottoceras semicostatum*, *Parengonoceras duartei*, *Platiknemiceras* sp. et *Desmoceras ? chimuense*. Cet auteur propose un âge Albien inférieur à moyen. Ces espèces sont présentes au Pérou. Elles caractérisent la partie inférieure de la biozone à *Glottoceras raimondii* (Albien inférieur *sensu stricto*) (fig. 57, chapitre biostratigraphie).

Les spécimens péruviens ont été récoltés en éboulis dans les unités 44 et 49 de la coupe de Yanarajo (fig. 37). Ils appartiennent aux sous-zones à *R. ulrichi* et *O. (O.) carbonarium* de l'Albien moyen. Ils sont associés à *Oxytropidoceras (Mirapelia) douglasi*, *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* et à des représentants des sous-genres *Oxytropidoceras* et *Venzoliceras*.

Tegoceras benavidescaceresi est présente dans les parties colombienne et péruvienne du Bassin Andin (Etayo Serna, 1979; ce travail). L'espèce est mentionnée pour la première fois au Pérou.

Discussion. Etayo Serna considère l'individu 3 de la planche 52 (n° 27869:2) de Benavides Cáceres (1956), déterminé sous *Lyelliceras pseudolyelli*, comme un équivalent possible de *Tegoceras benavidescaceresi*. Mais l'auteur péruvien mentionne page 464 une rangée de tubercules latéraux supplémentaire. Cet exemplaire ne peut donc appartenir au genre *Tegoceras*. La figuration confirme la description de l'auteur péruvien.

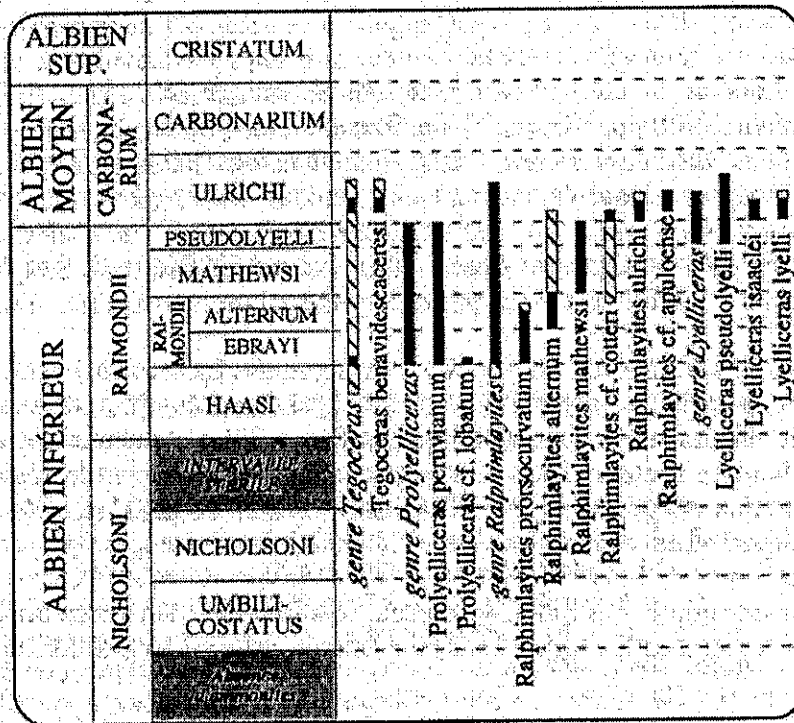
Les tours internes de l'espèce andine ici décrite sont proches de ceux de *Tegoceras camatteanus*, espèce créée par d'Orbigny (1841, pl. 69, figs. 1-2) : bombement ventral, flancs arrondis, tubercules ventro-latéraux bas. La section est néanmoins plus comprimée. Les côtes sont moins accentuées sur la moitié supérieure des flancs.

TEGOCERAS SP.

Pl. 17, Fig. 4-6

Matériel. Trois individus (99-TE5Eb-20, 99-Z1B-02, 99-Z5-10). Les spécimens 99-TE5Eb-20 et 99-Z5-10, adultes, montrent une taille proche de *Tegoceras benavidescaceresi* (D=120 et 110 mm). Les *Tegoceras* appartiennent aux individus les plus grands de la sous-famille des

Lyelliceratinae récoltés au Pérou. La coquille comprimée et la section, nettement plus haute que large, sont typiques du genre.



■ Position stratigraphique des genres
 ■ Position stratigraphique de certaine des espèces
 ▨ Position stratigraphique potentielle des genres et des espèces

Figure 57. Répartition stratigraphique des espèces et des genres de la sous-famille des Lyelliceratinae.

La qualité du matériel est médiocre. Seuls les autres caractères majeurs sont observés : le ventre et les flancs sont légèrement arrondis; les côtes, épaisses, sont renforcées sur le tiers supérieur des flancs; elles se terminent aux niveaux de tubercules ventro-latéraux, allongés et alternes.

Répartition stratigraphique et géographique. L'exemplaire 99-TE5Eb-20 a été récolté éboulé au sommet de la coupe de Tamberia Este (fig. 38). Les spécimens 99-Z1B-02 et 99-Z5-10 proviennent des unités 3 et 19 de la coupe de Puente Zonanga (fig. 43). Ils caractérisent la transition entre les sous-zones à *P. haasi* et *P. ebrayi* (biozone à *G. raimondii*) de l'Albién inférieur, où ils sont associés à une riche faune d'ammonites dominée par les Engonoceratidae.

Commentaires. Les spécimens de *Tegoceras benavidescaceresi* récoltés au Pérou et *Tegoceras gladiator* du Venezuela caractérisent l'Albién moyen. Le représentant colombien du genre semble indiquer un âge équivalent à la biozone à *P. ebrayi*. Les spécimens ici décrits, présents dès la sous-zone à *Parengonoceras haasi*, correspondent donc aux premiers représentants andins des Lyelliceratinae.

Genre *PROLYELLICERAS* Spath, 1930b, nouvelle interprétation

Espèce-type. Par désignation originelle, *Prolyelliceras peruvianum* Spath (1930b, p. 65, note de bas de page).

Autres espèces. Lors de la création du genre, Spath intègre le spécimen *Prionotropis radenaci* Sommermeier (1910, p. 380, pl. 15, fig. 3) non Pervinquière.

Dans le présent mémoire, *Prolyelliceras lobatum*, introduit par Riedel (1938) est maintenu. Cette espèce est considérée comme synonyme de l'espèce-type par plusieurs auteurs.

L'individu désigné sous le terme «gen. indet.» in Latil (1994, pl. 3, fig. 25) est placé dans le genre de Spath.

Diagnose, émondée dans ce travail. La coquille est comprimée. La section, haute, sub-ogivale à sub-rectangulaire, peut être sub-carrée sur les tours juvéniles. Les côtes, droites et simples, sont généralement pincées sur le tiers supérieur des flancs. Elles s'atténuent et s'élargissent nettement sur la bordure ventrale. Elles sont interrompues ou traversent la région ventrale. Les côtes portent deux rangées de tubercules ventro-latéral et ventral sur l'ensemble des stades ontogénétiques. Les tubercules ventro-latéraux sont allongés et parallèles aux tubercules ventraux.

La ligne de suture est simple. Les indentations sont réduites. Les selles sont bifides. Le lobe ventral développe des structures rigides; les lignes externes sont parallèles. Les lobes latéraux sont trifides.

Commentaire. Wright *et al.* (1996, p. 147) placent *Ralphimalyites* en synonymie de *Prolyelliceras*. Ils mentionnent néanmoins le particularisme des espèces rattachées originellement au genre *Ralphimlayites*. Son type originel, décrit par Gerhardt (1897, pl. 4, fig. 8a, b), montre en effet la présence d'une rangée supplémentaire de tubercules ventro-latéraux sur les stades intermédiaires. Malheureusement, le spécimen de Gerhardt subit la délétion de cette rangée supplémentaire sur les derniers stades. Ces auteurs indiquent également que le genre *Ralphimlayites* ne perd pas complètement sa tuberculation sur la chambre d'habitation.

Ils interprètent cette morphologie comme une étape graduelle vers les *Lyelliceras*, qu'il n'est pas nécessaire de séparer des *Prolyelliceras*. Les spécimens péruviens montrent le maintien total des rangées de tubercules. À la différence du type de *prorsocurvatum* de Gerhardt (1897), les tubercules latéraux persistent sur les stades adultes. Cette spécificité est considérée comme majeure. Le genre *Ralphimalyites*, à trois rangées de tubercules, est ici réhabilité. Son interprétation est néanmoins émondée. Une discussion détaillée justifiant la séparation des deux taxons est développée dans la partie consacrée à ce genre (voir plus loin). Le genre *Prolyelliceras* est ici restreint aux formes adultes bituberculées.

On notera que la délétion éventuelle des tubercules sur les stades hyper-adultes rend plus difficile la distinction entre ces deux genres.

Répartition stratigraphique et biogéographique. Aucune donnée stratigraphique précise sur les types de *Prolyelliceras peruvianum* et *P. lobatum* n'est fournie par leurs auteurs (Spath, 1930; Riedel, 1938). Lors de ce travail, les représentants de l'espèce péruvienne apparaissent dans la biozone à *G. raimondii pro parte*, équivalent partiel de la zone à Auritifomis de l'Albien inférieur d'Angleterre (voir discussion dans la partie consacrée à l'espèce et le chapitre biostratigraphie). Latil (1994) donne un âge Albien inférieur à l'individu européen.

En dehors du cas particulier de *Prolyelliceras* sp. (gen. indéterminé in Latil, 1994), le genre n'est présent que dans le Bassin Andin (Pérou, Colombie).

Rapports et différences. Ce genre se distingue des *Tegoceras* par la présence d'une rangée supplémentaire de tubercules en position centro-ventrale. L'élévation des côtes sur la région périombilicale est absente. Les flancs sont moins arrondis.

Le genre *Prolyelliceras* montre une section clairement comprimée, plus haute que large. Ce caractère, déjà mentionné pour le genre *Tegoceras*, est observé chez l'ensemble des Lyelliceratinae récoltés au Pérou, et il semble commun aux représentants andins (Colombie, Venezuela) de cette sous-famille. Etayo Serna (1979, p. 83) utilise d'ailleurs ce caractère pour séparer les espèces andines des taxons téthysiens. Les formes européennes, spécialement *Lyelliceras lyelli*, ont des sections beaucoup plus trapues (Latil, 1994).

PROLYELLICERAS PERUVIANUM Spath (1930)

Pl. 18, figs. 1-8

- ? *Acanthoceras lyelli* LEYMERIE in d'ORBIGNY, Steinmann, 1881, p. 135, pl. 7, fig. 3-3a.
- ? *Acanthoceras prorsocurvatum* GERHARDT, 1897, p. 168, pl. 4, fig. 8a,b, text-fig. 16.
- Acanthoceras prorsocurvatum* GERHARDT, Douvillé, 1906, p. 144, pl. 2, fig. 1a-b.
- Prolyelliceras peruvianum* SPATH, 1930b, p. 65 (note de bas de page).
- Prolyelliceras prorsocurvatum* SPATH, Bürgl, 1955, p. 15, pl. 4, fig. 4a-c.
- non *Prolyelliceras peruvianum* SPATH, Benavides Cáceres, 1956, p. 462-463, pl. 50, figs. 1-2.
- Prolyelliceras peruvianum* SPATH, Benavides Cáceres, 1956, p. 462-463, pl. 50, figs. 3-4.
- ? *Prolyelliceras peruvianum* SPATH, Renz, 1982, p. 38, pl. 5, fig. 12, text-fig. 26e.
- Prolyelliceras flandrini* (DUBOURDIEU) Renz, 1982, p. 32, pl. 4, fig. 3a-b.

Description. Voir ci-dessus dans la partie consacrée au genre *Prolyelliceras*.

Matériel-type. Spath (1930b) désigne *Acanthoceras prorsocurvatum* Douvillé non Gerhardt (1906, p. 144, pl. 2, fig. 1) comme holotype de *Prolyelliceras peruvianum* (collection de l'École des Mines de Paris). Il provient de la localité de Colpa, près de Sayapullo, au Nord de Trujillo (Pérou).

L'individu est fragmentaire. Il semble caractériser un stade adulte. Les côtes sont simples et fines. Elles passent le ventre sans interruption. L'aspect des tubercules ventraux et ventro-latéraux, très réduits et en pointe, est particulier à cet individu. En effet, ils sont systématiquement allongés sur les autres exemplaires andins, notamment sur le spécimen figuré par Steinmann (1881, pl. 7, fig. 3), placé en synonymie par Benavides Cáceres (1956, p. 462).

Remarque. La forme pointue des tubercules ventraux (au sens large) est identique à celle du type de Gerhardt (1897, pl. 4, fig. 8a, b). Spath (1930b) exclut la détermination de Douvillé (1906) de l'espèce originelle par l'absence de la troisième rangée de tubercules. Mais, à diamètre (? stade) égal, on remarque que le spécimen de Gerhardt ne porte plus les tubercules latéraux, déjà perdus par délétion. L'exemplaire de Douvillé ne peut être dissocié de manière définitive de l'espèce *prorsocurvatum*.

Nous verrons plus loin qu'*Acanthoceras prorsocurvatum* figuré par Gerhardt et utilisé comme espèce-type du genre *Ralphimlayites* par Etayo Serna (1979), est placé dans le genre *Prolyelliceras* (voir dans la partie consacrée au genre *Ralphimlayites*). L'équivalence avec le spécimen de Douvillé n'étant pas formellement établie, l'exemplaire de Gerhardt est placé avec incertitude en synonymie de *Prolyelliceras peruvianum*.

La forme allongée ou en pointe des tubercules soulève la question de la relation entre l'aspect actuel de l'ornementation et la qualité de la conservation du matériel fossile. Mis à part *Prolyelliceras* sp., présentée ci-dessous, les représentants de la sous-famille des Lyelliceratinae du Pérou ont des tubercules ventraux et ventro-latéraux allongés. Les individus colombiens figurés par Etayo Serna (1979) présentent le même aspect. La question de la pertinence de la forme pointue ponctuelle des tubercules est posée. Les conséquences systématiques sont :

- si la forme des tubercules est retenue comme un critère distinctif de premier ordre, *Prolyelliceras peruvianum* se restreint aux types de Gerhardt (voir ci-dessus) et de Douvillé. Cette espèce devient, par antériorité, un synonyme probable de *prorsocurvatum*;
- les exemplaires figurés dans ce travail, de même affinité que l'individu figuré par Steinmann (1881), sont exclus de l'espèce *prorsocurvatum/peruvianum*. Une nouvelle espèce doit être créée.

Dans l'état actuel de nos connaissances, les deux morphologies sont maintenues au sein de l'unique espèce *Prolyelliceras peruvianum*.

Matériel péruvien. Sept exemplaires plus ou moins bien conservés (85-I7-13, 99-CQ23-01, 99-CQ23-02, 99-CQ25-01, 98-G15/16Eb-01, 98-G16A-09, 99-Y3Eb-12). Les tours internes sont observés sur le spécimen 99-Y3-01 (pl. 18, fig. 1). Les deux rangées de tubercules sont présentes dès le diamètre de 20 mm. On observe le maintien de la double tuberculation lors du passage au stade adulte.

Les formes adultes sont de taille moyenne homogène. Leur diamètre est de 75-80 mm. La section est haute. Les tours apparaissent nettement plus hauts que larges. L'exemplaire 99-CQ25-01 (pl. 18, figs. 3-4) illustre la compression importante de certains individus. Les côtes fines, espacées et simples, sont caractéristiques de tous les stades ontogénétiques. Elles s'observent sur l'ensemble de nos exemplaires (pl. 18). L'individu 99-CQ23-01 (pl. 18, figs. 6-8) développe une ornementation proche de l'holotype : section sub-rectangulaire, tubercules peu allongés. Les tubercules s'avèrent plus allongés sur les autres exemplaires. L'exemplaire 98-G16A-09 (pl. 18, fig. 2), développe les caractères andins typiques ici détaillés (côtes simples, fines; tubercules allongés). Il est identique à la figuration de Steinmann (1881).

Les rangées de tubercules sont généralement parallèles (pl. 18, fig. 3). Les tubercules ventraux sont quelquefois légèrement avancés par rapport aux tubercules encadrants (pl. 18, fig. 6).

La ligne de suture n'est pas observée sur le matériel péruvien.

Répartition stratigraphique et géographique. Douvillé (1906) mentionne une faune d'ammonites, provenant de la même localité que l'holotype, composée de *Douvilleiceras mammillatum* (= *Douvilleiceras* sp.), ? *Parahoplites* aff. *melchioris*, *Schloenbachia* cf. *roissyana* (= *Oxytropidoceras* sp.), *Schloenbachia* cf. *belknapii*, *Mortoniceras rostratum*, *Knemiceras attenuatum* (= *Glottoceras crassinodosum*) et *Engonoceras stolleyi* (= *Glottoceras raimondi*). Cette association contient des espèces de plusieurs zones. Elle n'a donc pas de valeur stratigraphique.

Dans ce travail, *Prolyelliceras peruvianum* montre une large répartition stratigraphique (fig. 57). L'espèce est présente depuis la base du bio-horizon à *P. ebrayi* (Albien inférieur; coupe de Baños del Inca, fig. 40) jusqu'à la sous-zone à *R. mathewsi* de l'Albien inférieur terminal (coupe de Corral Quemado, fig. 45).

L'hotype de *Prolyelliceras peruvianum* provient du Pérou (d'où le nom de l'espèce). Depuis Douvillé (1906), celle-ci a été plusieurs fois mentionnée dans sa région type (Lissón, 1924; Benavides Cáceres, 1956; ce travail). L'espèce est également citée en Colombie (Steinmann, 1881; Gerhardt, 1897; Bürgl, 1955) et au Venezuela (Renz, 1982). Elle est caractéristique du Bassin Andin.

Discussion. Benavides Cáceres (1956) place cette espèce en synonymie de *Prolyelliceras lobatum* (voir ci-après). Il considère que l'espèce décrite par Riedel correspond à la forme macroconque du taxon péruvien. Les nouvelles récoltes réalisées lors de ce travail montrent que ces deux espèces présentent des caractères divergents. Elles sont séparées dans ce travail.

PROLYELLICERAS cf. *LOBATUM* Riedel (1938)

Pl. 19, figs. 1-2

Prolyelliceras ? lobatum RIEDEL, 1938, p. 57-59, pl. 9, figs. 9-11.

Prolyelliceras peruvianum SPATH, Benavides Cáceres, 1956, p. 462-463, pl. 50, figs. 1-2.

Description, d'après la description originelle de Riedel (1938, p. 57). «La section est subrectangulaire. Le ventre est faiblement arrondi. Le diamètre de l'ombilic est grand. Les flancs, assez plats, passent au rebord ombilical de manière progressive. La région ombilicale, peu marquée, est encore moins bien individualisée sur la chambre d'habitation. L'ornementation se compose de côtes simples et nettes. Elles débutent sur le sommet du mur ombilical. Elles sont falciformes sur les flancs, jusqu'à un tubercule ventro-latéral. Elles traversent le ventre sans interruption, où elles portent une rangée de tubercules médio-ventraux. Ces tubercules ventraux sont en position légèrement avancée par rapport à la forme générale de la costulation. Les tubercules sont absents jusqu'à un diamètre de 11 mm. Ils marquent les stades intermédiaires de l'animal. Le dernier tiers du tour externe voit la disparition par déléation progressive des tubercules ventro-latéraux. Les tubercules ventraux s'estompent également mais restent présents sous un aspect atténué. Une modification de la section, vers une forme arrondie, est contemporaine de la disparition des tubercules.

La ligne de suture, observée jusqu'à un diamètre de 49 mm, montre des lobes latéraux, profonds, (?) bifides ou trifides. Toutes les selles sont de même dimension. Riedel ne les décrit pas mais elles semblent bifides d'après sa figuration (1938, pl. 14, figs. 28, 29)».

Matériel-type. Lors de sa description originelle, Riedel (1938, p. 57-59) ne désigne pas de type. Cependant, il crée son espèce à partir d'un échantillon unique (pl. 9, figs. 9-11). Ce spécimen est ici désigné comme lectotype. L'exemplaire est complet. L'évolution de l'ornementation le long des différents stades ontogénétiques est bien identifiable.

Matériel péruvien. Un spécimen unique, fragmentaire, numéroté 95-I7-12. L'espacement des côtes, la présence de deux rangées de tubercules allongés, la position avancée de tubercules ventraux et la section ogivale sont des critères diagnostics de l'espèce *lobatum*. Sa qualité de conservation moyenne nous impose cependant de la placer avec prudence dans l'espèce colombienne.

Répartition stratigraphique et géographique. Riedel (1938) indique que le type provient de la localité de Apulo (Colombie). Il ne mentionne aucune faune associée. L'âge Albien inférieur ou moyen donné n'a malheureusement aucune base stratigraphique sérieuse.

L'exemplaire péruvien provient des premiers bancs de la formation Chulec. Dans l'unité 67 de la coupe de Baños del Inca (fig. 40), il est associé à une faune variée dominée par les représentants du genre *Glottoceras*. Nous noterons la présence de *Prolyelliceras* cf. *peruvianum*, *Prolyelliceras* sp., *Ralphimlayites prorsocurvatum*, *Mojsisoviczia* cf. *ventanillensis*, *Desmoceras* cf. *chimuense*. Cette association est datée de la base du bio-horizon à *P. ebrayi* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur).

Cette espèce est uniquement présente dans le Bassin Andin; depuis la Colombie (Riedel, 1938) jusqu'au Pérou où elle nouvellement mentionnée (ce travail).

Discussions. La forme des tubercules du type décrit par Riedel, en pointes et portées par les côtes, est proche de l'espèce-type de Douvillé (1906, pl. 2, fig. 1a, b).

Benavides Cáceres (1956), suivi par Renz (1982), considère *Prolyelliceras lobatum* comme la forme macroconque de l'espèce *peruvianum*. Il rapproche ces deux espèces sur la convergence morphologique du grand exemplaire AMNH 27867:1 (pl. 50, figs. 1-2) avec le type de Riedel.

Dans sa description originelle, *Prolyelliceras peruvianum* est définie par deux rangées de tubercules allongés, des côtes partiellement interrompues sur le ventre et une section sub-rectangulaire. L'exemplaire figuré par Benavides Cáceres ne présente pas l'ornementation ici exposée. Par contre, cet individu est identique au type de l'espèce *lobatum*: les tubercules ventro-latéraux disparaissent sous la chambre d'habitation, la section devient ogivale, les côtes sont falciformes et traversent le ventre sans interruption.

Néanmoins, l'hypothèse de l'évolution tardive des formes «*peruvianum*» vers une morphologie de type *lobatum* pourrait être envisageable. L'existence d'un couple dimorphe *peruvianum/lobatum* ne peut être exclue. Mais la faible quantité d'individus liés à ces taxons implique un nombre trop grand d'incertitudes. Leur mise en synonymie nous paraît prématurée.

PROLYELLICERAS SP.

Pl. 19, figs. 3-5

gen. indet. LATIL, 1994, pl. 3, fig. 25.

Matériel. L'exemplaire MHNG 54405 figuré par Latil (1994, pl. 3, fig. 25) et l'individu 99-I7-15 récolté lors de ce travail. Le type provient de la collection du Museum d'Histoire Naturelle de Genève (Suisse).

Commentaires. Le spécimen péruvien, fragmentaire, n'a pu être correctement dégagé. Seule la région ventrale, sur une longueur de 20 mm, est bien observable. La convergence morphologique avec le spécimen de Latil est néanmoins très nette: la forme sub-carrée de la section et l'absence de tubercules sur les régions périombilicales et latérales (pl. 19, figs. 4, 5). Les côtes traversent le ventre sans interruption. Elles portent deux rangées de tubercules réduits, en forme de pointe. Les tubercules ventro-latéraux sont anormalement élevés et hauts sur les flancs (pl. 19, fig. 5). Ils donnent un aspect unique à la section, nullement observé chez les autres taxons de la sous-famille des Lyelliceratinae. L'individu est de petite taille; son diamètre est de 30 mm environ.

Le type figuré par Latil (1994) ne dépasse pas les 45 mm. L'ornementation décrite ci-dessus apparaît donc très tôt dans l'ontogénèse.

Répartition stratigraphique et géographique. Le spécimen européen provient de la localité de Bellegarde (Ain, France). Il est placé dans l'Albien inférieur *sensu largum*.

L'exemplaire 99-I7-15 a été récolté dans l'unité 67 de la base de la formation Chulec sur la coupe de Baños del Inca (fig. 40). Il appartient à une association faunique, composée majoritairement d'Engonoceratidae et de Lyelliceratidae, et caractéristique de la base du bio-horizon à *P. ebrayi* de l'Albien inférieur (fig. 23, chapitre biostratigraphie).

Discussion. Latil (1994, pl. 3, fig. 25) figure un exemplaire isolé dont il ne désigne pas l'appartenance à un genre donné. Historiquement (en dehors d'études cladistiques menées par Latil), la détermination des divers genres de Lyelliceratidae se base en particulier sur le critère du nombre de rangées de tubercules. Dans cette logique, ces formes bituberculées sont ici placées dans le genre *Polyelliceras*. Nous soulignerons cependant l'aspect singulier des tubercules ventro-latéraux.

PROLYELLICERAS SP. JUV.

Pl. 3, figs. 6-8

Matériel. Cinq individus fragmentaires, de conservation moyenne (95-R2-02, 98-G16A-03, 98-G16A-04, 98-G18-02, 99-Y3Eb-10).

Commentaires. La coquille, très comprimée, est beaucoup plus haute que large. La section est sub-rectangulaire. Le ventre et les flancs sont plats. Les côtes sont rectiradiaires jusqu'à la bordure ventrale où elles forment une faible avancée proverse. Les premiers stades évolutifs ne contiennent pas de nodosités. Les tubercules ventro-latéraux apparaissent en premier (Latil, 1997, p. 108; ce travail). Sur les spécimens récoltés, ils sont présents à partir d'un diamètre de 15 mm (95-R2-02). Les rangées de tubercules sont parallèles et portées par une même côte. Les premiers tubercules ventraux sont observés pour un diamètre de 20 mm (99-Y3Eb-10).

Cette double tuberculation est maintenue jusqu'à des dimensions relativement importantes. Les exemplaires 99-Y3Eb-10 (pl. 3, figs. 7-8) et 98-G18-02 (pl. 3, figs. 6) sont marqués par la présence de tubercules ventro-latéraux et ventraux pour des diamètres respectifs de 32 et de 55 mm.

Répartition stratigraphique et géographique. Des *Polyelliceras* juvéniles sont présents dans les bio-horizons à *Ralphimlayites alternum* des coupes de la Quebrada Geshgash (fig. 34) et du Pongo de Rentema (fig. 46). Le spécimen 99-Y3Eb-10 a été récolté dans l'association caractéristique de la sous-zone à *R. mathewsi* de la coupe de Yanarajo (fig. 37).

De manière surprenante, les formes juvéniles du genre *Polyelliceras* sont «concentrées» dans le sommet de la biozone à *G. raimondii* de l'Albien inférieur. Alors que des représentants adultes du genre sont présents depuis la base du bio-horizon à *P. ebrayi* jusqu'à la partie supérieure de la sous-zone à *R. ulrichi*.

Discussion. Des individus juvéniles gardent une ornementation à deux tubercules jusqu'à des dimensions relativement importantes (voir ci-dessus). Or, nous verrons plus loin que des morphologies à trois et/ou quatre tubercules apparaissent tôt chez les stades jeunes de certains exemplaires péruviens. Globalement, pour les diamètres ici présentés, il est possible de

distinguer le genre *Prolyelliceras*. Une comparaison est proposée dans les parties consacrées aux genres *Ralphimlayites* et *Lyelliceras*.

Par contre, la difficulté principale réside dans la distinction de ces *Prolyelliceras* jeunes avec des tours internes de *Ralphimlayites mathewsi*. En effet, cette espèce n'acquiert une troisième rangée de tubercules latéraux qu'à partir d'un diamètre de 6 cm. Ses tours juvéniles ne contiennent donc que les tubercules ventraux et ventro-latéraux. La séparation ne semble pas possible en l'absence des stades adultes de l'espèce *mathewsi*.

Cette situation illustre les difficultés rencontrées pour l'ensemble de la systématique des Lyelliceratinae. L'organisation des tubercules est très diversifiée :

- leur apparition ou leur déletion interviennent à des stades ontogénétiques divers;
- les tubercules ventro-latéraux sont soit parallèles, soit alternes. Leur relation avec les tubercules ventraux est elle-même soit concordante, soit divergente, soit irrégulière;
- les tubercules ventraux et ventro-latéraux ont une forme qui varie entre un aspect pointu ou allongé.

Dans leur ensemble, les Lyelliceratinae développent une multitude de formes intermédiaires entre les morphologies majeures retenues. Les distinctions inter-spécifiques sont parfois très délicates. Le résultat est la difficulté d'une caractérisation précise des espèces, mais aussi de celle des genres. L'approche cladistique proposée par Latil (1997) devrait toutefois améliorer cette situation.

Genre *RALPHIMLAYITES* Etayo Serna (1979), nouvelle interprétation

Discussion. Depuis Spath (1930b), le nombre de tubercules est un critère historique de distinction des différents genres de la sous-famille des Lyelliceratinae. Les formes multi-tuberculées sont communément séparées en deux groupes :

- les individus à quatre tubercules (périombilical, latéral, ventro-latéral et centro-ventral) chez l'adulte, placés dans le genre *Lyelliceras*;
- les ornements à deux ou trois tubercules rattachés au genre *Prolyelliceras*. Latil (1997, p. 105) explique que les morphologies bi-tuberculées sont la conséquence de la déletion de tubercules périombilicaux et/ou latéraux dans les derniers stades évolutifs.

Etayo Serna (1979, p. 81) crée le genre *Ralphimlayites* à partir d'individus à trois tubercules. Contrairement aux observations de Latil (1994) sur les spécimens du Bassin Anglo-Parisien, cette ornementation est maintenue sur la chambre d'habitation de certains Lyelliceratinae colombiens et péruviens. Le mauvais choix de l'espèce-type par Etayo Serna a cependant rendu la discussion confuse (voir ci-dessous).

Néanmoins, en gardant le nombre et la conservation des tubercules comme critères distinctifs majeurs, la séparation entre les genres *Prolyelliceras* et *Ralphimlayites* nous semble justifiée. Le genre créé par Etayo Serna est ici réhabilité.

Espèce-type. L'espèce-type *Acanthoceras prorsocurvatum* Gerhardt (1897, p. 168, pl. 4, fig. 8a,b, text-fig. 16), choisi par Etayo Serna, perd les tubercules latéraux inférieurs sur le dernier demi-tour de la coquille. La chambre d'habitation supposée (non indiquée par son auteur) ne porte que deux rangées de tubercules. Du point de vue nomenclatural, l'espèce figurée par Gerhardt est ici placée dans le genre *Prolyelliceras*. Une nouvelle espèce-type doit donc être désignée.

Lors de sa création, Etayo Serna (1979, p. 81) intègre l'espèce péruvienne *ulrichi* dans la composition originelle du genre *Ralphimlayites*. Nous verrons plus loin que ce taxon garde la tri-tuberculation sur le stade adulte. Elle est ici désignée comme la nouvelle espèce-type du genre d'Etayo Serna.

Autres espèces. Dans sa désignation originelle, Etayo Serna (1979, p. 81) inclut *Acanthoceras prorsocurvatum* Gerhardt, *Lyelliceras ulrichi* Knechtel et *Ralphimlayites apuloense* Etayo Serna dans le genre qu'il crée alors.

Nous considérons que l'espèce *prorsocurvatum* est à placer dans le genre *Prolyelliceras* (voir discussion ci-dessus). *Lyelliceras mathewsi* Knechtel, *Lyelliceras cotteri* Spath et *Ralphimlayites alternum* sont ici intégrées dans le genre *Ralphimlayites*.

Jacob (1907, p. 101) range l'espèce *gevreyi* dans le genre *Lyelliceras*. Néanmoins, il indique que l'«on est déjà franchement dans le groupe d'*Ac. lyelli* par tous les caractères moins ceux des tubercules; les côtes (...) ne portent de tubercules que de chaque côté de la région siphonale». Il semble donc indiquer que la tuberculation latérale est réduite à la seule rangée inférieure. Les tubercules périombilicaux sont absents. Sur la base de sa tri-tuberculation, l'espèce de Jacob est également introduite sous le genre *Ralphimlayites*.

L'espèce *flandrini* et ses variétés *crenulata* et *media*, décrites par Dubourdiou (1953, p. 27-34), développent également trois rangées de tubercules. Leur auteur mentionne d'importantes convergences morphologiques avec *Ralphimalyites mathewsi* et *R. cotteri*. L'aspect de la costulation et de la position excentrée particulière des tubercules ventro-latéraux séparent néanmoins ces formes des *Ralphimalyites* andins.

Diagnose, d'après la diagnose originelle d'Etayo Serna (1979, p. 81). La coquille est évolutive. La section est sub-rectangulaire depuis les stades ontogénétiques précoces. Les flancs portent trois rangées de tubercules (périombilicale, ventro-latérale et médio-ventrale).

Cet auteur complète sa description par un commentaire sur les différences avec le genre *Prolyelliceras*. Ce dernier genre «(...) est plus involute et sa section est plus ogivale dans les derniers stades juvéniles et sur la chambre d'habitation. La double tuberculation ventrale et ventro-latérale apparaît dès le début de l'ornementation».

Rapports et différences. Le genre *Ralphimalyites* est basé sur la présence de trois rangées de tubercules, mentionnée ci-dessus (Etayo Serna, 1979; ce travail). La déletion des tubercules latéraux, décrite par Latil (1997, p. 105) ne se réalise pas systématiquement pour les taxons «sud-américains». Les espèces placées dans ce genre (voir ci-dessus) maintiennent leur tri-tuberculation sur la chambre d'habitation. Le genre, communément considéré comme synonyme de *Prolyelliceras* (Wright *et al.*, 1996), est ici réhabilité.

Sur un plan morphologique général, ce taxon montre de plus une section plus renflée que le genre précédent. La position parallèle des tubercules ventraux et ventro-latéraux, déjà observée chez les *Prolyelliceras* andins, est maintenue. Nous verrons plus loin que cette caractéristique est valable pour l'ensemble des espèces andines, jusqu'aux formes les plus évoluées représentées par *Lyelliceras isaaclei*.

Ce genre est le troisième jalon de la phylogénie des Lyelliceratinae, après les *Prolyelliceras* (2 tubercules) et avant les formes à quatre tubercules du genre *Lyelliceras* (fig. 56). Une comparaison avec ce dernier genre est proposée dans la partie qui lui est consacrée.

Commentaire. La mise en commun des données morphologiques et stratigraphiques caractérisant les spécimens péruviens nous permet de proposer une hypothèse sur l'évolution de la région ventro-latérale (fig. 58) :

- les premiers *Prolyelliceras* (85-I7-12, 85-I7-13) montrent la continuité des côtes jusqu'aux tubercules ventro-latéraux;
- les côtes s'élargissent et s'atténuent (99-CQ23-01, 99-CQ25-01) sur la bordure ventrale. Elles tendent à se séparer des tubercules. Ces formes, intermédiaires entre les deux genres, ne contiennent encore que deux tubercules. Elles sont rattachées au genre de Spath;
- des tubercules «latéraux» apparaissent à la terminaison nouvelle de la costulation. Ils marquent la morphologie typique du genre *Ralphimlayites sensu stricto*.

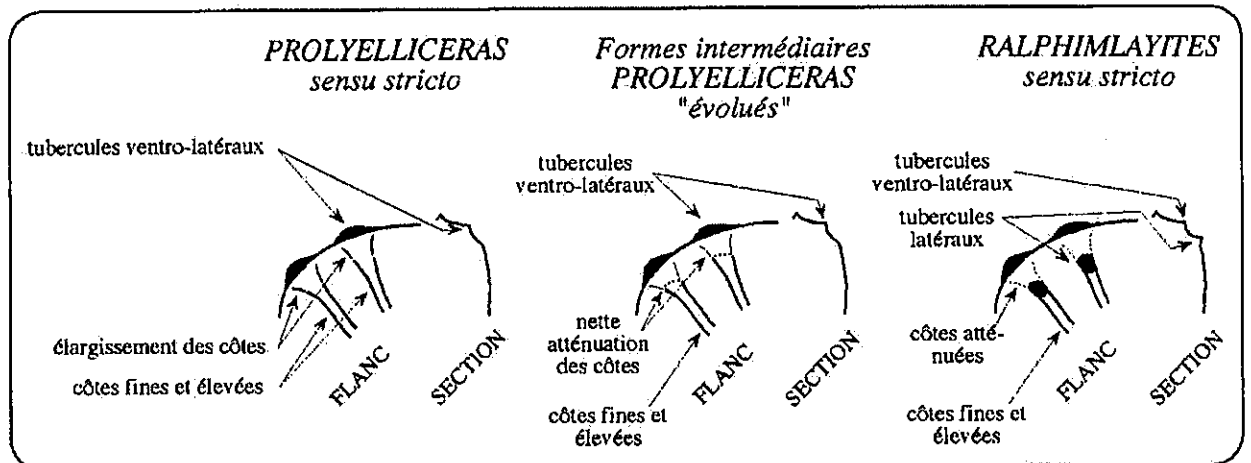


Figure 58. Évolution de la tuberculation latérale depuis le genre *Prolyelliceras sensu stricto* jusqu'aux *Ralphimlayites* vrais.

Nous mentionnerons cependant que la position nette des individus dans l'une des trois étapes de ce scénario est parfois difficile. Les modifications sont subtiles. Les *Lyelliceratinae* collectés lors de ce travail montrent un panel morphologique encore plus diversifié de la costulation sur cette région inférieure des flancs. À cela s'ajoutent les difficultés liées à l'hétérogénéité de la figuration bibliographique et du choix de la limite entre tubercule et simple renflement des côtes selon les divers auteurs.

Répartition stratigraphique et géographique. À l'origine, *Ralphimlayites apuloense*, seule espèce du genre décrite en Colombie, est placée dans la biozone d'assemblage à *Platknemiceras colombiana*, *Rinconiceras rinconi* et *Lyelliceras pseudolyelliforme*, de l'Albien moyen (Etayo Serna, 1979, p. 14). L'âge Albien moyen de cette association est confirmé par les récoltes effectuées au Pérou lors de ce travail (voir partie biostratigraphie).

Au Pérou, plusieurs espèces sont utilisées comme marqueurs biozonaux. *Ralphimlayites alternum*, *Ralphimlayites mathewsi* et *Ralphimlayites ulrichi* caractérisent trois bio-horizons et sous-zones successives (fig. 16, partie biostratigraphie). Plus généralement, le genre est commun depuis le bio-horizon à *P. ebrayi* (Albien inférieur terminal) jusqu'à la partie médiane de la sous-zone à *R. ulrichi* (Albien moyen basal) (fig. 57).

Breistroffer (1947, p. 26) place l'espèce *gevreyi* dans l'Albien inférieur (sans précision supplémentaire). Selon Casey (1971, p. 154), elle caractérise la sous-zone à *Lyelli* de l'Albien moyen. *Ralphimalyites flandrini* est considérée de l'Albien inférieur par Dubourdieu (1953, p. 34).

Dans son ensemble, le genre marque la partie supérieure de l'Albien inférieur et la base de l'Albien moyen.

Le genre *Ralphimlayites* est originellement andin (Colombie, Pérou). Cependant, selon sa nouvelle acception, il est également présent dans le Bassin Anglo-Parisien et sur la marge Sud de la Téthys (Algérie).

RALPHIMLAYITES ULRICHI (Knechtel, 1947)

Pl. 19, figs. 9-10; Pl. 20, figs. 1-9

Acanthoceras lyelli LEYMERIE in d'ORBIGNY, Schlagintweit, p. 87-89, spécimens I, III et IV.

? *Acanthoceras lyelli* LEYMERIE in d'ORBIGNY, Neumann, 1907, p. 93.

? *Acanthoceras pseudolyelli* PARONA & BONARELLI, Spath, 1931, p. 319-321, pl. 32, fig. 14a-b.

Lyelliceras ulrichi KNECHTEL in KNECHTEL, RICHARDS and RATHBUN, 1947, p. 99-100, pl. 23, fig. 1a, b.

Lyelliceras ulrichi KNECHTEL, Benavides Cáceres, p. 464-465, pl. 51, figs. 4-7.

Description, d'après les indications originelles de Knechtel (1947, p. 100). «La section est sub-ovale. La largeur maximale, égale aux $5/6^{\circ}$ de la hauteur de tour, se situe à mi-flanc entre l'ombilic et le ventre. L'ombilic est large (...). Les côtes se terminent près de l'ombilic. Elles sont rectiradiaires et traversent le ventre sans interruption. Sur la carène, chaque côte développe un tubercule, allongé dans le sens de l'enroulement. Une autre rangée de tubercules, non allongés, apparaît sur le tiers inférieur des flancs. Une troisième rangée de tubercules allongés est située entre les deux rangées précédemment citées. Cette tri-tuberculation apparaît dès le diamètre de 18 mm, ce qui constitue la principale différence avec *Lyelliceras mathewsi* (= *Ralphimlayites*), qui acquiert cette morphologie à partir d'un diamètre de 6 cm.

Un spécimen réduit montre une ligne de suture (...) dont le lobe ventral est bifide. Les lobes sont denticulés. Les selles sont également bifides, séparées par un lobe profond. Les selles secondaires et tertiaires sont simples».

Commentaire. L'aspect pointu des tubercules latéraux, mentionné par l'auteur, ne caractérise pas l'ensemble de l'ontogénèse. Ils apparaissent allongés dans le sens de l'enroulement sur le dernier demi-tour du spécimen figuré par Knechtel (1947, pl. 23), ici désigné comme lectotype (voir ci-dessous).

Matériel type. Knechtel in Knechtel, Richards & Rathbun (1947) cite plusieurs exemplaires au cours de sa description et dans la légende de la planche 23. L'auteur ne définit pas d'holotype. Cependant, un seul spécimen est figuré sur la planche 23. Il est ici désigné comme lectotype.

Cet individu provient de la collection 11340 de l'United States National Museum (Washington DC, USA). Il a été récolté dans la coupe du Pongo de Manseriche (Nord Pérou).

Matériel péruvien. Seize individus fragmentaires (99-CQ23-03, 99-CQ25-02, 99-CQ25-03, 99-CQ27Eb-01, 99-CQ27Eb-04, 99-PM3-03, 99-PM14Eb-12, 95-R8-08, 95-R8-09, 95-R8-10, 99-R8-10, 95-R12-02, 95-R12-03, 95-R12-04, 98-G18-03, 99-Y3-03). Les spécimens collectés n'apportent aucune précision supplémentaire sur les tours internes. Au stade adulte, les diamètres varient entre 65 et 90 mm. L'exemplaire juvénile 95-R8-08 (pl. 20, figs. 8-9) montre le développement des tubercules latéraux pour un diamètre de 35 mm. À ce stade, les

tubercules ventraux sont allongés dans le sens de l'enroulement mais de manière réduite. Toutefois, leur forme se distingue déjà des tubercules latéraux. Ces derniers sont ponctuellement allongés dans le sens de l'enroulement (95-R8-09, pl. 20, fig. 3). La section peut être sub-ronde sur les stades intermédiaires (95-R8-09, pl. 20, fig. 2). Elle devient sub-ogivale sur les derniers tours. Les côtes sont légèrement courbes sur la bordure ombilicale (pl. 19, fig. 10).

Répartition stratigraphique et géographique. Knechtel (1947, p. 99-100) n'indique aucune donnée stratigraphique pour les syntypes.

Ralphimalyites ulrichi définit la première sous-zone de l'Albien moyen de la nouvelle échelle biozonale proposée dans ce travail. Elle marque la première moitié de la biozone à *O. (O.) carbonarium* (fig. 16, chapitre biostratigraphie). L'espèce est un marqueur précis. Son extension stratigraphique réelle ne couvre que les premiers mètres de la subdivision qu'elle définit (fig. 57).

L'espèce a été collectée sur l'ensemble des régions du Bassin Andin, depuis les Andes centrales (Quebrada Geshgash) jusqu'au Pérou nord (Pongo de Manseriche) (fig. 3). Elle n'est citée dans aucune autre région paléogéographique de l'Albien du globe.

Discussion. L'allure générale des flancs et de la section de *Ralphimlayites ulrichi* sont proches de *Prolyelliceras peruvianum*. Sur la base de leur répartition stratigraphique, nous envisageons une relation phylétique entre ces taxons, à laquelle il faut intégrer le morphe intermédiaire *Ralphimlayites mathewsi* (voir discussion dans la partie consacrée à cette espèce).

RALPHIMLAYITES MATHEWSI (Knechtel, 1947)

Pl. 20, fig. 10

Lyelliceras pseudolyelli PARONA & BONARELLI, Riedel, 1938, p. 54-55, pl. 9, figs. 5-6.

Lyelliceras mathewsi KNECHTEL in KNECHTEL, RICHARDS & RATHBUN, 1947, p. 101-102, pl. 21, fig. 3a.

Description, d'après les indications originelles de Knechtel (1947, p. 100). «À un diamètre de 8 mm, la section est subcirculaire. Les flancs portent des côtes fortes qui ne traversent pas le ventre. Aucun tubercule n'est présent à ce stade. L'ombilic est large. La ligne de suture se compose de deux lobes latéraux étroits et d'un lobe auxiliaire. Le lobe ventral est divisé en deux parties par une selle médiane mineure. La première selle, très indentée, est l'élément le plus large de la ligne de suture. La seconde selle latérale est bifide alors que la première selle auxiliaire est simple.

Au diamètre de 2 cm, la section devient sub-ovale. La largeur de tour équivaut aux 2/3 de la hauteur. Les côtes fortes traversent le ventre sans interruption. Elles portent une rangée médio-ventrale de tubercules ronds et des tubercules ventro-latéraux allongés dans le sens de l'enroulement (...).

Une rangée supplémentaire de tubercules apparaît sur le tiers inférieur des flancs à un diamètre de 6 cm. Les côtes débutent sur la bordure ombilicale. Elles sont rectiradiaires, fines et élevées jusqu'au tubercule latéral. Au-delà, elles s'élargissent et s'arrondissent. Les tubercules ventraux et ventro-latéraux sont allongés dans le sens de l'enroulement. L'espace intercostal est concave sur le ventre et les flancs. La section est sub-ovale. Le mur ombilical est élevé».

Matériel-type. Knechtel (*in* Knechtel, Richards & Rathbun, 1947) fait référence à deux exemplaires différents pour la caractérisation de la ligne de suture (text-fig. 6) et l'illustration. Comme pour l'espèce *ulrichi*, cet auteur ne propose qu'une seule figuration. Le spécimen de la planche 21 est désigné comme lectotype de l'espèce. Il provient de la collection 6 de l'Université John Hopkins de Baltimore (USA). Il a été récolté lors de l'expédition Ellworth.

Matériel péruvien. Neuf spécimens fragmentaires (99-CQ22BEb-02, 99-CQ23-04, 99-PP12-04, 99-PP12-08, 99-PM14Eb-10, 99-PM14Eb-13, 99-R3Eb-01, 95-R6Eb-03, 99-Y3-01). La coquille est relativement comprimée. Le diamètre des individus adultes rattachés à l'espèce varie entre 60 et 70 mm. La ligne de suture est observée jusqu'à un diamètre de 31 mm (99-Y3-01). L'exemplaire 99-PM14Eb-10 (pl. 20, fig. 10) montre l'apparition des tubercules latéraux, en pointe, à un diamètre de 45 mm. Son ombilic est large.

Répartition stratigraphique et géographique. Aucune indication stratigraphique et/ou paléogéographique n'est donnée par Knechtel (1947).

Nous considérons dans ce travail que *Ralphimayites mathewsi* est caractéristique du sommet de l'Albien inférieur du Pérou. Elle est l'espèce-index de la dernière sous-zone de la biozone à *G. raimondii* (voir la figure 16 dans le chapitre consacré à la biostratigraphie). Les exemplaires péruviens proviennent des Andes centrales (Yanarajo, fig. 37), des Andes nord (Corral Quemado, fig. 44 et Pongo de Rentema, fig. 46), des Andes nord-est (Paria Puquio, fig. 42 et du Nord Pérou (Pongo de Manseriche, fig. 48). Son extension stratigraphique réelle couvre la totalité de la sous-zone qu'elle définit (fig. 57).

Comme *Ralphimayites ulrichi*, cette espèce n'est observée que dans les régions péruviennes du Bassin Andin. Elle semble absente de tout autre secteur paléogéographique. Destombes *in* Rat *et al.* (1979, p. 110) mentionne toutefois que certains individus qu'il rattache à l'espèce *cotteri* pourraient être rapprochés de l'espèce andine. L'exemplaire figuré (pl. 4-24, fig. 1) ne corrobore cependant pas cette interprétation.

Discussion. L'apparition des tubercules latéraux est tardive. Jusqu'à ce stade, les tours juvéniles et intermédiaires ne portent que deux rangées de tubercules ventro-latéraux et ventraux. L'ouverture de l'ombilic, la forme des côtes et la section semblent très proches des caractères de *Prolyelliceras peruvianum*. Leur convergence morphologique, ainsi que leur répartition stratigraphique respective, indiquent une relation phylétique du type *peruvianum* (ancêtre) / *mathewsi* (descendant) entre les deux espèces.

Les spécimens rattachés à *Ralphimayites mathewsi* se caractérisent par le développement tardif de la tuberculation latérale, premier critère de séparation avec l'espèce *ulrichi*. De plus, les tubercules latéraux restent en pointe tout au long de l'ontogénèse. Enfin, l'espèce *mathewsi* présente une section plus étroite.

Il est important de signaler que l'absence des tours internes sur plusieurs individus masque le critère premier de la séparation entre *Ralphimayites mathewsi* et *R. ulrichi*. Le choix de la détermination est parfois délicat.

RALPHIMALYTES cf. *APULOENSE* Etayo Serna (1979)
Pl. 20, figs. 11-12

Ralphimayites apuloense ETAYO SERNA, 1979, p. 81-82, pl. 9, fig. 6.

Description, d'après les indications originelles d'Etayo Serna (1979, p. 81-82). «La section, sub-elliptique sur les tours internes, est sub-circulaire au niveau des espaces intercostaux sur le troisième tour. Les deux premiers tours juvéniles ne développent pas d'ornementation au sens strict même s'ils ont un aspect ondulé. Seules les lignes de suture sont visibles. L'ornementation débute sur la région ventrale du quatrième tour. Elle se compose de fortes côtes falciformes qui se terminent à l'arrivée sur une rangée de tubercules ventro-latéraux. Les côtes sont localement dichotomiques à partir du mûr ombilical. Des côtes secondaires peuvent localement s'intercaler entre les côtes principales. Sur le quatrième tour, des tubercules apparaissent sur le tiers inférieur des flancs, en parallèle du développement de tubercules ventraux sur la carène. L'ornementation adulte est pleinement établie à un diamètre de 15 mm. Les côtes, toujours falciformes sur les flancs, s'élargissent sur la région ventrale.

Les côtes s'atténuent sur le tiers inférieur des flancs. Elles traversent le ventre malgré l'accentuation de leur aplatissement. Certaines côtes s'élèvent sur la bordure périombilicale, ou elles développent un tubercule. L'espace intercostal est plus large que les côtes. Les côtes intercalaires sont irrégulièrement distribuées. Des stries de croissance suivent l'évolution de la costulation. Elle forment un chevron proverse au niveau de la carène.

Le lobe ventral de la ligne de suture est divisé par une selle asymétrique».

Matériel-type. Etayo Serna (1979, p. 81) désigne le spécimen 64 (C-229) de la collection de l'«Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá)» comme holotype de *Ralphimlayites apuloense*. L'individu 66 (C-253) de la même collection est choisi comme paratype. Cependant, l'espèce est illustrée à partir du spécimen C-510A (pl. 9, fig. 6), également mentionné comme holotype (p. 168).

Sur la base des recommandations de la nomenclature zoologique, le premier individu mentionné (64/C-229) est ici confirmé comme holotype.

Matériel péruvien. Deux exemplaires fragmentaires numérotés 99-PM3-02 (pl. 20, figs. 11-12) et 99-R12B-02. Ils illustrent deux caractères majeurs de l'espèce d'Etayo Serna :

- la disparition des tubercules périombilicaux (présents sur les stades intermédiaires) sur la chambre d'habitation;
- l'amorce locale de côtes plus hautes sur les flancs. Elles peuvent être considérées comme des côtes secondaires.

Le test n'est pas conservé sur l'exemplaire péruvien. La striation parallèle à la costulation mentionnée par Etayo Serna n'est pas observée.

Répartition stratigraphique et géographique. Etayo Serna (1979, p. 14) place *Ralphimlayites apuloense* dans la biozone d'assemblage à *Platynemiceras colombiana*, *Rinconiceras rinconi* et *Lyelliceras pseudolyelliforme*. Cette association caractérise l'Albien moyen (voir partie biostratigraphie).

L'exemplaire péruvien a été récolté dans l'unité 16 de la coupe du Pongo de Manseriche (fig. 48). Il est associé à *Glottoceras* sp. juv. cf. *crassinodosum* et *Ralphimlayites ulrichi*. Cette dernière espèce marque la première sous-zone de l'Albien moyen.

Discussion. *Ralphimlayites apuloense* présente les caractères communs au genre : section sub-quadrique assez large, flancs arrondis, tubercules ventraux et ventro-latéraux parallèles et allongés, tubercules latéraux en pointe. Il diverge néanmoins des autres espèces par la

présence d'une rangée de tubercules périombilicaux sur les stades intermédiaires de l'ontogénèse et celle de côtes secondaires (voir ci-dessus).

RALPHIMALYTES cf. *COTTERI* (Spath, 1930b)

Pl. 21, figs. 1-6

- Prionotropis radenaci* PERVINQUIÈRE, Sommermeier, 1910, p. 380-381, pl. 15, fig. 3.
? *Lyelliceras cotteri* SPATH, 1930, p. 65, pl. 9, figs. 1-8.
Lyelliceras cf. *cotteri* SPATH, Riedel, 1938, p. 56-57, pl. 9, figs. 1-2.
Lyelliceras aff. *cotteri* SPATH, Breistroffer, 1947, p. 27.
? *Lyelliceras* aff. *cotteri* SPATH, Destombes in Rat et al., 1979, p. 110, pl. 4-24, fig. 1a, b.

Description, d'après la description ultérieure de Riedel (1938, p. 56). «Les flancs tendent à l'aplatissement. La bordure ombilicale est réduite et le mur est incliné. Les côtes sont bien individualisées. L'espace intercostal est large. Il atteint presque le double de la largeur des côtes. Les côtes, rectiradiaires, débutent sur la partie supérieure du bord ombilical. Elles ne sont pas atténuées sur le tiers inférieur des flancs, où elles développent leur largeur maximale. Sur le tiers supérieur des flancs, les côtes portent des tubercules, mal distingués, qui semblent allongés dans le sens radial (nous parlerons ici de simples renflements, voir commentaire ci-dessous). Une rangée de tubercules pointus est présente sur le tiers inférieur des flancs. Le ventre montre deux rangées de tubercules allongés».

Spath (1930, p. 65) ne propose pas de diagnose originelle de l'espèce. Il mentionne cependant dans la légende de la planche 9 :

«fig. 1 : Holotype. The regulary trituberculate ribs peripheral ribs are more prominent than those of *L. lyelli* (fig. 7) and the whorl-thickness is only 30 per cent of the diameter. fig. 8. Side-view of paratype with slightly coarser ornamentation and less compressed whorl-section. The inner whorls at first resemble to those of *Raulinicerias ? versicosiatum*».

Matériel-type. Par désignation originelle, l'holotype est l'exemplaire figuré pl. 9, fig. 1. Il est déposé sous le numéro 14508 dans les collections du Geological Survey of India. Il provient du "Middle Albian" de Jabriyan, Hazara (Inde).

Matériel péruvien. Cinq individus fragmentaires (99-CQ22BEb-01, 99-PP13Eb-01, 95-R3Eb-01, 95-R8-04, 98-G18Eb-01). La section est sub-ogivale dès les stades intermédiaires. Même s'il est très fragmentaire, le spécimen 99-PP13Eb-01 (pl. 21, fig. 1) atteint un diamètre supposé d'environ 10 cm. L'exemplaire 95-R8-04 (pl. 21, figs. 2-3) montre un ventre et un tiers inférieur des flancs très arrondis, typiques de l'espèce. Les deux rangées de tubercules ventraux et ventro-latéraux sont rapprochées. De plus, leurs tubercules gardent leur forme primitive; leur allongement est réduit (pl. 21, figs. 2, 4).

Commentaires. Spath (1931, p. 320) indique que l'espèce *cotteri* se rapproche de *Lyelliceras gevreyi*, créé par Jacob (1907, p. 101). Cette remarque confirme l'appartenance de cette espèce au genre d'Etayo Serna.

Riedel (1938) indique la présence de pseudo-tubercules périombilicaux alors que son exemplaire (pl. 9, fig. 1-2) ne les présente pas. Les côtes sont plus simplement pincées et élevées. L'absence de cette quatrième rangée éventuelle de tubercules conforte la

détermination affine à *cotteri* de cet auteur. Cette espèce est placée dans le genre *Ralphimlayites* par l'existence de la tri-tuberculation.

Répartition stratigraphique et géographique. À propos de l'holotype, Spath (1930, p. 65) mentionne une faune associée composée de représentants des genres *Douvilleiceras*, *Oxytropidoceras*, *Mojsisovicsia*, *Dipoloceras*, *Metahamites*, *Hamites* ... etc. Bien que ce ne soit pas formellement établi, il semble que l'ensemble de la faune provienne d'un horizon de condensation glauconieux et phosphaté dont la faune est essentiellement d'âge Albien moyen basal (au sens actuel du terme). Elle semble aussi contenir quelques éléments d'âge Albien inférieur (? remanié).

Les représentants péruviens sont tous localisés dans la sous-zone à *R. mathewsi*, dernière sous-zone de l'Albien inférieur (fig. 57).

Ralphimalyites cotteri, citée depuis l'Inde (holotype; Spath, 1930) jusqu'au Bassin Andin (Riedel, 1938; ce travail), est présente dans la Téthys au sens large (Bassins péri-téthysiens inclus). Cette espèce est citée pour la première fois au Pérou. Ses représentants y ont été récoltés depuis les Andes centrales (Quebrada Geshgash, fig. 34) jusqu'aux Andes du Nord-Est (Paria Puquio, fig. 42).

Discussion. Le ventre rond, les tubercules ventraux peu allongés, les rangées rapprochées et la section plus large sont des critères majeurs de la distinction de l'espèce *cotteri*.

Cette espèce est originellement placée dans le genre *Lyelliceras* (Spath, 1930). Ultérieurement, Etayo Serna (1979) crée le genre *Ralphimlayites* sur la base d'individus tri-tuberculés.

L'espèce est maintenue dans son genre initial par Destombes *in* Rat et *al.* (1979). Mais cet auteur mentionne :

- d'une part, que les exemplaires de la région stratotypique de l'Albien portent trois rangées de tubercules;
- d'autre part, que certains de leurs exemplaires pourraient être rattachés à l'espèce *mathewsi* décrite par Knechtel (1947).

Sur la base de ces deux arguments, nous plaçons ici l'espèce *cotteri* au sein du genre *Ralphimalyites*.

RALPHIMLAYITES ALTERNUM nov. sp.

Pl. 21, figs. 7-9; Pl. 22, figs. 1-3

Description. Les individus sont de taille relativement grande pour des *Lyelliceratinae*. Le diamètre peut atteindre 120 mm. La coquille est faiblement involute. La section est sub-carrée sur les tours juvéniles. Elle devient sub-rectangulaire sur la chambre d'habitation. L'exemplaire le plus grand (99-R114B-37, pl. 21, figs. 7-9) montre une section sub-ogivale. Le mur ombilical est réduit et incliné. L'ornementation se compose de trois rangées de tubercules latéraux, ventro-latéraux et médio-ventraux. Les tubercules latéraux, localisés sur le tiers inférieur des flancs, sont réduits et en forme de pointe. Les tubercules ventro-latéraux et ventraux, alternes et allongés dans le sens de l'enroulement, sont présents à un diamètre de 40 mm. Ils sont maintenus sur la chambre d'habitation. Les côtes, rectiradiaires, sont fines et espacées sur les flancs pour les stades juvéniles et intermédiaires. Elles s'évasent nettement au-delà du tubercule latéral (98-G16B-01, pl. 22, figs. 1-3). Les côtes ne traversent pas le

ventre corrélativement à l'agencement des tubercules ventro-latéraux. Pour un grand diamètre (99-R114B-37), elles s'épaississent régulièrement en direction du ventre depuis leur amorce sur le bord ombilical.

Matériel-type. Cinq exemplaires fragmentaires (99-CQ27-03, 99-PP11-12, 98-G16B-01, 99-R114B-37, 95-R11-02). L'exemplaire 99-R114B-37 présente un double intérêt :

- les tours juvéniles sont partiellement présents;
- le dernier tour montre les caractères hyper-adultes, avec l'évolution vers une section sub-ogivale et l'élargissement singulier des côtes sur les flancs.

Ce spécimen, illustré par les figures 7 et 9 de la planche 21, est ici désigné comme holotype de *Ralphimalyites alternum*. L'exemplaire 98-G16B-01 (pl. 22, figs. 1-3) est choisi comme paratype de la nouvelle espèce.

Locus typicus et Stratum typicum. Cette nouvelle espèce est l'espèce index du second bio-horizon de la biozone à *G. raimondii* (Albien inférieur) (fig. 16, chapitre biostratigraphie). L'holotype provient du sommet de l'unité 89 de la coupe du Pongo de Rentema (fig. 46). Il est associé à *Glottoceras* sp. juv. On note la présence des oursins *Heteraster tschudii*, *Coenholactypus* gr. *planatus* et des foraminifères *Favusella washitensis* et *Hedbergella* sp.

Le paratype a été collecté dans la formation Chulec. Il est associé à *Glottoceras crassinodosum* à la base de l'unité 54 de la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34).

L'extension stratigraphique de *Ralphimalyites alternum* semble restreinte au bio-horizon qu'elle définit. Le spécimen 99-CQ27-03 rattaché avec précaution à l'espèce (cf. *alternum*) est néanmoins présent dans la sous-zone à *R. ulrichi* de la coupe de Corral Quemado (fig. 45).

Discussion. *Ralphimalyites alternum* se caractérise par un fort épaississement de la section. Les côtes, toujours rectiradiaires, s'élargissent nettement à un diamètre important. Mais la taille de l'individu 99-R114B-37, témoin de cette évolution, est exceptionnelle pour le genre *Ralphimalyites*. Les autres espèces décrites dans ce travail sont de dimensions plus réduites. L'élargissement latéral des côtes doit être envisagé chez les grands individus d'autres espèces.

Le critère principal dans la distinction de cette nouvelle espèce est l'organisation alterne des tubercules ventro-latéraux. Cette disposition est unique pour le genre *Ralphimalyites*. Elle ne sera observée que chez *Lyelliceras pseudolyelli* (voir ci-après).

Son appartenance au genre *Ralphimalyites* est renforcée par l'apparition relativement précoce des tubercules latéraux, caractéristiques de l'espèce-type *ulrichi*.

RALPHIMLAYITES SP. JUV.

Pl. 22, figs. 4-5

Matériel. Trois exemplaires fragmentaires (95-I7-14, 99-PM4-01, 99-PM14Eb-15).

Commentaire. La coquille est plus renflée que chez *Prolyelliceras* sp. juv. La section est déjà sub-ogivale. Le ventre et les flancs sont arrondis. Les côtes sont rectiradiaires. Elles s'atténuent à l'arrivée sur les tubercules latéraux. Elles ont tendance à s'interrompre sur la région ventrale. Les tubercules ventraux et ventro-latéraux sont présents dès les premiers stades observés. Les tubercules latéraux apparaissent postérieurement. Ils apparaissent cependant tôt dans l'ontogénèse. L'exemplaire 95-I7-14 figuré dans ce travail (pl. 22, figs. 4-

5) est tri-tuberculé à partir d'un diamètre de 28 mm environ. Les rangées de tubercules sont parallèles.

La ligne de suture n'est pas correctement identifiable.

Répartition stratigraphique et géographique. Ces individus juvéniles sont présents depuis la base du bio-horizon à *P. ebrayi* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur) jusqu'à la base de la sous-zone à *R. ulrichi* (biozone à *O. (O.) carbonarium*, Albien moyen) (fig. 57). L'exemplaire 99-PM14Eb-15 est à considérer avec prudence : il est rattaché avec incertitude à ce morphe et il a été collecté dans une association multizonale.

Discussion. Les tubercules ventraux et ventraux-latéraux de ces formes jeunes illustrent le caractère primitif des tubercules peu allongés. Nous avons vu que ceux-ci sont allongés dans le sens de l'enroulement chez les *Ralphimlayites* adultes, mis à part l'espèce *cotteri*.

Ces formes portent les caractères typiques du genre *Ralphimlayites*. La tri-tuberculation, la forme plus large les distinguent nettement des *Prolyelliceras* juvéniles.

Sur un plan général, la séparation des deux genres est réalisable dès l'apparition de la troisième rangée latérale de tubercules. Elle semble pouvoir être appréhendée sur des stades ontogénétiques précoces chez les *Lyelliceratinae* andins. Nous devons cependant rester prudents. Les ammonites sont souvent fragmentaires. Les tours internes sont régulièrement absents.

Malgré cela, nous verrons plus loin que les *Lyelliceras* jeunes développent, de manière différente, une quatrième rangée de tubercules ombilicaux. Les morphologies juvéniles des différents genres peuvent être séparées.

Genre *LYELLICERAS* Spath, 1922

Espèce-type. *Ammonites lyelli* Leymerie in d'Orbigny (1841, p. 255, pl. 74, figs. 1-2) par désignation originelle de Spath (1922, p. 107).

Autres espèces. Spath (1922, p. 108) crée le genre sur la base des espèces *lyelli* (d'Orbigny), *camatteanus* (d'Orbigny) et *huberianum* (Pictet). Cet auteur indique cependant les divergences de la tuberculation de l'espèce *camatteanus*. Destombes (1965) place à juste titre cette espèce dans le genre *Tegoceras*.

Spath (1931, p. 315) associe les espèces *pseudolyelli* et *hirsutum*, décrites par Parona et Bonarelli (1897), et *gevreyi* Jacob. Dans ce travail, nous rattachons l'espèce *gevreyi* au genre *Ralphimlayites*.

L. versicostatum (Michelin), *L. vaasti* (Destombes, Juignet et Rioult) et *L. isaaclei* Etayo Serna complètent le genre de Spath.

Diagnose, d'après les caractères génériques de Spath (1930, p. 315). «La coquille est plutôt évolutive. La section est ronde à faiblement aplatie. L'ornementation, forte, est constituée de côtes, de deux à trois rangées de tubercules latéraux et de tubercules siphonaux. La rangée ventrale ou latérale inférieure est absente de certaines espèces. La ligne de suture est simple. Elle se compose de grandes selles arrondies ou bifides et de lobes, bifides ou trifides, légèrement divisés».

Commentaire. Dans le Bassin Andin, les *Lyelliceratinae* à quatre tubercules, rattachés au genre *Lyelliceras*, forment deux groupes distincts :

- une morphologie andine, marquée par une section allongée ogivale, un ventre et des flancs arrondis, des côtes plutôt larges sur les flancs et très atténuées sur le ventre, des tubercules réduits. Apparue dès les premiers *Prolyelliceras*, elle est représentée par *Lyelliceras isaaclei* au Pérou;
- une forme «européenne». *Lyelliceras pseudolyelli* et *L. lyelli*, présentes dans les séries étudiées, développent une section plus renflée, des flancs plats, des tubercules forts «ventraux» allongés et «latéraux» pointus bien différenciés.

Stratigraphiquement, le groupe andin est présent dès le bio-horizon à *P. ebrayi* de la base de la biozone à *G. raimondii* (Albien inférieur), alors que les espèces du vieux continent marquent le passage entre l'Albien inférieur et l'Albien moyen (bio-horizon à *L. pseudolyelli* et sous-zone à *R. ulrichi*).

Nous considérons ainsi que la phylogénie des Lyelliceratinae présente une double histoire (fig. 56) :

- l'évolution graduelle des morphologies andines, à partir de l'apparition de *Prolyelliceras peruvianum* jusqu'à *Lyelliceras isaaclei*. La relation «éventuelle» avec le genre primitif *Tegoceras* est très hypothétique;
- l'arrivée tardive des formes européennes (ou cosmopolites) *Lyelliceras pseudolyelli*, puis *Lyelliceras lyelli*.

Répartition stratigraphique et biogéographique. Selon Owen (1988, p. 211) *Lyelliceras vaasti*, plus ancien représentant du genre, est présent dans la sous-zone à Steinmanni (superzone à Mammillatum, Albien inférieur terminal). *Lyelliceras pseudolyelli*, retenue comme espèce-index, marque la transition avec l'Albien moyen. Enfin, *Lyelliceras lyelli* marque la base de l'Albien moyen (Birkelund *et al.*, 1984; chapitre biostratigraphie). Aucun représentant de *Lyelliceras* n'est connu au-delà de la zone à Lyelli. Sur un plan général, le genre est présent pendant l'intervalle Albien inférieur sommital - Albien moyen basal.

Le genre *Lyelliceras* est cité en «Europe de l'Ouest» (Bassins Anglo-Parisien et Vocontien), à Madagascar, au Pakistan, au Mexique, en Colombie, au Venezuela et au Pérou (Wright *et al.*, 1996).

Au Pérou, l'espèce *pseudolyelli* est retenue comme espèce-index de la dernière division de l'Albien inférieur (fig. 16, chapitre biostratigraphie). L'apparition de *Lyelliceras lyelli* est contemporaine de *Ralphimlayites ulrichi*. Comme dans le Bassin Anglo-Parisien, l'espèce caractérise la base de l'Albien moyen.

Plus généralement, le genre marque le passage entre l'Albien inférieur et moyen. Ses représentants sont présents depuis la base du bio-horizon à *L. pseudolyelli* jusqu'à la partie médiane de la sous-zone à *R. ulrichi* (fig. 57).

Rapports et différences. Spath (1922) crée le genre à partir des syntypes quadri-tuberculés figurés in d'Orbigny (1841, pl ; 74, figs. 1-5). Postérieurement, en 1931, il intègre néanmoins des formes à trois tubercules, telle l'espèce *gevreyi*.

Historiquement, le genre est néanmoins restreint aux seules formes qui atteignent une quadri-tuberculation sur les stades adultes (Latil, 1994). Cette ornementation est maintenue, mis à part le cas particulier de l'espèce *versicostatum*, qui perd la totalité de ces rangées de tubercules sur les derniers stades.

LYELLICERAS LYELLI (d'Orbigny, 1841)

Pl. 22, figs. 6-10; Pl. 23, figs. 1-3

Acanthoceras lyelli (LEYMERIE MS) d'ORBIGNY, 1841, p. 255-258, pl. 74, fig. 4.

Acanthoceras lyelli LEYMERIE, 1842, p. 15-32, pl. 17, fig. 16.

Acanthoceras lyelli LEYMERIE in d'ORBIGNY, d'Orbigny, 1850, pl. 74, figs. 1-5.

Acanthoceras lyelli LEYMERIE in d'ORBIGNY, Sommermeier, 1910, p. 374.

Lyelliceras lyelli LEYMERIE in d'ORBIGNY, Spath, 1931, p. 316, pl. 32, fig. 9a-b, 12a-b, 13a-b.

Lyelliceras lyelli LEYMERIE in d'ORBIGNY, Benavides Cáceres, 1956, p. 463, pl. 51, figs. 1-3.

? *Lyelliceras carvajalorum* ETAYO SERNA, 1979, p. 79-80, pl. 11, fig. 5, text-fig. 8h, i.

Lyelliceras lyelli LEYMERIE in d'ORBIGNY, Renz, 1982, p. 38-39, pl. 5, fig. 14a, b.

Description, d'après la description subséquente de Spath (1930, p. 318). «L'enroulement est sub-plat. La section est polygonale. La largeur maximale s'observe au niveau des tubercules latéraux. Les côtes, droites, portent trois tubercules sur chaque flanc et une rangée au-dessus de la ligne siphonale. Les tubercules externes sont pincés. La rangée interne est faible et localement effacée. La ligne de suture est simple. Les lobes sont bifides et souvent asymétriques».

Matériel-type. Leymerie crée l'espèce à partir d'un spécimen provenant de la région stratotypique de l'Aube. Cependant, les premiers exemplaires sont figurés par d'Orbigny (1841, pl. 74, figs. 1-5). Ils deviennent, par antériorité, les syntypes de *Lyelliceras lyelli*. Ultérieurement, Parona & Bonarelli (1897) désignent le spécimen 4 comme lectotype de l'espèce.

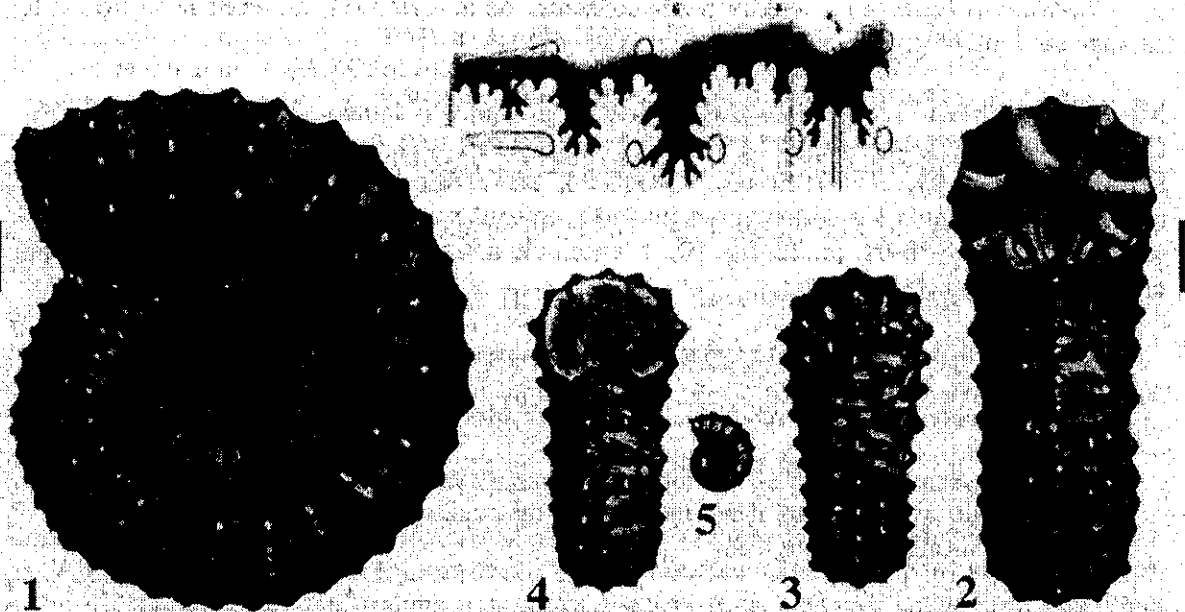
Commentaire. Parona & Bonarelli (1897) mentionnent, à juste titre, l'hétérogénéité des tuberculations ventro-latérales des spécimens figurés par d'Orbigny (1841, pl. 74). Ils distinguent l'exemplaire 4 à tubercules parallèles (lectotype de *lyelli*) et les individus 1-3 à tubercules alternes (fig. 59). Ces auteurs intégreront ces trois spécimens dans leur nouvelle espèce *Lyelliceras pseudolyelli* (voir discussion dans la partie consacrée à cette espèce).

Dans sa description originelle d'*Acanthoceras lyelli*, d'Orbigny (1841, p. 255) écrit «(...) côtes saillantes, régulières et passant sur le dos dans le jeune âge, le plus souvent interrompues et s'entrecroisant sur le dos chez les adultes, où elles forment un zigzag régulier».

Mais, page 256, cet auteur mentionne que «les côtes passent sur le dos d'un côté à l'autre, et ce n'est jamais avant le diamètre de 30 mm, qu'elles se croisent sur le dos; mais souvent c'est beaucoup plus tard». Il indique ainsi que :

- les stades juvéniles ont des tubercules ventro-latéraux parallèles;
- l'alternance intervient pour des stades plus évolués.

Dans son explication des figures (p. 257-258), il précise que le spécimen 3 montre ce changement et que la figure 4 illustre les stades juvéniles à tubercules parallèles. Sur cette figuration de la planche 74, nous remarquerons comme Spath (1930, p. 318) que ces deux figures 3 et 4 semblent correspondre au même individu. Leur taille et leur largeur de tour sont identiques. D'Orbigny indique cependant que ce sont deux individus «jeunes» différents.



1, 2, 3, 5. Syntypes de *Lyelliceras lyelli* (Leymerie in d'Orbigny),
= *Lyelliceras pseudolyelli sensu* Parona & Bonarelli (1897)
Albien moyen, France
(in d'Orbigny, 1841, pl. 74, figs. 1, 2, 3, 5)
[Échelle X 1]

4. Lectotype de *Lyelliceras lyelli* (Leymerie in d'Orbigny),
Albien moyen, France,
(in d'Orbigny, 1841, pl. 74, fig. 4)
[Échelle X 1]

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

Figure 59. Morphologie et ligne de suture de *Lyelliceras lyelli*
(d'après d'Orbigny, 1841, pl. 74)

Parona & Bonarelli (1897) désignent donc le lectotype de *Lyelliceras lyelli* sur la base d'un individu juvénile. De plus, le critère du parallélisme des tubercules ventro-latéraux n'est pas valable. L'utilisation du spécimen 4 comme lectotype de l'espèce *lyelli* est donc malencontreuse. Et en conséquence, l'espèce *pseudolyelli* est, à ce stade, injustifiée.

Spath (1930, p. 318) souligne justement les variations de l'agencement des tubercules ventro-latéraux chez les syntypes figurés par d'Orbigny. Il maintient néanmoins la distinction entre les espèces *lyelli* et *pseudolyelli*. Dans le but de clarifier leur séparation, cet auteur

émende la définition de l'espèce décrite par Parona & Bonarelli en ajoutant les nouveaux critères de modification de la section et de l'allure des flancs.

Lyelliceras lyelli se caractérise par la constance de la forme sub-ronde de la section et le passage sans interruption des côtes sur la région ventrale.

Matériel péruvien. Treize individus adultes et juvéniles fragmentaires (99-CQ27-01, 99-CQ27-02, 99-CQ27-04, 99-CQ27-06, 99-PP11-08, 99-PP12-03, 99-PP12-06, 99-PP12-07, 99-R8-01, 99-R12B-03, 98-G18Eb-02, 98-G18-04, 98-G18Eb-03, 98-G18Eb-04). Les tours internes inermes, puis à ornementation juvénile, ne sont pas observés. Le diamètre maximal atteint 80 mm (99-R8-01, pl. 22, fig. 10). L'ensemble des spécimens péruviens développe les critères principaux de l'espèce :

- la tuberculation ventrale est constante et les tubercules ventro-latéraux parallèles (pl. 22, figs. 6-9; pl. 23, fig. 1);
- la section est sub-ronde à sub-carrée sur tous les stades ontogénétiques (pl. 22, fig. 8; pl. 23, fig. 3);
- conformément à l'holotype, les tubercules latéraux inférieurs et supérieurs sont en pointe. Le ventre porte deux rangées de tubercules allongés dans le sens de l'enroulement (pl. 23, figs. 2-3).

Répartition stratigraphique et géographique. Aucune indication stratigraphique n'est proposée pour les syntypes (d'Orbigny, 1841). Cependant, l'espèce est commune dans de nombreuses séries albiennes à l'échelle du globe. Lors de la première réunion de la Sous-Commission de Stratigraphie de l'IUGS (Birkelund *et al.*, 1984; Owen, 1984), elle a été choisie comme espèce-index de la première sous-zone de l'Albien moyen (fig. 8, chapitre biostratigraphie).

Elle est présente au Pérou, où elle caractérise ainsi la première sous-zone de l'Albien moyen, définie par l'espèce-index péruvienne *Ralphimlayites ulrichi*.

D'Orbigny (1841, p. 257) ne cite ni la position stratigraphique, ni la localisation géographique précise des exemplaires qu'il figure. Il mentionne simplement que ces spécimens proviennent de sa collection personnelle, qui se compose d'échantillons récoltés dans plusieurs localités des départements français de l'Aube, du Var, de la Meuse, du Doubs, de la Haute-Saône et de Savoie.

Lyelliceras lyelli a été décrite, par de très nombreux auteurs, dans le Bassin Anglo-parisien, le Bassin Vocontien et le Bassin Andin.

Lors de ce travail, elle a été collectée au Pérou sur plusieurs coupes depuis les Andes centrales jusqu'au Pérou Nord (fig. 3).

Discussion. La variété *ornitissima* décrite par Ciry (1927, p. 562-563, pl. 6, fig. 4) est placée en synonymie de l'espèce originelle. La forte tuberculation et la section plus renflée est interprétée comme une variation intraspécifique de l'espèce, déjà mentionnée par d'Orbigny (1841).

Etayo Serna (1979, p. 79-80) dissocie son espèce *carvajalosum* de *Lyelliceras lyelli* sur la base de la section plus déprimée et la forme sigmoïde des côtes. La forme renflée, la quadri-tuberculation, la constance des tubercules ventraux rapprochent cette espèce de celle décrite par d'Orbigny. Néanmoins, l'aspect falciforme des côtes est singulier.

LYELLICERAS PSEUDOLYELLI Parona & Bonarelli (1897)

Pl. 23, fig. 4-9; Pl. 24, figs. 1-3

Acanthoceras pseudo-Lyelli, PARONA & BONARELLI, 1897, p. 99, pl. 14, figs. 1, 2.

Acanthoceras newboldi KOSSMAT in PERVINQUIÈRE, Basse, 1928, p. 137-138, pl. 7, fig. 7.

Acanthoceras pseudolyelli, PARONA & BONARELLI, Spath, 1931, p. 319-321, pl. 32, fig. 15a-b.

non *Acanthoceras pseudolyelli*, PARONA & BONARELLI, Spath, 1931, p. 319-321, pl. 32, fig. 14a-b.

non *Lyelliceras pseudolyelli* PARONA & BONARELLI, Riedel, 1938, p. 54-55, pl. 9, figs. 5-6.

Lyelliceras pseudolyelli PARONA & BONARELLI, Benavides Cáceres, 1956, p. 463-464, pl. 52, fig. 3.

Lyelliceras pseudolyelliforme ETAYO SERNA, 1979, p. 80, pl. 9, fig. 5, text-fig. 8e.

Lyelliceras pseudolyelli PARONA & BONARELLI, Renz, 1982, p. 39, pl. 5, fig. 15a, b, text-fig. 26c, d.

Lyelliceras ulrichi KNECHTEL, Tapia, 1992, p. 49-50, pl. 5, fig. a-b.

Description, d'après la description émondée de Spath (1930, p. 318). «identique à l'espèce précédente (*L. lyelli*). Les différences sont l'interruption des côtes sur la périphérie (? ventre) et leur atténuation sur les régions externes des tours. Les tubercules ventraux sont plus nombreux que ceux latéraux. La section est moins arrondie et plus comprimée».

Commentaire (voir ci-dessus dans la partie consacrée à l'espèce *lyelli*). La création originelle de l'espèce *pseudolyelli*, par Parona & Bonarelli (1897), est basée sur des arguments erronés. Néanmoins, Spath (1931) maintient l'espèce, dont il émonde la définition (voir ci-dessus).

Matériel-type. Parona & Bonarelli (1897) désignent le spécimen provenant d'Escragnolles (Alpes françaises), et figuré sous les numéros 2 et 2a-b de la planche 14 (5), comme holotype de *Lyelliceras pseudolyelli*. Il appartient à la collection du R. Museo geologico de Turin (Italie).

Matériel péruvien. Onze spécimens incomplets (99-CQ22AEb-01, 99-PP11-06, 99-PP11-07, 99-PP11-09, 99-PP11-10, 99-PP11-13, 99-PP12-05, 95-R7-02, 99-R15-01, 98-G18-01, 99-Y3Eb-13). Les exemplaires péruviens atteignent un diamètre de 120 mm (99-CQ22AEb-01, pl. 23, fig. 5). D'une manière générale, les caractères typiques de l'espèce sont reconnus sur l'ensemble des spécimens ici présentés. La section, sub-ogivale à sub-rectangulaire, est plus haute que large. Les exemplaires 99-CQ22AEb-01 (pl. 23, fig. 4) et 99-PP11-07 (pl. 23, fig. 7) illustrent le plus grand nombre de tubercules ventraux que ventro-latéraux. Ces derniers sont alternes de part et d'autre du ventre (pl. 23, figs. 4, 7; pl. 24, fig. 3). L'ornementation ventrale est irrégulière. Les côtes sont interrompues à l'arrivée sur les tubercules ventro-latéraux. Les flancs sont presque plats (pl. 23, figs. 6, 9).

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype provient de la localité d'Escragnolles, dans le Sud-Est de la France. Sa diagnose n'est pas accompagnée d'indications stratigraphiques précises. Owen (1971) montre que *Lyelliceras pseudolyelli* est le premier représentant du genre *Lyelliceras sensu stricto*. Depuis les travaux de la première Sous-Commission de Stratigraphie de l'IUGS sur l'étage Albien (Birkelund *et al.*, 1984; Owen, 1984), la base de l'Albien moyen est placée à la FAD de *Lyelliceras lyelli*. Cette option est toujours sujette à discussion. Néanmoins, dans l'état actuel, l'espèce *pseudolyelli*

caractérise le sommet de l'Albien inférieur, dont elle définit le dernier horizon (Hart *et al.*, 1996).

Au Pérou, cette espèce apparaît dans les niveaux stratigraphiques équivalents. Elle est l'espèce-index du bio-horizon à *L. pseudolyelli*, dernière division de la biozone à *G. raimondii* et de l'Albien inférieur (chapitre biostratigraphie). Son extension stratigraphique réelle couvre de plus la première moitié de la sous-zone à *R. ulrichi* de l'Albien moyen (fig. 57).

Lyelliceras pseudolyelli a été maintes fois décrite dans les Bassins Anglo-Parisien et Vocontien du vieux continent (depuis Spath, 1931 jusqu'à Latil, 1994, 1997). Elle est également mentionnée à Madagascar (Collignon, 1963). Elle est présente dans le Bassin Andin : au Venezuela (Renz, 1982), en Colombie (*L. pseudolyelliforme* in Etayo Serna, 1979) et au Pérou (depuis Benavides Cáceres, 1956 jusqu'à ce travail).

Discussion. *Lyelliceras pseudolyelliforme*, décrite par Etayo Serna (1979, p. 80, pl. 9, fig. 5), est placée en synonymie de l'espèce de Parona & Bonarelli (1897).

Le spécimen figuré par Spath (1931, pl. 32, fig. 14) ne semble pas développer de tubercules périombilicaux. L'apparition précoce des tubercules latéraux et leur maintien sur les stades évolués rapprochent cet échantillon de *Ralphimalyites ulrichi*.

L'exemplaire figuré in Riedel (1938, pl. 9, figs. 5-6) se caractérise également par trois rangées de tubercules. Il est rattaché à *Ralphimalyites mathewsi*.

Variétés. Spath (1930) mentionne d'importantes variations intra-spécifiques pour *Lyelliceras pseudolyelli*. Latil (1997), dans son étude cladistique des Lyelliceratinae de l'Aube, montre l'existence de différents morphes pour cette espèce.

Les espèces péruviennes développent une grande variété et une grande richesse ornementale. Les caractères majeurs et mineurs ont été définis et classés en fonction de leur position dans l'ontogénèse. Leur intégration avec les données stratigraphiques nous a permis de dégager plusieurs morphologies dominantes à l'intérieur de la définition classique de l'espèce *pseudolyelli*. Le nombre de représentants de certaines formes est cependant très restreint. De nouvelles récoltes plus abondantes devraient permettre d'affirmer l'existence de ces différentes morphologies.

Il nous semble néanmoins intéressant de présenter un cas particulier (voir ci-dessous), placé sous le statut de variété, dans la mesure où sa forme est très proche de la figuration originelle de d'Orbigny (1841).

VARIÉTÉ 1

Pl. 23, figs. 10-11

Matériel. Un individu complet (95-R7-01). Les tours internes sont malheureusement masqués. Cette espèce comporte les caractères majeurs de *Lyelliceras pseudolyelli*. Elle se distingue toutefois par l'irrégularité des tubercules ventro-latéraux. Ils sont parallèles dans les premiers stades pour ensuite devenir alternes (pl. 23, fig. 10). De plus, la section de tour est sub-carrée.

Commentaires. La forme trapue sub-carrée et l'irrégularité de la tuberculation ventrale au sens large rapprochent cette espèce du syntype 3 de la planche 74 in d'Orbigny (1841). Nous avons vu que ce spécimen est placé avec controverse dans l'espèce *pseudolyelli* par Parona & Bonarelli (voir discussion dans la partie consacrée à *L. lyelli*).

Cette forme correspond à *Lyelliceras pseudolyelli* Parona & Bonarelli non Spath (1931).

Répartition stratigraphique et géographique. Le spécimen provient du sommet de l'unité 112 de la coupe du Pongo de Rentema (fig. 46) où il est associé à *Lyelliceras* cf. *pseudolyelli*. Il marque la base du dernier bio-horizon de l'Albien inférieur décrit dans ce travail (voir chapitre biostratigraphie).

LYELLICERAS ISAACLEI Etayo Serna (1979)
Pl. 24, figs. 4-9

Lyelliceras isaaclei ETAYO SERNA, 1979, p. 80-81, pl. 11, fig. 1.

Description, d'après la diagnose originelle d'Etayo Serna (1979, p. 80). «La section est haute. Les flancs sont plats. Des tubercules pincés se développent à partir du troisième tour. Une seconde rangée de tubercules apparaît sur le tiers supérieur des flancs.

À partir d'un diamètre de 60 mm, l'holotype porte deux rangées de tubercules sur le tiers inférieur des flancs : des tubercules réduits sur la région périombilicale et des tubercules coniques sur la région ventro-latérale, qui apparaît orthogonale par rapport à la région ventrale. Les tubercules sont équidistants. La région médio-ventrale porte une rangée de tubercules pincés élevés.

Les côtes semblent débiter au niveau de la moitié du mur ombilical. Elles sont fines sur la bordure ombilicale puis s'élargissent en direction du ventre. Les côtes traversent le ventre, perpendiculairement, sous un aspect élargi. Elles ont probablement une tendance à se diviser.

L'espace intercostal est de même largeur que les côtes sur le ventre. Il s'élargit progressivement en direction de l'ombilic. Le mur ombilical est incliné».

Une description exhaustive des tours internes, non observés chez les spécimens péruviens, est développée par cet auteur.

Matériel-type. Par désignation originelle, Etayo Serna (1979) désigne le spécimen C-255 (pl. 11, fig. 1) comme holotype de *Lyelliceras isaaclei*. Il appartient à la collection de l'«Instituto de Ciencias Naturales Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de Colombia» de Bogotá (Colombie).

Matériel péruvien. Cinq individus fragmentaires (99-Y3-02, 99-Y3-04, 99-Y3Eb-01, 99-Y3Eb-03, 99-Y3Eb-04). Leur diamètre varie entre 55 et 90 mm. La coquille est très faiblement involute. La section est sub-ronde sur les tours juvéniles (pl. 24, fig. 6). Elle devient ogivale sur la chambre d'habitation (pl. 24, fig. 9). Tous les tubercules sont réduits, y compris les tubercules ventraux et ventro-latéraux. Ces derniers montrent toutefois une légère tendance à l'allongement dans le sens de l'enroulement (pl. 24, figs. 4, 7). Les exemplaires figurés marquent l'atténuation typique des côtes sur la région ventrale, à partir des tubercules latéraux inférieurs. La faiblesse du mur ombilical, mentionnée par Etayo Serna, est également observée.

Commentaires. *Lyelliceras isaaclei* présente les caractères andins spécifiés depuis *Prolyelliceras peruvianum* : un ventre arrondi, des tubercules ventraux et ventro-latéraux parallèles, un mur ombilical peu marqué et l'élargissement progressif des côtes depuis l'ombilic et en direction du ventre. À ce jour, cette morphologie correspond au stade le plus évolué de l'histoire phylogénique des Lyelliceratinae andins (fig. 56).

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype provient de l'unité VII du membre «Capotes» (groupe «Villeta») de la coupe située le long de la route qui relie

l'«Hacienda Capotes» à Japón (Etayo Serna, 1979, p. 10). Elle est associée à *Lyelliceras pseudolyelliforme* (= *L. pseudolyelli*) et à *Hypophylloceras wiedmanni*.

Etayo Serna (1979, p. 81) intègre cette association dans sa zone d'assemblage à *Platknemiceras colombiana*, *Rinconiceras rinconi* et *Lyelliceras pseudolyelliforme*, datée de l'Albien moyen.

Discussion. *Lyelliceras isaaclei* développe les mêmes tubercules ventraux et ventro-latéraux peu allongés observés chez *Ralphimlayites cotteri*.

LYELLICERAS SP. JUV.

Pl. 24, figs. 10-12

Matériel. Six spécimens de conservation irrégulière (99-PP11-11, 99-PP12-09, 99-PM14Eb-09, 99-R8-08, 99-R8-09, 95-R14-01).

Commentaire. La section, sub-ronde, est plus large que haute (pl. 24, fig. 11). Malgré son diamètre réduit (25 mm), l'exemplaire 99-PM14Eb-09 porte quatre rangées de tubercules. Les côtes, fines sur les flancs, s'estompent à partir des tubercules latéraux inférieurs. Les rangées de tubercules, réduits et en pointe, sont principalement parallèles. Les tubercules ventro-latéraux sont parfois irréguliers (pl. 24, fig. 12).

Répartition stratigraphique et géographique. Ces formes sont caractéristiques des associations fauniques des sous-zones à *R. mathewsi* (sommet de l'Albien inférieur) et *R. ulrichi* (Albien moyen basal). Elles ont été collectées dans les régions nord de la partie péruvienne du Bassin Andin (Paria Puquio, fig. 42; Pongo de Rentema, fig. 46); Pongo de Manseriche, fig. 48; cf chapitre biostratigraphie).

Discussion. La morphologie du spécimen 99-PM14Eb-09 est plus proche des formes européennes que des espèces andines. La forme plus large que haute est caractéristique des individus figurés par d'Orbigny (1841) (voir fig. 5) ou Latil (1994).

Nous avons vu précédemment que la tuberculation ventrale constante est un caractère juvénile, commun à *Lyelliceras lyelli* et à *L. pseudolyelli*. Il nous est donc impossible de rattacher cette forme à une espèce particulière.

Ce représentant «jeune» confirme l'arrivée des *Lyelliceras sensu stricto* à la transition Albien inférieur - moyen.

4. La sous-famille des ACANTHOHOPLITINAE Stoyanov, 1949

Ordre AMMONOIDEA Zittel, 1884

Sous-ordre ANCYLOCERATINA Wiedmann, 1966

Superfamille DESHAYESITACEAE Stoyanow, 1949

Famille DESHAYESITIDAE Stoyanow, 1949

Sous-famille ACANTHOHOPLITINAE Stoyanov, 1949

Discussion. Stoyanov (1949, p. 95) crée la sous-famille des Acanthohoplitinae pour désigner des formes tuberculées, à côtes radiales ou flexueuses, dont la ligne de suture présente un premier lobe latéral asymétrique et recoupe le bord ombilical au niveau de la deuxième selle latérale. Cette sous-famille englobe, à l'origine, les genres *Acanthohoplites* Sinzov,

Immunitoceras Stoyanov, *Paracanthoplites* Stoyanov, *Hypacanthoplites* Spath et *Colombiceras* Spath.

Par la suite, Casey (1954, 1961) y intègre les genres *Gargasiceras* et *Nolaniceras*. Ce même auteur (1964, p. 416) place le genre *Paracanthoplites* en synonymie du genre *Diadochoceras* Hyatt. Le genre de Stoyanov intègre ainsi la sous-famille des *Cheloniceratinae* Spath.

Stoyanov (1949, p. 117) subdivise le genre *Immunitoceras* en deux groupes. Le premier groupe se compose de morphologies du type de *Immunitoceras immunitum* Stoyanov et de *Hoplites nolani* (Sinzow) non Seunes; le second est centré autour de *Hoplites nolani* (Seunes). Casey (1961, p. 598) utilise ce dernier taxon comme espèce-type de son genre *Nolaniceras*. Il y intègre les autres espèces du groupe 2 de Stoyanov (1949). Young (1974, p. 217) puis Lucas & Estep (2000) suivent Casey (1965, p. 456) et placent l'espèce *immunitum* dans le genre *Hypacanthoplites*. Ce dernier auteur précise toutefois que son jugement se base sur les seules illustrations de Stoyanov et non sur les types d'*I. immunitum*. À la différence de Casey, et en se basant sur l'observation des moulages des types de Stoyanov, nous considérons que le genre *Immunitoceras* doit au contraire être maintenu. Il se limite, comme le suggère Casey (1965), au groupe 1 de Stoyanov (Bulot et Robert, *en prép.*).

Le genre *Stoyanowiceras* Etayo Serna (1979, p. 67) est ici considéré comme synonyme d'*Immunitoceras*.

Dans leur «Treatise of Invertebrate Paleontology», Wright *et al.* (1996, p. 275) intègrent les genres texan *Rhytidoplites* Scott et colombien *Peñaceras* Cantu Chapa dans la sous-famille des *Acanthohoplitinae*. Le genre texan n'est décrit qu'à partir d'un nombre restreint d'individus. Casey (1964, p. 456) indique que le genre introduit par Scott a une costulation proche des «premiers» *Hypacanthoplites*. Il considère que *Rhytidoplites* est un synonyme potentiel de ces formes primitives. Malheureusement, la mauvaise conservation de l'holotype *R. robertsi* Scott ne permet pas de comparer les régions ventrales. Young (1974, p. 221) place l'espèce *R. fasciculatus* en synonymie de l'holotype. Le genre de Scott (1940) devient donc monospécifique. L'analyse récente des types de Scott nous conduit à considérer *R. robertsi* comme un représentant potentiel des *Hypacanthoplites* du groupe *elegans* (intercalations de une à trois côtes secondaires élevées). Dans l'état actuel de nos données, nous maintenons cependant la distinction des deux genres *Rhytidoplites* et *Hypacanthoplites*.

Wright *et al.* (1996) mentionnent que le genre *Peñaceras*, créé en Colombie par Cantu Chapa (1963, p. 54), est un synonyme possible de *Colombiceras*. Cette hypothèse a été depuis confirmée par les travaux de Bulot (*comm. pers.*).

Originellement, Casey (1964) place le genre *Neodeshayesites* dans la sous-famille des *Deshayesitinae* de Stoyanov. Nos spécimens péruviens montrent des affinités nettes de ce genre avec les *Acanthohoplitinae*, affinités déjà suggérées par son auteur (voir discussion dans la partie consacrée à ce genre). À partir de nos observations, nous intégrons le genre *Neodeshayesites* dans cette sous-famille.

La répartition stratigraphique de la sous-famille des *Acanthohoplitinae* s'étend depuis la zone à Martinioides de l'Aptien supérieur jusqu'à l'Albien inférieur basal (zone à *Tardefurcata pro parte*) (Casey, 1964; Wright *et al.*, 1996).

Genre *NEODESHAYESITES* Casey, 1964

Espèce-type. *Deshayesites stutzeri* Riedel, 1938, par désignation originelle de Casey (1964, p. 289, notes de bas de page). Le lectotype de *D. stutzeri* est le spécimen figuré par Riedel (1938, pl. 7, fig. 5-6), désigné ici.

Autres espèces. Par désignation originelle de Casey (1964, p. 294-295), *Deshayesites colombianus* Riedel (1938), *Deshayesites stutzeri* var. *contracta* Riedel (1938), *Deshayesites rotundus* Riedel (1938) et *Deshayesites nodosus* Riedel (1938) sont inclus dans le genre *Neodeshayesites*.

Diagnose. La taille adulte est comprise entre 60 et 170 mm. La forme de la coquille est faiblement évolutive et compressée. La section est subquadratique à ovale. Le mur ombilical est fort tout au long de l'ontogénèse. Le ventre est plat sur les tours internes pour devenir arrondi sur la chambre d'habitation. Les côtes sont fortes, plus ou moins droites et ininterrompues sur le ventre. Les côtes primaires et secondaires sont en alternance irrégulière et le plus souvent ramifiées par paires à partir du tubercule ombilical. De petits tubercules peuvent apparaître sur les tours internes. La ligne de suture est inconnue pour la plupart des espèces.

Répartition stratigraphique et géographique. Le nom de genre était originellement appliqué aux espèces de l'Albien inférieur de Colombie (Etayo Serna, 1979). Comme l'a déjà montré Etayo Serna (1981), l'âge Aptien proposé par Rod & Maync (1954) pour le genre *Neodeshayesites* au Venezuela doit être reconsidéré. Ce constat s'applique aussi pour les spécimens figurés par Renz (1982). Selon notre opinion, *Neodeshayesites*, identifié de manière erronée à *Hypacanthoplites* et *Parahoplites* dans la littérature (Scott, 1940, Benavides Cáceres, 1956; Young, 1974), est présent dans l'Albien inférieur au Texas et au Pérou (voir discussion ci-dessous).

Discussion. *Neodeshayesites* correspond à un groupe d'ammonites caractérisé par une ornementation initiale de type *Deshayesites* à *Dufrenoyia*, rapidement suivie par le développement de côtes droites élevées, similaires à celles des *Hypacanthoplites*. Selon notre point de vue, ce type de costulation, combinée avec une tendance à modifier la courbure latérale des côtes d'une forme sigmoïdale à biconcave, indique des relations plus proches des Acanthohoplitinae que n'importe quel *Deshayesitinae* décrit jusqu'ici. De plus, le ventre arrondi typique qui caractérise les stades adultes de l'ensemble de nos espèces est de forme très distincte et inconnue sur aucune autre espèce de la famille des Acanthohoplitinae (*Hypacanthoplites*, *Acanthohoplites*...). À côté des espèces originellement placées dans le genre *Neodeshayesites* par Casey (1964), nous sommes en accord avec Etayo Serna (1979, 1981) pour inclure *Ammonites karsteni* Marcou, *Neodeshayesites albertoalvarezii* Etayo Serna et *Neodeshayesites cingulatum* Etayo Serna dans le même groupe de formes.

Ce taxon, considéré jusqu'ici comme restreint à la Colombie et au Venezuela, est ainsi présent dans le Sud du Bassin Andin. Nos recherches sur l'Albien inférieur du Pérou et la révision des faunes d'âge similaire du Texas nous conduisent à placer les espèces, initialement rapportées par Scott (1940), Benavides Cáceres (1956) et Young (1974) aux genres *Parahoplites* et *Hypacanthoplites*, au sein du genre *Neodeshayesites*. En l'occurrence, il s'agit des espèces *Parahoplites nicholsoni* Benavides Cáceres, *P. quilla* Benavides Cáceres, *P. inti* Benavides Cáceres, *P. umbilicostatus* Scott, *Hypacanthoplites mayfieldensis* Scott et *H. comalensis* Young non Scott. Une discussion détaillée sur ces taxons est présentée dans les parties suivantes.

Relations avec les représentants du genre *Hypacanthoplites*. La révision des espèces du Texas et d'Arizona, couplée avec l'étude des faunes péruviennes, met en évidence l'existence de deux groupes morphologiques chez les Acanthohoplitinae de l'Albien inférieur du continent américain (fig. 60) :

- un pôle «*Hypacanthoplites*» : des formes à section hexagonale à rectangulaire, avec un ventre aplati. Les côtes sont subradiales ou flexueuses, tuberculées sur le bord ombilical, et bifurquées à partir d'un tubercule latéral. L'ensemble des côtes s'incurve légèrement sur le bord ventral. Les tubercules latéraux se placent sous la ligne d'involution [voir lectotype de *Hypacanthoplites milletianus* (d'Orbigny), fig. 60];
- un pôle «*Neodeshayesites*» : la section est subquadratique à ovale. Le ventre, plat sur les tours internes, devient arrondi sur la chambre d'habitation. Les côtes sont rigides, ou se courbent faiblement vers l'avant à partir de la moitié inférieure des flancs donnant un aspect sinueux typique à l'ornementation. Elles restent droites sur le ventre. Les côtes primaires et secondaires alternent irrégulièrement. Les tubercules sont généralement absents, même si l'espèce *nicholsoni* porte des tubercules latéraux réduits sur les tours internes [voir lectotype de *Neodeshayesites stutzeri* (Riedel), fig. 60].

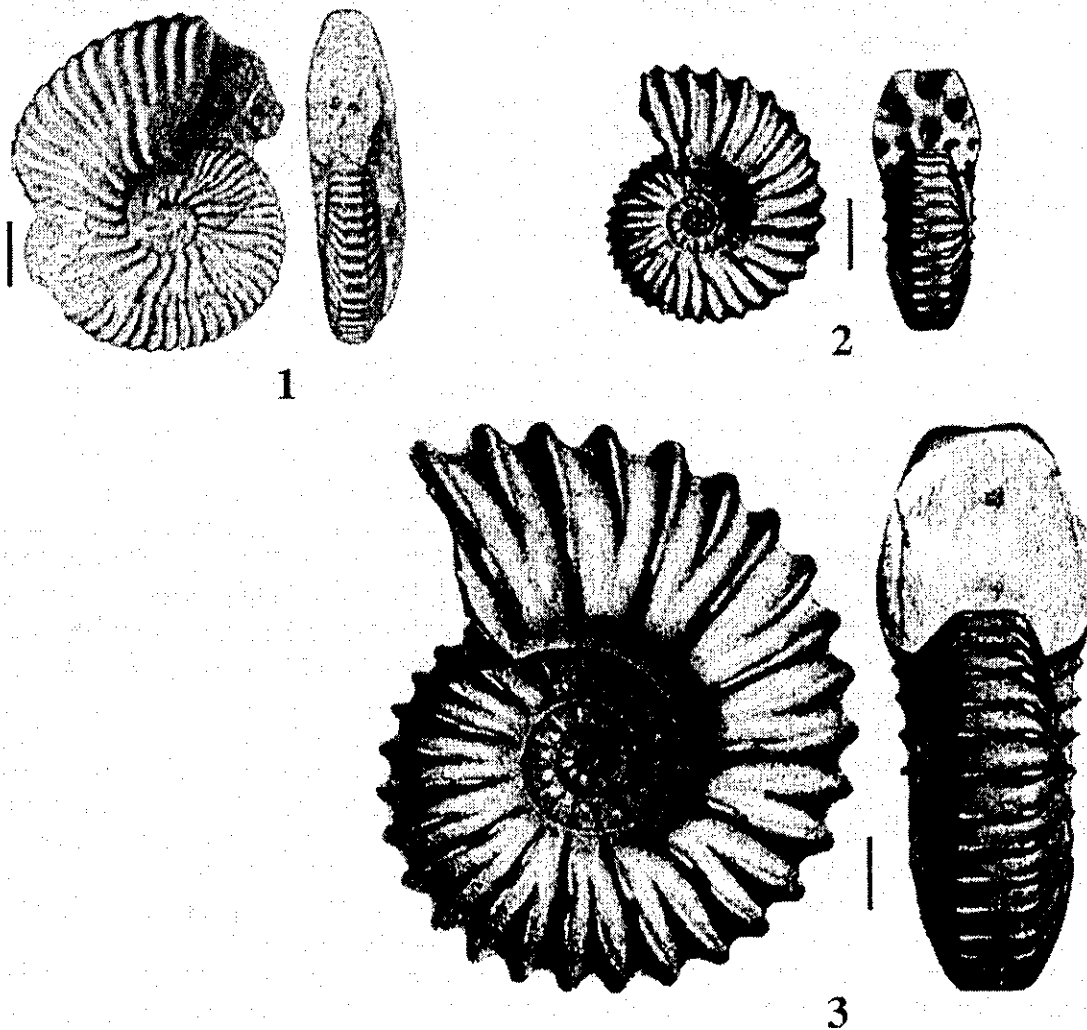
Sur les stades hyper-adultes, les divergences s'atténuent. Les deux groupes développent ainsi un ventre arrondi, des flancs convexes, une ornementation limitée à une alternance de côtes primaires et secondaires, avec rarement plus de deux côtes courtes successives. La discrimination d'*Hypacanthoplites* et de *Neodeshayesites* s'avère délicate. La distinction des deux genres est néanmoins ici maintenue.

Rapports et différences. *Neodeshayesites* montre des affinités importantes avec le genre *Immunitoceras*. Les deux taxons ont des caractères morphologiques communs, qui évoluent de manière identique pendant l'ontogénèse. Les côtes primaires simples, dichotomiques ou secondaires alternent de manière irrégulière. Elles sont sigmoïdes sur les flancs et passent le ventre sans interruption. Elles sont élevées sur la région péri-ombilicale. Le ventre évolue d'une forme plate à une forme arrondie. La section est subquadratique sur les tours juvénils et ovale au stade adulte. *Neodeshayesites* se distingue toutefois d'*Immunitoceras* par un ombilic plus fermé et l'apparition plus précoce de la forme arrondie du ventre. À partir de cette convergence morphologique et des positions stratigraphiques relatives des deux genres, l'hypothèse d'une relation phylétique entre ceux-ci semble devoir être envisagée.

? Origine des *Neodeshayesites* du Pérou. Les représentants du genre *Colombiceras* sont les premiers Acanthohoplitinae «américains». Ils marquent la zone à Martinioides de l'Aptien supérieur (Casey, 1964, p. 418). Un peu après, nous retrouvons *Immunitoceras immunitum* dans la zone à Spathi du Texas (Aptien supérieur) ou son équivalent en Arizona (Young, 1974; Lucas & Estep, 2000). Enfin, à l'Albien inférieur, apparaissent les genres *Neodeshayesites* et *Hypacanthoplites*.

D'un point de vue évolutif, le scénario suivant est envisagé :

- à l'Aptien supérieur (? sommet de l'Aptien inférieur), des Acanthohoplitinae primitifs originaires de la Téthys (non déterminés à ce jour), colonisent la Mer Proto-Caraïbe;
- le genre *Immunitoceras* (= *Stoyanowiceras*) se développe à la transition Aptien - Albien dans les bassins adjacents de faible latitude (Arizona, Colombie);



1. Lectotype de *Neodeshayesites stutzeri* (Riedel),
Albien inférieur, Colombie
(in Riedel, 1937, pl. 7, figs. 5-6)

2 et 3. Lectotype de *Hypacanthoplites milletianus* (d'Orbigny),
Albien inférieur, France
(in d'Orbigny, 1841, pl. 77, figs. 1-2, 4-5)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm

Figure 60. Morphologies comparées des gérotypes *Neodeshayesites stutzeri*
(d'après Riedel, 1938, pl. 7, figs. 5-6) et de *Hypacanthoplites milletianus*
(d'après d'Orbigny, 1841, pl. 77, figs. 1-2, 4-5).

- les régions plus septentrionales (Pérou, Colombie, Venezuela, Texas) se caractérisent quant à elles par le développement des *Neodeshayesites* et "*Hypacanthoplites*" pendant l'Albien inférieur.

NEODESHAYESITES UMBILICOSTATUS (Scott, 1940), nouvelle interprétation

Pl. 25, Fig. 1-6; Pl. 27, Fig. 1 (section)

Parahoplites umbilicostatus SCOTT, 1940, p. 1029-1030, pl. 62, fig. 8, pl. 63, fig. 10.

Hypacanthoplites umbilicostatus (SCOTT), Young, 1974, pl. 13, fig. 1, 6.

non *Hypacanthoplites umbilicostatus* (SCOTT), Young, 1974, pl. 16, fig. 8 (= *N. mayfieldensis*).

Description. Les tours internes et la taille adulte sont inconnus. La forme de l'individu est comprimée avec une section de tour plus haute que large et des flancs plats. Le ventre est arrondi. L'ombilic est modérément involute avec un mur vertical et une bordure arrondie. L'ornementation est composite avec l'ensemble des côtes qui traversent le ventre. Les côtes primaires radiaires apparaissent sur la bordure ombilicale et se divisent sur le tiers inférieur des flancs pour donner des côtes secondaires. Des côtes intercalaires se développent sur la moitié supérieure des flancs. Toutes les côtes se courbent faiblement vers l'avant à partir de la moitié inférieure des flancs donnant à l'ornementation un aspect sinueux typique. Les côtes primaires montrent leur force maximale juste au-dessus de la bordure ombilicale et sur la région ventrale. La ligne de suture est inconnue.

Matériel-type. Selon Scott (1940, p. 1029), *Neodeshayesites umbilicostatus* est une espèce assez commune dans la région Sud des «Quitman Mountains» Texas, mais la préservation du matériel étant mauvaise, la diagnose de l'espèce est principalement basée sur l'holotype (BEG 34817, pl. 25, fig. 1). Ce spécimen est trop écrasé et fragmentaire pour être mesuré précisément, cependant son diamètre maximum n'excède pas 90 mm. Un examen récent du spécimen a révélé que le tour interne a été détérioré depuis la description originelle de Scott (1940). Ceci pouvait déjà être remarqué sur la nouvelle figuration du spécimen faite par Young (1974).

Matériel péruvien. Sept spécimens, plus ou moins fragmentaires (99-110Eb-01, 99-110Eb-02, 99-110Eb-03, 99-110Eb-05, 99-19C-06, 95-19-08 et 95-19-06). Notre matériel n'apporte pas d'éléments nouveaux pour la connaissance des tours internes de l'espèce. L'exemplaire 99-110Eb-01 est identifié comme le stade adulte de *N. umbilicostatus* et suggère que la taille adulte ait pu atteindre un diamètre d'au moins 170 mm. À ce stade, les côtes tendent à perdre leur aspect sinusoïdal. Le spécimen 99-110Eb-02 (pl. 25, fig. 2) est un individu fragmentaire exactement comparable à l'holotype. Cette similarité est augmentée par l'écrasement. L'exemplaire 99-110Eb-05 est une empreinte assez grande qui montre parfaitement l'ornementation jusqu'à un diamètre identique à celui de l'holotype et ne nous laisse aucun doute sur la co-spécificité. Une partie du moule interne du même individu montre la forme de la section de tour qui est confirmée par le spécimen 95-19-08 (pl. 25, fig. 3-5).

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype provient des «Blue marls» de la formation Cuchillo (localité M1, voir texte-fig. 15 in Young, 1974, p. 207), dans le Sud des Quitman Mountains, Hudspeth County, Texas Ouest. Selon Young (1974), la position biostratigraphique de cette espèce n'est pas précise car la faune associée citée par Scott (1940) rassemble des espèces de plusieurs zones d'ammonites différentes.

Notre matériel a été collecté dans la partie inférieure de la formation Inca. Cinq spécimens ont été trouvés dans le premier faisceau calcaréo-gréseux (spécimens I10Eb) de la coupe de Baños del Inca (fig. 40). Les autres ont été récoltés *in situ* au sommet de ce même faisceau (I9). La faune d'ammonites associée est composée de *Neodeshayesites inti*, *Neodeshayesites* sp. juv., "*Beudanticeras*" sp., *Platknemiceras* sp., *Hamites* cf. *pseudattenuatus* (Casey) et *Douvilleiceras rex* (Scott). Elle indique le bio-horizon à *N. umbilicostatus* de l'Albien inférieur (fig. 16). Celui-ci est à corrélérer partiellement avec la zone à Chalensis de l'échelle d'ammonites standard d'Europe (voir discussion in Robert *et al.*, 1998 et dans la partie biostratigraphie).

Discussion. Une comparaison avec *Neodeshayesites inti* et *N. nicholsoni* est proposée dans la partie consacrée à ces espèces. Le spécimen figuré par Young (1974, pl. 16, fig. 8) sous le nom d'*Hypacanthoplites umbilicostatus* montre une costulation rectiradiaire qui est plus proche de *N. mayfieldensis* que de l'espèce ci-nommée.

Stoyanowiceras treffryanus (Karsten), figurée pl. 5, fig. 3. in Etayo Serna (1979), et supposée synonyme de *Immunitoceras immunitum*, présente des côtes sigmoïdes identiques à celle de *N. umbilicostatus*.

NEODESHAYESITES INTI (Benavides Cáceres, 1956), nouvelle interprétation
Pl. 25, Fig. 8

- ? *Hypacanthoplites mayfieldensis* SCOTT, 1940, pl. 63, fig. 3, 4, 5, 6.
- ? *Parahoplites inti* BENAVIDES CACERES, 1956, p. 441-442, pl. 42, fig. 9, 10.
- ? *Hypacanthoplites mayfieldensis* (SCOTT), Young, 1974, pl. 14, fig. 1, 2, 6, text-fig. 6c, 7d.
- ? *Hypacanthoplites umbilicostatus* (SCOTT), Young, 1974, pl. 16, fig. 8.

Description. Les tours juvéniles et adultes sont mal connus. La forme de la coquille est faiblement arrondie. La section de tour apparaît sub-ovoïde à ogivale sur l'ensemble de l'ontogénie. Le ventre est arrondi sur tous les stades connus. L'ombilic est peu involute avec un mur vertical bas et une bordure courbe. L'ornementation s'avère composite et l'ensemble des côtes traverse le ventre sans interruption. Les côtes primaires sont droites et s'élèvent sur le bord ombilical. Elles se divisent en côtes secondaires juste au-dessus du tiers inférieur des flancs. Des côtes intercalaires apparaissent occasionnellement sur la moitié supérieure des flancs. Toutes les côtes restent droites et leur finesse sur les flancs donne à l'ornementation un aspect rigide. L'ensemble des côtes montre leur «puissance» maximale sur la région ventrale. La ligne de suture n'est pas connue.

Matériel-type. *Neodeshayesites inti* était originellement décrite sur la base de deux spécimens. L'holotype (AMNH 27392) est un exemplaire déformé et incomplet qui correspond aux stades ontogénétiques intermédiaires.

Autre matériel. Quatre topotypes plus ou moins fragmentaires (MPUP-95-I9-04, ERC-95-I9B-04, MPUP-95-I9B-08, MPUP-99-I9A-03). Le plus grand exemplaire de notre collection (MPUP-99-I9A-03) porte toujours des septa au niveau d'un diamètre estimé de 123 mm. Sa section de tour est ogivale, plus haute que large. Les côtes primaires et secondaires sont toujours droites. Les côtes intercalaires sont discrètes et rares. Le spécimen MPUP-95-I9B-08 est le représentant le mieux préservé de l'espèce. Il montre un petit segment de tours internes (pl. 25, fig. 8) qui indique que les côtes droites se divisent à partir du mur ombilical sur les tours les plus jeunes. Les stades intermédiaires, identiques à ceux de l'holotype, sont bien exprimés sur le spécimen MPUP-95-I9-04 et montrent une évolution ontogénétique vers les

stades avancés décrits ci-avant. Sur le diamètre inférieur, la section du spécimen est ovoïde et très proche de celle de la figure 26 de Benavides Cáceres (1956, p. 441).

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype provient de la partie inférieure de la formation Inca (banc 50 de la coupe de Cajamarca, Benavides Cáceres, 1956, p. 442). Nos spécimens ont été collectés *in situ* dans le niveau équivalent de la même localité (coupe de Baños del Inca, spécimens I9, fig. 40). La faune associée à *Neodeshayesites inti* dans cette coupe est composée de *Neodeshayesites umbilicostatus*, *Neodeshayesites* sp. juv., "*Beudanticeras*" sp., *Platiknemiceras* sp., *Hamites* cf. *pseudattenuatus* (Casey) et *Douvilleiceras rex* (Scott). Elle indique le bio-horizon à *N. umbilicostatus* (biozone à *N. nicholsoni*, Albien inférieur) qui peut être corrélé *pro parte* avec la zone à *Chalensis* de l'échelle d'ammonites standard d'Europe (voir partie biostratigraphie).

Discussion. *N. inti* diffère de *N. umbilicostatus* par des côtes plus fines, une ornementation plus rigide et une section de tour ovoïde. Néanmoins, le grand spécimen de *N. umbilicostatus* (pl. 25, fig. 2) suggère des affinités entre les deux espèces. À cause du chevauchement de leur distribution stratigraphique, les deux taxons pourraient représenter une paire dimorphique bien que le matériel à notre disposition soit trop fragmentaire pour soutenir entièrement cette hypothèse.

L'ornementation, la taille et la distribution stratigraphique d'*Hypacanthoplites mayfieldensis* Scott, 1940 est très proche de celle de *N. inti*. Mais, la mauvaise préservation du matériel-type du Texas ne permet pas d'affirmer une synonymie entre les deux espèces.

NEODESHAYESITES NICHOLSONI (Benavides Cáceres, 1956) nouvelle interprétation
Pl. 26, Fig. 1-8; Pl. 27, Fig. 2-5 (sections)

Parahoplites nicholsoni BENAVIDES CACERES, 1956, pl. 42, fig. 11, 12
Hypacanthoplites comalensis (SCOTT), Young, 1974, pl. 16, fig. 1, text-fig. 6i (sol).
Deshayesites? nodosus (RIEDEL), Renz, 1982, pl. 1, fig. 3a,b.

Description. Espèce très probablement dimorphique. La coquille est de type comprimée, moyenne à large. Les microconques supposées atteignent le diamètre de 110 mm. Les macroconques supposées portent des septa jusqu'à un diamètre de 180 mm. La section de tour est quadratique à sub-quadratique, avec un ventre plat sur les tours juvéniles, et ogivale, avec un ventre arrondi sur les stades adultes. L'ombilic est faiblement évolutive et montre un mur vertical haut et une bordure arrondie. L'ornementation apparaît composite et les côtes traversent le ventre sans interruption. Les côtes primaires radiaires débutent sur le bord ombilical et développent un tubercule allongé sur le tiers supérieur des flancs. Les côtes secondaires arrivent par paires à partir de chaque tubercule. Des côtes intercalaires fréquentes apparaissent sur la moitié supérieure des flancs. Toutes les côtes sont droites et grossières sur l'ensemble des stades ontogénétiques, donnant une ornementation d'aspect très rigide. La ligne de suture montre un lobe ventral bifide et parallèle. La première selle principale est divisée en deux parties par un petit lobule; la selle extérieure est la plus large. Le premier lobe latéral est profond, trifide et asymétrique.

Matériel-type. L'holotype (AMNH 27390/1) a été décrit en détail par Benavides Cáceres (1956, p. 440). Nous n'avons pas de précisions supplémentaires à apporter à la diagnose originale, excepté que le spécimen correspond à un individu microconque mature.

Autres spécimens. Vingt-huit spécimens topotypes qui incluent tout le panel de stades évolutifs et les degrés de préservations. La plupart des exemplaires sont fragmentaires (voir l'appendice) mais le dimorphisme suspecté, l'ontogénie et les variations intra-spécifiques sont bien illustrées sur les figs 1 à 8 de la pl. 26.

À ses premiers stades d'évolution, la forme microconque supposée se caractérise par son ombilic ouvert, une ornementation forte et une section de tour sub-quadratique (MPUP-99-TO4-31, MPUP-99-TO4-32, MPUP-99-TO4-34, ERC-99-TO4Eb-02, ERC-99-TO4-38). Les stades moyens et adultes sont marqués par une atténuation progressive des tubercules péri-ombilicaux et un changement dans la section de tour depuis une forme quadratique vers une forme sub-quadratique, puis finalement sub-ogivale avec un ventre arrondi (ERC-99-TO4-28, AMNH 27390/1, MPUP-99-TO4-26). L'ombilic reste faiblement évolué.

De manière différente, la forme macroconque est caractérisée par des tubercules moins développés et une section de tour sub-quadratique sur les tours juvéniles (MPUP-99-TO4-33). La section sub-ogivale apparaît sur les stades plus jeunes et se maintient jusqu'au diamètre le plus large. Même si les côtes primaires sont très fortes chez les deux morphes, elles ne développent jamais de tubercules comme presque tous les spécimens microconques (MPUP-99-TO4-27, MPUP-99-TO3Eb-02, ERC-99-TO4-29, ERC-99-TO4-30).

Répartition stratigraphique et géographique. L'holotype provient du banc 6 de la formation Inca de la localité de Tamberia. Le matériel additionnel a été récolté à Sunchubamba (Benavides Cáceres, 1956, p. 419 et 424). Notre matériel provient de la partie médiane de la formation Inca de la coupe de Tamberia Oeste. Tous, sauf cinq spécimens, ont été collectés *in situ* (fig. 39). Les *Neodeshayesites* de la coupe de Tamberia Oeste sont associés à "*Beudanticeras*" gr. *dupinianum-newtoni*, *Desmoceras chimuense*, *Desmoceras* sp., *Douvilleiceras offarcinatum* et *Douvilleiceras* sp. Cette faune associée indique le bio-horizon à *N. nicholsoni* de la biozone à *N. nicholsoni* (fig. 50).

Discussion. L'organisation des tours internes de *Neodeshayesites nicholsoni* (Benavides Cáceres, 1956) montre quelques similitudes avec celle de *Immunitoceras immunitum* : ombilic faiblement évolué, présence de tubercules péri-ombilicaux, les côtes primaires sont espacées et séparées par des côtes secondaires fines. Cependant, l'effacement des côtes sur les flancs et la grande taille des tubercules sont typiques de *N. nicholsoni*.

NEODESHAYESITES sp. juv.

Parahoplites quilla BENAVIDES CACERES, 1956, pl. 42, fig. 1-8

Matériel. Cinq spécimens (MPUP-95-I9-09, MPUP-95-I9-10, MPUP-95-I9B-06, MPUP-99-I9B-04, ERC-99-I9C-04) et l'holotype de *P. quilla* (AMNH 27391/1).

Commentaires. Les spécimens inclus dans ce groupe peuvent représenter les stades juvéniles de *N. inti* ou *N. umbilicostatus*. Parmi ceux-ci, l'exemplaire ERC-99-I9C-04 montre, pour un diamètre inférieur à 20 mm, deux rangées de tubercules réduits sur la région ventro-latérale qui suggèrent des relations phylogénétiques avec le genre *Hypacanthoplites*. Ce caractère s'exprime aussi sur le matériel type de *Neodeshayesites stutzeri* figuré par Riedel (1938).

Répartition stratigraphique et géographique. Nos spécimens ont été collectés *in situ* dans la partie inférieure de la formation Inca de la coupe de Baños del Inca (fig. 40). Pour les

raisons mentionnées ci-avant, ce niveau appartient au bio-horizon à *N. umbilicostatus* de la biozone à *N. nicholsoni* (Albien inférieur).

Discussion. Le matériel-type de *Parahoplites quilla*, d'un niveau équivalent de la même localité, étant basé sur des fragments de spécimens juvéniles qui sont comparables à nos exemplaires MPUP-99-I9B-04 et ERC-99-I9C-04, nous suggérons que cette espèce puisse être regardée comme un *nomen dubium*.

5. LES GROUPES «ANNEXES»

5.1. La famille des DESMOCERATIDAE Zittel, 1895

Ordre AMMONOIDEA Zittel, 1884
Sous-ordre AMMONITINA Hyatt, 1889
Super-famille DESMOCERATACEAE Zittel, 1895
Famille DESMOCERATIDAE Zittel, 1895

Remarque. Le faible matériel collecté lors de ce travail rend difficile l'étude systématique des Desmoceratidae, famille encore assez mal définie, et caractérisée par une multiplicité des genres et sous-familles. La trentaine de spécimens récoltés ne permet toutefois pas d'aborder de discussions approfondies d'ordre nomenclatural.

Sous-famille PUZOSIINAE Spath, 1922
Genre *PUZOSIA* Bayle, 1878

Discussion. Le genre *Puzosia*, cosmopolite et déjà mentionné dans les régions du Nord du Bassin Andin (Colombie), est cité pour la première fois au Pérou.

PUZOSIA cf. *QUENSTEDTI* (Parona & Bonarelli, 1897)
Pl. 28, Figs. 1-3

Desmoceras quenstedti PARONA & BONARELLI, 1897, p. 81, pl. 11, fig. 3.

Puzosia quenstedti (PARONA & BONARELLI), Wiedmann & Dieni, 1968, p. 114, text-figs. 72, 73, pl. 10, fig. 11, pl. 12, fig. 3.

Puzosia quenstedti (PARONA & BONARELLI), Renz, 1982, p. 34, pl. 4, fig. 8.

Puzosia quenstedti quenstedti (PARONA & BONARELLI), Marcinovski & Wiedmann, 1990, p. 54, pl. 5, fig. 7.

Matériel. Trois exemplaires fragmentaires (99-CQ8-02, 99-Y2-12, 99-Z1BEb-01).

Commentaire. Le ventre relativement large, la fréquence des constriction, leur rigidité sur les flancs et le chevron proverse léger de la région ventrale (pl. 28, figs. 1-3) sont les critères originels retenus pour définir *Puzosia quenstedti* (Marcinovski & Wiedmann, 1990, p. 53).

Répartition stratigraphique. *Puzosia* cf. *quenstedti* est présente avec certitude dans les biodivisions à *P. haasi* et *P. ebrayi*. Le spécimen 99-Y2-02 paraît indiquer des niveaux stratigraphiques supérieurs de la biozone à *G. raimondii*, mais l'absence de faune associée et le caractère localement condensé de la série sur la coupe de Yanarajo rend cette attribution incertaine.

Répartition paléogéographique. Dans le Bassin Occidental péruvien, cette espèce est présente depuis la coupe de Yanarajo (fig. 37) jusqu'aux coupes de Puente Zonanga (fig. 43) et de Corral Quemado (fig. 44) de la région des Andes nord. Elle n'était jusqu'ici mentionnée qu'en Colombie (Riedel, 1938; Etayo Serna, 1979).

Discussion. Les taxons décrits par Wiedmann & Dieni (1968), puis Marcinovski & Wiedmann (1990), présentent une section légèrement plus comprimée.

Puzosia quenstedti var. *media*, figuré par Renz (1982, pl. 4, figs.9-11) se rapproche de la forme péruvienne. Le plus grand individu (fig. 11) possède le même bourrelet anté-constriction observé sur les exemplaires de notre collection. L'absence des costules sur le spécimen péruvien semble lié à la disparition du test.

Sous-famille BEUDANTICERATINAE Breistroffer, 1953

Discussion. Le genre «*Beudanticeras*», également cosmopolite, est cité pour la première fois au Pérou.

Genre *BEUDANTICERAS* Hitzel, 1902 «*BEUDANTICERAS*» gr. *DUPINIANUM-NEWTONI*

Matériel. Sept spécimens fragmentaires (95-I9B-02, 95-I9B-03, 96-C10Eb-02, 96-C18-02, 95-R108A-02, 95-R108B-01, 95-R108B-02).

Commentaire. Les individus sont de taille réduite. La coquille est relativement involute. La section est comprimée, avec un ventre arrondi et des flancs convexes. L'ombilic apparaît réduit. Le mur ombilical est fortement incliné. Les flancs portent des constriction sigmoïdes très atténuées.

Répartition stratigraphique. Le genre apparaît à l'Albien inférieur, et perdure depuis les premières associations d'ammonites de la sous-zone à *N. umbilicostatus* (biozone à *N. nicholsoni*) jusqu'à la partie inférieure du bio-horizon à *P. ebrayi* (biozone à *G. raimondii*) (fig. 50).

Répartition paléobiogéographique. Les spécimens proviennent des coupes de Baños del Inca et de Chinchin (Andes centre-nord; figs. 40 et 41) et du Pongo de Rentema (Andes nord, fig. 46).

Discussion. Les représentants péruviens, comme de nombreuses espèces des Bassins Vocontien et Anglo-Parisien, proviennent de l'Albien inférieur. Or, *Beudanticeras beudanti*, espèce-type du genre, est une forme de l'Albien supérieur (Kennedy, 1994). Robert *et al.* (2001) mentionnent que le genre doit être restreint aux seules espèces de l'Albien supérieur. Dans l'attente d'une révision majeure, les formes de l'Albien inférieur sont maintenues au sein du genre. Leur particularisme est néanmoins souligné par les guillemets.

«*BEUDANTICERAS*» *CHIMUENSE* Benavides Cáceres (1956)
Pl. 28, Figs. 4-6, Pl. 29, Figs. 1-3

Desmoceras chimuense BENAVIDES CACERES, 1956, p. 438-439, pl. 41, figs. 5-8.

Carloscaceresiceras (?) *chimuense* (BENAVIDES CACERES), Etayo Serna, 1979, p. 27, pl. 11, fig. 9.

Matériel. Six exemplaires complets ou fragmentaires (99-I7-28, 95-R103-05, 99-TE4Eb-03, 99-TE5-07, 99-TO4-23, 99-TO4-25).

Commentaire. Les spécimens 99-TO4-23 et 99-TO4-25 (pl. 28, figs. 4-6) présentent les caractères morphologiques identiques à l'holotype. L'exemplaire 99-TE5-07 (pl. 29, figs. 1-3) se caractérise par un ventre arrondi, une section relativement haute et des constrictiones proverses depuis le tiers inférieur des flancs. Il est très proche du syntype de l'espèce, figuré par Benavides Cáceres (1956, pl. 41, figs. 5-6).

Répartition stratigraphique. Les spécimens 99-TO4-23 et 99-TO4-25 proviennent du *stratum typicum* de l'espèce, qui correspond à la vire marno-calcaire n° 17 de notre coupe (fig. 39). Cette unité est directement corrélable avec le banc 6 de la coupe de Benavides Cáceres (1956, p. 419).

Répartition paléobiogéographique. «*Beudanticeras*» *chimuense* est presque uniquement présent dans la région des Andes centre-nord. Seul l'exemplaire 95-R103-05 provient de la coupe du Pongo de Rentema, située dans les Andes nord.

La moitié des individus a été collectée sur les coupes de Tamberia, *locus typicus* de l'espèce (voir Benavides Cáceres, 1956, p. 439).

Discussion. Benavides Cáceres (1956, p. 438) place le taxon *chimuense* dans le genre *Desmoceras*. Cependant, l'espèce-type *latidorsatum* se caractérise par une section très renflée et large. L'espèce péruvienne *D. chimuense* présente, elle, une section comprimée, un ventre régulièrement arrondi et des constrictiones discrètes falciformes; elle nous semble donc plus proche du genre «*Beudanticeras*».

Etayo Serna (1979, p. 27) rattache l'espèce *chimuense* du genre *Carloscaceresiceras* qu'il crée. Or, sa forme est relativement éloignée de l'espèce-type *C. caceresi*; la section est plus renflée, les constrictiones sont absentes. Selon nous, ces deux espèces ne peuvent être regroupées dans un même genre. La forme péruvienne est ici intégrée dans le genre «*Beudanticeras*» (voir ci-dessus). Le genre colombien est placé en synonymie d'*Anadesmoceras* par Wright *et al.* (1996, p. 96) (voir ci-dessous).

Sous-famille DESMOCERATINAE Zittel, 1895
Genre *DESMOCERAS* Zittel, 1885

Discussion. Jusqu'à présent, deux espèces péruviennes étaient rattachées au genre de Casey. L'espèce *chimuense* est ici considérée comme un représentant du genre «*Beudanticeras*» (voir ci-dessus). Seule la forme plus renflée *schlangintweiti* est maintenue dans le genre *Desmoceras*.

DESMOCERAS SCHLAGINTWEITI Sommermeier (1910)

Pl. 30, Figs. 1-4

Desmoceras schlagintweiti SOMMERMEIER, 1910, p. 371-372, pl. 15, fig. 1.

Matériel. Trois individus fragmentaires (99-R110-06, 99-Z21-01, 99-Z21-02).

Commentaire. La section à tendance sub-rectangulaire, la force des constrictions et l'ouverture de l'ombilic, typiques de l'espèce *schlagintweiti*, sont clairement caractéristiques de nos exemplaires (pl. 30, figs. 1-4). Les spécimens 99-Z21-01 et 99-Z21-02 illustrent l'irrégularité de la fréquence des constrictions observées sur le type de Sommermeier (1910, pl. 15, fig. 1).

Répartition stratigraphique. Les trois représentants de *Desmoceras schlagintweiti* sont présents dans le bio-horizon à *P. ebrayi* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur). Sommermeier (1910, p. 399) indique que le type est associé à *Paregonoceras guadaloupaforme*, dont les spécimens nouvellement collectés caractérisent l'intervalle bio-horizon à *P. ebrayi* / sous-zone à *R. mathewsi* de la nouvelle biozonation (fig. 50).

Répartition paléobiogéographique. Le type provient de la localité de Pilancones (département de cajamarca, Pérou nord). Les spécimens n'ont été collectés que dans la région des Andes nord, sur les coupes de Puente Zonanga (fig. 43) et du Pongo de Rentema (fig. 46). Le genre est donc circonscrit à la partie nord du bassin Occidental péruvien.

Discussion. La largeur de la section, sa forme plutôt sub-rectangulaire, la force des constrictions et l'ouverture de l'ombilic rapprochent l'espèce décrite par Sommermeier du genre *Desmoceras*, dans une conception centrée autour de son type *latidorsatum*. Cette forme isolée semble correspondre à un «offshoot» particulier des Desmoceratidae dans la région Sud du Bassin Occidental péruvien.

5.2. La famille des BRANCOCERATIDAE Spath, 1900

5.2.1. La sous-famille des BRANCOCERATINAE Spath, 1900

Ordre AMMONOIDEA Zittel, 1884

Sous-ordre AMMONITINA Hyatt, 1889

Super-famille ACANTHOCERATACEAE de Grossouve, 1894

Famille BRANCOCERATIDAE Spath, 1900

Sous-famille BRANCOCERATINAE Spath, 1900

Discussion. Seul *Eubrancoceras aegoceratoides* (dont l'espèce *quenstedti* Knechtel est un synonyme) avait jusqu'ici été décrite dans le Bassin Occidental péruvien. Sur la base de nos nouvelles récoltes, la sous-famille des Brancoceratinae nous apparaît représentée, de manière plus variée que la bibliographie ne le laisse supposer. Les genres *Parabrancoceras* et *Hysterocheras* sont mentionnés pour la première fois au Pérou.

Il est intéressant de remarquer qu'un nombre significatif de représentants de la sous-famille proviennent de la région-type du genre péruvien *Eubrancoceras*, située dans le secteur de Huallanca (département de Huanuco, Andes centrales).

Du point de vue morphologique, l'ouverture de l'ombilic, la forme sigmoïde des côtes et le ventre arrondi rappèlent les stades initiaux non tuberculés de la sous-famille des Lyelliceratinae. Le maintien de la non-tuberculation pendant l'ontogénèse illustre cependant le particularisme des Brancoceratinae.

Genre *BRANCOCERAS* Steinmann, 1881
Sous-genre *EUBRANCOCERAS* Breistroffer, 1951
EUBRANCOCERAS AEGOCERATOIDES (Steinmann, 1881)
Pl. 31, Figs. 1-5

- Brancoceras aegoceratoides* STEINMANN, 1881, p. 133-135, pl. 7, fig. 2.
? *Brancoceras varicosum* SOWERBY, Schlagintweit, 1912, p. 85-87.
Brancoceras quenstedti, KNECHTEL in KNECHTEL, RICHARDS & RATHBUN, 1947, p. 103, pl. 21, fig. 5
Brancoceras aegoceratoides STEINMANN, Knechtel in Knechtel, Richards & Rathbun, 1947, p. 103, pl. 21, fig. 4.
Eubrancoceras aegoceratoides (STEINMANN), Breistroffer, 1951, p. 266.
Brancoceras aegoceratoides STEINMANN, Benavides Cáceres, 1956, p. 461-462, pl. 49, figs. 2-4.
Eubrancoceras aegoceratoides (STEINMANN), Renz, 1982, p. 40, pl. 5, fig. 11.

Matériel. Quatre individus complets ou fragmentaires (99-PM8-01, 99-R8-02, 99-R8-03, 99-Y3-06).

Commentaire. Les représentants collectés montrent une taille réduite, une forme évolutive, une section sub-ronde et un ventre arrondi. Les côtes, rigides sur les flancs, présentent un très faible chevron proverse sur la région ventrale. Leur épaissement, depuis l'ombilic en direction du ventre, est caractéristique de cette espèce péruvienne (pl. 31, figs. 1-5).

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. La répartition stratigraphique des nouveaux spécimens est restreinte aux niveaux inférieurs de la sous-zone à *R. ulrichi* (Albien moyen basal) (fig. 50). Sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 46), ils sont associés à *Ralphimalyites ulrichi* et *Lyelliceras lyelli* dans la première association faunique de l'Albien moyen. Le troisième exemplaire a été collecté isolé dans l'unité 26 de la coupe du Pongo de Manseriche (fig. 48).

Il semble donc que l'âge Albien inférieur admis jusqu'à ce jour doive être révisé (Wright *et al.*, 1996, p. 136).

Discussion. Selon Knechtel (1947, p. 103), *Brancoceras quenstedti* possède une morphologie identique mais une ligne suturale distincte de l'espèce *aegoceratoides*. Or, Spath (1934, p. 478) illustre la variabilité de ce dernier caractère chez le genre *Brancoceras* (incl. *Eubrancoceras*). Comme Benavides Cáceres (1956), nous plaçons l'espèce de Knechtel en synonymie de l'espèce-type *aegoceratoides*.

Genre **PARABRANCOCERAS** Breistroffer, 1951
[= *Rinconiceras* Etayo Serna, 1979]

Discussion. Etayo Serna (1979, p. 79) dissocie *Rinconiceras rinconi* de *Eubrancoceras aegoceratoides*, autre représentant de la sous-famille des Brancoceratinae décrit jusqu'alors dans le Bassin Andin, par la présence de tubercules ronds et la forte incurvation des côtes sur la région ventrale. De plus, nous remarquons que la section est moins haute et surtout que la coquille est nettement plus évoluée et l'ombilic plus ouvert. Ces derniers caractères rapprochent le genre *Rinconiceras* du genre *Parabrancoceras* créé par Collignon (1949). L'identification des espèces du groupe *compressum* au Pérou conforte la présence du genre dans le Bassin Andin.

Contrairement aux conclusions de Wright *et al.* (1996, p. 136), le genre *Rinconiceras* nous semble synonyme de *Parabrancoceras*.

PARABRANCOCERAS aff. **COMPRESSUM** Collignon (1949)

Brancoceras compressum COLLIGNON, 1949, p. 93-94, pl. 19, fig. 7.

Matériel. Un spécimen complet unique (99-Y3Eb-11).

Commentaire. Comme chez le lectotype, les tours internes sont absents. La présence ou non de constriction ne peut être établie. Les côtes simples, espacées et faiblement sigmoïdes, le léger chevron ventral, les flancs plats et l'ombilic ouvert illustrent les critères principaux retenus par Collignon (1949) pour définir l'espèce *compressum*.

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. *Parabrancoceras* gr. *compressum* provient des niveaux condensés de l'unité 42 de la coupe de Yanarajo (fig. 37). Il appartient à une riche association faunique, dominée par les Lyelliceratinae, qui caractérise la sous-zone à *R. ulrichi* (biozone à *O. (O.) carbonarium*, partie inférieure de l'Albien moyen).

Discussion. Collignon (1949, p. 93) mentionne déjà l'aspect unique des caractères de cette espèce au sein du genre *Parabrancoceras*. L'allure des spécimens péruviens (notamment la section plutôt comprimée) suggère plutôt l'intégration des espèces *compressum* et de ses variétés *complanata* et *rotundatum* dans le genre *Eubrancoceras*. Néanmoins, leur faible nombre ne permet pas de clairement étayer cette hypothèse. Dans l'attente de nouvelles récoltes, ces taxons sont maintenus dans leur genre original.

PARABRANCOCERAS gr. **COMPRESSUM** var. **COMPLANATA-ROTUNDATUM**
(Collignon, 1949)
Pl. 31, Figs. 6-8

Brancoceras compressum var. *complanata* COLLIGNON, 1949, p. 93, pl. 19, fig. 8.
Brancoceras rotundatum COLLIGNON, 1949, p. 94, pl. 20, fig. 1.

Matériel. Trois exemplaires complets (99-Y3-07, 99-Y3Eb-08, 99-Y3Eb-12).

Commentaire. Au-delà des caractères exposés pour l'espèce originelle (voir ci-dessus), cette variété se marque par une section plus comprimée, des côtes plus sigmoïdes et plus fines sur les flancs, un mur ombilical qui s'atténue au cours de l'ontogénèse.

Le spécimen 99-Y3-07 montre la grande fréquence de la costulation (pl. 31, figs. 6-7). L'exemplaire 99-Y3Eb-08 (pl. 31, fig. 8) illustre la présence ponctuelle de côtes plus faibles mentionnée par Collignon.

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. Cette forme a une répartition identique à l'espèce originelle *compressum*, restreinte à la sous-zone à *R. ulrichi* de la coupe de Yanarajo (fig. 37).

Discussion. À la différence de *Parabrancocheras compressum*, la variété *complanata-rotundatum* garde l'allure fine et «élevée» des côtes sur les flancs au cours des divers stades évolutifs.

Collignon (1949, p. 94) distingue *Parabrancocheras rotundatum* de *P. compressum* par la section arrondie, la plus grande fréquence des côtes et l'absence de véritable chevron sur la région ventrale. Or, d'une part, les deux premiers critères sont déjà mentionnés dans la création de la variété *complanata*, et d'autre part, l'illustration semble confirmer la présence, bien que faible, d'un chevron costal sur le ventre. L'espèce *rotundatum* est donc placée en synonymie de *complanata*, maintenue sous le statut de variété.

Genre *HYSTERO CERAS* Hyatt, 1900
HYSTERO CERAS gr. *VARICOSUM* (Sowerby, 1824)
Pl. 31, Fig. 9

Ammonites varicosus SOWERBY, 1824, p. 74, pl. 131, fig. 5.

Hysterocheras varicosum (SOWERBY), Spath, 1923, p. 75 (op. cit.).

Hysterocheras varicosum (SOWERBY), Spath, 1934, p. 473-478, pl. 44, figs. 5, 10, 11.

Matériel. Deux individus complets mais de conservation moyenne numérotés 98-G35-05 et 98-G36-02.

Commentaire. Les caractères majeurs de l'espèce décrite par Sowerby sont observés sur les exemplaires péruviens (pl. 31, fig. 9):

- la taille réduite; le diamètre de l'individu le plus grand atteint 55 mm;
- la grande force des côtes falciformes, leur dichotomie potentielle à partir de la bordure péri-ombilicale, leur chevron proverse siphonal;
- la présence d'une crête carénique;
- la présence de tubercules péri-ombilicaux, pincés, très réduits.

Répartition paléobiogéographique. Cette forme n'a été collectée que dans la partie supérieure (unité 80) de la coupe de la Quebrada Geshgash, située dans les Andes centrales (fig. 34).

Valeur stratigraphique. *Hysterocheras* gr. *varicosum*, index de la troisième sous-zone de l'Albien supérieur dans les provinces européennes et téthysiennes (Amédéo in Hardenbol et al, 1998; Owen, 1999), caractérise la zone à *Dipoloceras cristatum* définie dans ce travail (voir chapitre biostratigraphie), ou elle est associée à l'espèce-index.

Cette forme montre l'existence de niveaux stratigraphiques équivalents du sommet de la zone à *Inflatum* dans l'Albien du Pérou. Elle indique également la possibilité de reconnaître des biodivisions nouvelles à l'intérieur de la biozone à *D. cristatum* reconnue à ce jour. Néanmoins, le très faible matériel et la non-reconnaissance de ces associations fauniques sur d'autres coupes ne nous permettent pas, dans l'état actuel de nos investigations, d'obtenir une précision stratigraphique supérieure.

5.2.2. La sous-famille des MOJSISOVICZIINAE Hyatt, 1903

Ordre AMMONOIDEA Zittel, 1884

Sous-ordre AMMONITINA Hyatt, 1889

Super-famille ACANTHOCERATAEAE de Grossouve, 1894

Famille BRANCOCERATIDAE Spath, 1900

Sous-famille MOJSISOVICZIINAE Hyatt, 1903

Discussion. Les Mojsisovicziinae dominent l'ammonitofaune à partir de la seconde moitié de la sous-zone à *R. ulrichi* de l'Albien moyen (fig. 49). Malheureusement, l'Albien moyen et, surtout, la base de l'Albien supérieur marquent le début du déclin quantitatif des ammonites dans la série albienne. La relative diversité spécifique perdure néanmoins.

En dehors d'*Oxytropidoceras (Mirapelia) douglasi*, elle-même déjà présente à la base de la sous-zone à *R. ulrichi*, les diverses espèces ne sont représentées que par un faible nombre d'individus.

Les taxons identifiés, dont certains sont cosmopolites, présentent néanmoins un intérêt majeur sur le plan stratigraphique, tant en termes de position zonale que de corrélations interrégionales.

Genre *MOJSISOVICZIA* Steinmann, 1881

MOJSISOVICZIA cf. *VENTANILLENSIS* (Gabb, 1869)

Pl. 32, Figs. 1-3

Ammonites ventanillensis GABB, 1869, p. 273.

Schloenbachia ventanillensis (GABB), Lissón, 1908, p. 16a-c, pl. 16, figs. 1-3.

? *Mojsisoviczia ventanillensis* (GABB), Kennedy & Cooper, 1977, pl. 105, fig. 18.

Mojsisoviczia cf. *ventanillensis* (GABB), Cooper, 1982, p. 296, fig. 20.

Matériel. Deux exemplaires fragmentaires (99-I7-29, 98-G22Eb-02).

Commentaire. Malgré leur qualité médiocre, les spécimens récoltés lors de ce travail montrent une section sub-ovale (pl. 32, fig. 3). Les côtes, d'abord droites, s'incurvent légèrement et de manière proverse à l'arrivée sur la région ventro-latérale. Elles portent deux rangées de tubercules latéraux discrets et ventro-latéraux en forme de pointe, au-delà duquel elles s'atténuent et s'évasent. La région intercostale est plus large que les côtes. La crête siphonale est très altérée sur nos spécimens; elle semble néanmoins forte et élevée (pl. 32, figs. 2-3).

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. Le spécimen collecté sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34) provient de la base de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium*, ou il est associé à l'espèce index. Son âge Albien moyen est conforme à la répartition stratigraphique du genre *Mojsisoviczia* connue à ce jour (Wright *et al.*, 1996, p. 137).

Par contre, la position de l'individu 99-I7-29, déterminé comme *Mojsisoviczia* gr. *ventanillensis*, dans la sous-zone à *P. haasi* sur la coupe de Baños del Inca (fig. 40) est particulière (voir discussion dans le chapitre biostratigraphie).

Discussion. La majorité des spécimens rattachés à cette espèce proviennent de la région-type des Andes centrales, à proximité de la localité de «La Oroya» (Gabb, 1869; Lissón, 1908; Kennedy & Cooper, 1977). Plus généralement, la présence importante du genre dans le Pérou central est confirmée par les nombreux *Mojsisoviczia* sp. de la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34). Seuls, le spécimen 99-I7-29 collecté dans les Andes centre-nord (voir ci-dessus), et l'individu provenant d'Afrique du Sud (Zululand; Cooper, 1982, fig. 20) sont signalés hors de cette région dans la littérature.

Genre *OXYTROPIDOCERAS* Stieler, 1920
Sous-genre *OXYTROPIDOCERAS* Stieler, 1920
[= *Manuaniceras* Spath, 1925]

Discussion. Spath (1921, p. 281) définit le genre *Pseudophacoceras* sur la base de l'espèce *manuanense*. Il retient *Ammonites roissyanus* d'Orbigny comme espèce-type. Cependant, ce second taxon était déjà retenu par Stieler (1920) pour définir le genre *Oxytropidoceras*. Les deux genres sont donc synonymes; par antériorité, le taxon créé par Spath est donc invalidé. Néanmoins, Spath (1925, p. 281), en indiquant que le choix de l'espèce *roissyanus* était malvenu, maintient la séparation des formes décrites dans le taxon *Oxytropidoceras*. Il ré-utilise *Pseudophacoceras manuanense* pour créer le nouveau genre *Manuaniceras*.

Spath (1921, p. 282) indique que la costulation diverge, entre des côtes de types multiples pour le genre *Manuaniceras* et simples chez *Oxytropidoceras*. Il mentionne de plus la différence des lobes auxiliaires de la ligne suturale avec le type de l'espèce *roissyanus* figuré par d'Orbigny (1850, pl. 89, fig. 3). Il indique néanmoins que celle-ci est proche d'un spécimen rattaché à la même espèce appartenant aux collections du British Museum.

Postérieurement, Knechtel (1947) place *Manuaniceras* sous le statut de sous-genre d'*Oxytropidoceras*. Young (1966) maintient le genre de Spath, en l'émendant par l'intégration supplémentaire de l'espèce *peruvianum* et de ses formes affines.

Cooper (1982, p. 291), suivi par Wright *et al.* (1996), mentionnent à juste titre que l'aplatissement des côtes, premier argument retenu par Young pour la séparation de *Manuaniceras*, n'est pas exprimé sur l'espèce-type. Le second critère d'une bifurcation plus complexe de côtes ne justifie pas la création d'un nouveau genre. L'option de Cooper est retenue dans ce travail. Le genre *Manuaniceras* y est considéré comme synonyme d'*Oxytropidoceras s. str.*

O. (OXYTROPIDOCERAS) PERUVIANUM (von Buch, 1839)
Pl. 32, Figs. 4-7

Ammonites peruvianus VON BUCH, 1839, p. 5, figs. 5-7.

Oxytropidoceras peruvianum (VON BUCH), Benavides Cáceres, 1956, p. 458, pl. 49, fig. 5.

Manuaniceras peruvianum peruvianum (VON BUCH), Young, 1966, p. 97-98.

Matériel. Six individus fragmentaires (99-PM14Eb-16, 99-PM14Eb-36, 99-R15B01, 99-R20BEb-02, 99-R20BEb-03, 98-G21B-01).

Commentaire. La section est comprimée et lenticulaire. La largeur maximale intervient sur le tiers supérieur des flancs, de forme arrondie. Le ventre très étroit, porte une crête carénique assez développée. L'ornementation se compose de côtes sigmoïdes, plutôt fines, toujours primaires simples. L'espace intercostal s'avère plus large que les côtes elles-mêmes (pl. 32, figs. 4-7).

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. L'holotype provient de la localité de Montán (région de Lajas, département de Cajamarca, Nord du Pérou) ou il a été récolté par von Humbolt (Benavides Cáceres, 1956, p. 459). Le spécimen mentionné par ce dernier auteur provient des niveaux datés de l'Albien moyen. Les nouveaux spécimens ont la même répartition stratigraphique; ils font partie de l'association de la sous-zone à *R. ulrichi* de la première moitié de l'Albien moyen (fig. 61). Ils sont présents sur les coupes de la Quebrada Geshgash (fig. 34), du Pongo de Rentema (fig. 47) et du Pongo de Manserliche (fig. 48).

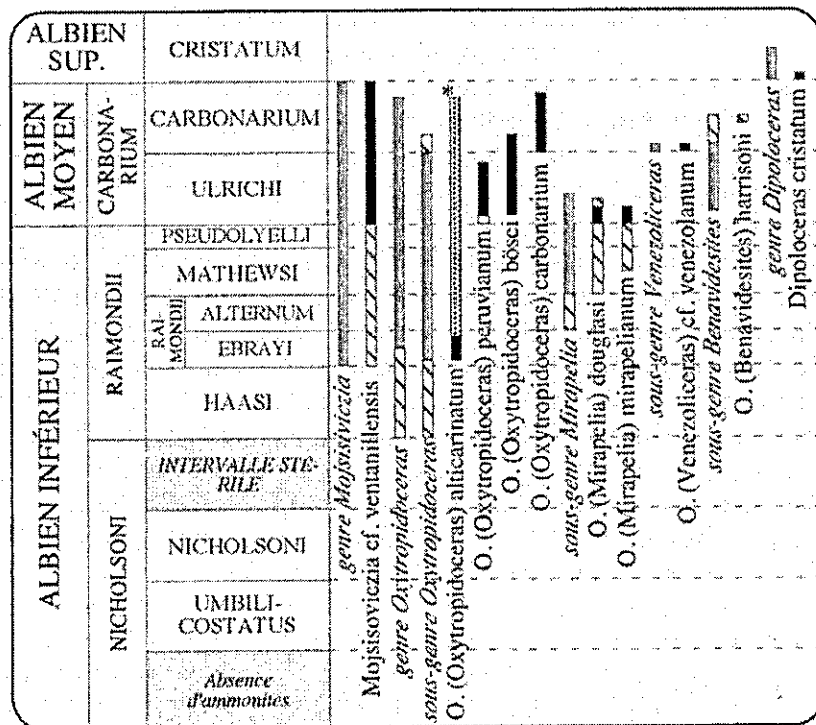


Figure 61. Répartition stratigraphique des espèces et des genres de la sous-famille des Brancoceratinae.

Discussion. Young (1966, p. 95) émette la définition du genre *Manuaniceras*, dans lequel il distingue deux groupes, respectivement autour des espèces *peruvianum* et *carbonarium*. Il restreint le genre *Oxytropidoceras* au groupe primitif de la forme *roissyanus*. Sur l'argument des côtes plates sur l'ensemble des stades ontogénétiques, il y associe les espèces précitées, ainsi que de nombreuses formes texanes. Il semble néanmoins que l'espèce décrite par Gabb ne présente pas une telle costulation, ni ne possède une ligne de suture divergente d'*Oxytropidoceras roissyanus*. En conséquence, le maintien du genre *Manuaniceras* ne

semble pas reposer sur des critères majeurs. Nous considérons la synonymie proposée par Wright *et al* (1996, p. 137) comme valable (voir discussion dans la partie consacrée au genre *Oxytropidoceras*).

O. (OXYTROPIDOCERAS) sp. juv. cf. ALTICARINATUM (Spath, 1922)
Pl. 33, Fig. 1

Ammonites roissyanus d'ORBIGNY, Pictet & Campiche, 1859, pl. 21, figs. 3-4.
Oxytropidoceras alticarinatum SPATH, 1922, p. 98

Matériel. Deux individus fragmentaires (95-I1/3-01, 98-G25-03).

Commentaire. Le particularisme majeur de cette forme réside en un grand développement de la carène siphonale. Malgré leur stade juvénile, les deux spécimens montrent une crête médio-ventrale très haute. Elle correspond à 1/7° de la hauteur de tour pour l'individu 95-I1/3-01 (pl. 33, fig. 1). Les autres caractères sont typiques du genre. La section est relativement haute, avec des flancs faiblement convexes. Les côtes sont simples, sigmoïdes, fines et élevées.

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. Les deux exemplaires présentent des positions stratigraphiques très différentes. Sur la coupe de Baños del Inca (fig. 40), cette espèce a été récoltée avec *Glottoceras semicostatum*, *Glottoceras cf. raimondii* et *Glottoceras* sp. Elle marque le bio-horizon à *P. ebrayi* (sous-zone et biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur). Le représentant provenant de la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34) se situe nettement plus haut dans la série. Il est associé à *O. (Oxytropidoceras) sp.* et *Mojsisoviczia* sp. dans la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* de l'Albien moyen élevé.

Cette répartition est en accord avec les données bibliographiques. L'espèce est mentionnée dans la sous-zone à Raulinianus (zone à Auritifomis, Albien inférieur) par Owen (1988, p. 211) alors que Breistroffer (1947, p. 28) indique sa présence dans la zone à Dentatus (Albien moyen basal).

Discussion. *O. (Oxytropidoceras) alticarinatum* est proche de *O. (Oxytropidoceras) peruvianum* dont elle se distingue principalement par la hauteur spécifique de la carène ventrale.

O. (OXYTROPIDOCERAS) BÖSEI (Knechtel, 1947)
Pl. 33, Figs. 2-5

Oxytropidoceras bösei ADKINS in SELLARDS, ADKINS & PLUMMER, 1932, p. 365 (*nomen nudum*).

Oxytropidoceras (Manuaniceras) bösei KNECHTEL, 1947, p. 109, pl. 27, fig. 1.

? *Manuaniceras uddeni* YOUNG, 1966, p. 95-97, text-figs. 10b, 12b, pl. 12, figs. 1, 4, 5, pl. 13, fig. 1, pl. 16, figs. 1, 3.

Oxytropidoceras (Manuaniceras) boesei KNECHTEL, Cooper, 1982, p. 308-309, text-figs. 29-31A.

Matériel. Cinq individus fragmentaires (99-PM13Eb-01, 95-R20Eb-01, 98-G21B-02, 98-G21B-03, 99-Y4-08).

Commentaire. Cette espèce montre une très forte incurvation proverse des côtes sur le tiers inférieur des flancs (pl. 33, figs. 3, 5). Ce caractère est nettement plus marqué que pour l'espèce *peruvianum*.

La section est comprimée, nettement plus haute que large. Les flancs sont faiblement arrondis mis à part à proximité du ventre. Le mur ombilical est très peu marqué. L'ornementation consiste en des côtes primaires, simples ou dichotomiques, relativement larges. Le ventre est réduit à une crête carénique peu développée (pl. 33, figs. 2, 4).

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. *O. (Oxytropidoceras) bösei* a été observé sur les coupes de la Quebrada Geshgash (fig. 34), du Pongo de Rentema (fig. 47) et du Pongo de Manseriche (fig. 48). L'espèce caractérise la sous-zone à *R. ulrichi* et la base de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* de l'Albien moyen (fig. 61).

Discussion. Adkins (1932) mentionne le nom d'*Oxytropidoceras bösei* dans la figure 19 de la page 325. Mais aucune description, ou même mention, n'est présente dans le texte. Comme l'indique Young (1966, p. 97), ce terme doit donc être considéré comme un *nomen nudum*.

Ce même auteur indique en premier lieu, page 97, que l'utilisation de ce nom par Knechtel (1947) n'est pas valable. Mais plus tard, page 99, il maintient (avec doute) cette espèce.

Même si Knechtel (1947) ne fait pas référence à la citation d'Adkins (1932), la création de l'espèce nous semble justifiée, dans la mesure où le «*nomen nudum*» laisse la possibilité d'une description postérieure. *Oxytropidoceras bösei* décrit par Knechtel est ici maintenu.

Au-delà, l'espèce *uddeni*, qui est justement basée sur la citation d'Adkins (Young, 1966, p. 97), est très proche de l'espèce *bösei*. La section comprimée et la forte incurvation proverse des côtes sur le tiers inférieur des flancs rappelle l'espèce décrite par Knechtel. Nous suivons Cooper (1982, p. 308) qui évoque l'éventualité d'une synonymie.

La position de ce taxon dans le genre *Oxytropidoceras* est également maintenue. Young (1966, p. 95) mentionne que son espèce *uddeni* (ou *bösei*) serait l'unique espèce du genre *Manuaniceras* à ne pas développer de côtes plates. Ce caractère justifie totalement l'appartenance de celle-ci au genre originel.

O. (OXYTROPIDOCERAS) CARBONARIUM (Gabb, 1877)

Pl. 33, Fig. 6-8, Pl. 34, Figs. 1-3

Ammonites carbonarius GABB, 1877, p. 269, pl. 38, fig. 2.

Schloenbachia acutocarinata var. *multifida* STEINMANN, 1881, p. 139, pl. 7, fig. 1.

Ammonites carbonarius GABB, Steinmann, 1882, p. 167.

Schloenbachia royssiana var. *multifida* STEINMANN, Schlagintweit, 1912, p. 64.

Oxytropidoceras cf. *acutocarinatum* (SHUMARD), Adkins, 1928, p. 226, pl. 5, fig. 1.

Oxytropidoceras cf. *multifidum* STEINMANN, Spath, 1930, p. 61, pl. 71.

Oxytropidoceras acutocarinatum var. *multifida* STEINMANN, Collignon in Besairie et Collignon, 1936, p. 181, pl. 20, fig. 1.

Oxytropidoceras (Manuaniceras) carbonarium (GABB), Knechtel, 1947, p. 107, pl. 27, fig. 4, pl. 28, fig. 2, pl. 29.

Oxytropidoceras carbonarium (GABB), Benavides Cáceres, 1956, p. 457-458, pl. 49, fig. 6.

Manuaniceras carbonarium (GABB), Young, 1966, p. 99-103, text-figs. 9b, 12e g, k, 13a, d, f, g, 15c, d, pl. 7, figs. 4, 6, pl. 10, figs. 2-4, pl. 17, figs. 1-6, pl. 30, fig. 1, pl. 35, fig. 3.

Matériel. Sept spécimens fragmentaires (99-PM12Eb-04, 95-R19-02, 95-R19-03, 95-R22-02, 98-G22-01, 98-G26-01, 99-Y4-09).

Commentaire. Les spécimens possèdent l'ornementation classique de l'espèce-type (Spath, 1925, p. 281-282). Les côtes, aplaties et larges, sont majoritairement primaires dichotomiques ou secondaires. Ces dernières s'intercalent et se développent à partir du quart ou du tiers supérieur des flancs. Les côtes primaires simples sont rares. La section est très comprimée. Le mur ombilical apparaît faiblement incliné. Les flancs sont arrondis alors que le ventre se limite à une crête carénique plus ou moins développée (pl. 33, figs. 6-8, pl. 34, figs. 1-3).

L'aspect sigmoïde accentué et la présence de différents types de côtes distinguent *O. (Oxytropidoceras) carbonarium* de *O. (O.) peruvianum*.

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. Le lectotype d'*O. (Oxytropidoceras) carbonarium* provient de la formation Pariatambo des Andes centrales (Gabb, 1877). Dans ce travail, elle est l'espèce-index de la seconde sous-zone et de la biozone de l'Albien moyen (voir chapitre biostratigraphie). Son extension stratigraphique se restreint à la sous-zone qu'elle définit (fig. 61).

L'espèce est présente dans plusieurs secteurs du Bassin Occidental péruvien, depuis les Andes centrales (Quebrada Geshgash, fig. 34) jusqu'à la bordure du Bassin Oriente (Pongo de Mansérliche, fig. 48).

Discussion. Depuis Knechtel (1947), cette espèce est considérée comme le «chef de file» du genre *Manuaniceras*. Elle est en effet beaucoup plus fréquente que l'espèce-type *manuanense*. Mais, suivant en cela plusieurs auteurs (Benavides Cáceres, 1956; Cooper, 1982; Wright *et al.*, 1996), ce genre est ici considéré comme synonyme d'*Oxytropidoceras* (voir discussion dans la partie consacrée au genre *Oxytropidoceras*). L'espèce *carbonarium* est ainsi placée dans le genre décrit par Stieler (1920).

Sous-genre **MIRAPELIA** Cooper, 1982
O. (MIRAPELIA) MIRAPELIANUM (d'Orbigny, 1850)
Pl. 34, Figs. 4-5

Ammonites mirapelianum d'ORBIGNY, 1850a, p. 124.

Oxytropidoceras mirapelianum d'ORBIGNY, Cooper, 1982, p. 297, text-fig. 14D-E.

Matériel. Trois individus fragmentaires (95-R8-03, 95-R11-08, 99-Y3Eb-15).

Commentaire. Les spécimens péruviens se marquent par une section comprimée. Les flancs, plats sur la partie supérieure, deviennent fortement convexes à l'arrivée sur le ventre. La région siphonale développe une crête plutôt large. Les côtes, très fines sur le bord ombilical, s'élargissent rapidement pour devenir très évasées sur la région ventro-latérale (pl. 34, figs. 4-5).

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. *O. (Mirapelia) mirapelianum* n'a été collecté que sur les deux coupes de Yanarajo (fig. 37) et de Baños del Inca (fig. 40). Les deux spécimens 95-R11-08 et 99-Y3Eb-15 proviennent de la sous-zone à *R. ulrichi*. L'individu 95-R8-03, rattaché avec doute à l'espèce, est présent dans la sous-zone à *R. mathewsi*.

Bresitroffer (1947, p. 25 et 28) mentionne l'espèce dans la super-zone à *Mammillatum* (Albien inférieur) dans la localité de la Perte-du-Rhône (Bassin Vocontien, France) et dans la

zone à *Dentatus* à l'échelle des Bassins européens. Owen (1971, p. 155) place cette espèce dans la sous-zone à *Spathi* (zone à *Dentatus*, Albien moyen basal).

Discussion. Cooper (1982, p. 291) crée le sous-genre *Mirapelia* à partir de l'espèce-index *mirapelianum*. Le caractère aplati et très épais des côtes sur la bordure ventrale en est le critère spécifique majeur.

O. (MIRAPELIA) DOUGLASI (Knechtel, 1947)

Pl. 34, Figs. 6-7, Pl. 35, Figs. 1-5

Oxytropidoceras douglasi KNECHTEL in KNECHTEL, RICHARDS & RATHBUN, 1947, p. 106, pl. 24, figs. 1-4, pl. 25, figs. 1-2, pl. 26, pl. 27, figs. 2-3, pl. 28, fig. 1.

Oxytropidoceras douglasi KNECHTEL, Benavides Cáceres, 1956, p. 459, text-fig. 42.

Oxytropidoceras douglasi KNECHTEL, Young, 1966, p. 88-89, pl. 10, figs. 1-5, pl. 36, figs. 3-4, pl. 37, figs. 4-5.

Matériel. Vingt-sept exemplaires complets ou fragmentaires (99-CQ25-04, 99-CQ26-01, 99-CQ27Eb-05, 99-PM5-01, 99-PM5-02, 99-PM6-05, 99-PM6-07, 99-PM12Eb-01, 99-PM12Eb-02, 99-PM14Eb-17, 99-PM14Eb-20, 99-PM14Eb-21, 99-PM14Eb-24, 99-PM14Eb-25, 99-PM14Eb-26, 99-PM14Eb-27, 99-PM14Eb-29, 99-PM14Eb-30, 99-PM14Eb-31, 99-PM14Eb-32, 99-PM14Eb-37, 99-PM14Eb-38, 99-PM14Eb-40, 99-R6BEb-12, 95-R15-01, 98-G4Eb-03, 99-Y4Eb-02).

Commentaire. La morphologie se caractérise par une section haute et ovale, dont la largeur maximale intervient à mi-flanc (pl. 34, fig. 7, pl. 35, fig. 2). La hauteur de tour augmente rapidement au cours de l'ontogénèse. L'ornementation se compose d'une crête carénique plus ou moins développée et de côtes sigmoïdes, dont l'épaisseur croît progressivement en direction du ventre. Le mur ombilical est assez marqué (pl. 34, fig. 6, pl. 35, figs. 1, 3-5).

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. La majorité des individus provient de la coupe du Pongo de Manseriche (fig. 48). La stratigraphie aléatoire de la partie sommitale de cette coupe rend délicate l'appréciation de la répartition de l'espèce. Les niveaux inférieurs, mieux contraints, indiquent toutefois sa présence dès la sous-zone à *R. ulrichi* (Albien moyen basal). L'espèce montre la même position stratigraphique sur les autres localités, mis à part un individu isolé (99-R6BEb-12) de la coupe du Pongo de Rentema collecté en éboulis dans les niveaux datés de la sous-zone à *R. mathewsi* (Albien inférieur sommital, fig. 46).

Discussion. *O. (Mirapelia) douglasi* se distingue de l'espèce-type par une taille plus importante, une section plus arrondie, des flancs plus convexes, des côtes plus sigmoïdes et moins larges.

Cooper (1982, p. 296) place l'espèce de Knechtel en synonymie de *O. (Mirapelia) buarquianum*, créée par White (1887). Mais l'espèce *douglasi* développe une section beaucoup plus renflée, avec une convexité plus forte des flancs. Le rapprochement réalisé par Cooper est infirmée dans ce travail.

Sous-genre **VENEZOLICERAS** Spath, 1925
O. (VENEZOLICERAS) cf. *VENEZOLANUM* (Stieler, 1920)
Pl. 35, Figs. 6-8

Schlöenbachia (Mortoniceras) inflata SOWERBY, Schlagintweit, 1912, p. 79, text-figs. 1-2.
Oxytropidoceras venezolanum STIELER, 1920, p. 394.
Venezoliceras venezolense (STIELER), Spath, 1925, p. 182.
Venezoliceras venezolanum (STIELER), Benavides Cáceres, 1956, p. 459-460, pl. 53, fig. 5.

Matériel. Deux exemplaires fragmentaires (99-P19-01, 99-PP14-05).

Commentaire. Les côtes, droites et épaisses, n'atteignent pas la carène comme sur les formes précédemment décrites (pl. 35, figs. 7-8). Elles s'élèvent et s'interrompent à l'apex d'un tubercule ventro-latéral allongé dans le sens de l'enroulement. Les flancs restent faiblement convexes et donnent un aspect sub-rectangulaire typique à la section (pl. 35, fig. 6).

Répartition stratigraphique et paléogéographique. Les deux individus, récoltés sur les coupes d'Oyón (fig. 36) et de Paria Puquio (fig. 42), sont présents dans les premières associations de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* (fig. 61).

Discussion. La forme rigide et l'espacement assez marqué des côtes, la section comprimée et tuberculée, rapprochent les exemplaires récoltés de l'espèce-type *venezolanum*, figurée par Schlagintweit (1912) ou Renz (1982).

Ce sous-genre se distingue nettement des *Oxytropidoceras* ou *Mirapelia* par la section très comprimée et la présence d'une tuberculation, qui modifie l'allure de la costulation sur la région ventro-latérale. Il se rapproche, par contre, du sous-genre *Benavidesites* (voir ci-après).

Sous-genre **BENAVIDESITES** Cooper, 1982
O. (BENAVIDESITES) HARRISONI (Benavides Cáceres, 1956)
Pl. 36, Figs. 1-3

Venezoliceras harrisoni BENAVIDES CACERES, 1956, p. 460, pl. 53, fig. 6.
Oxytropidoceras (Benavidesites) harrisoni BENAVIDES CACERES, Cooper, 1982, p. 295.

Matériel. Deux spécimens fragmentaires (99-R21BEb-05, 99-Y3-08).

Commentaire. Bien que de conservation moyenne, l'exemplaire 99-R21BEb-05 possède les caractères majeurs d'*O. (Benavidesites) harrisoni* (pl. 36, figs. 1-3) :

- la section assez large, montre des flancs faiblement convexes;
- le mur ombilical est fortement incliné;
- le ventre porte une crête carénique large;
- les côtes sont plutôt rigides. Les tours internes, à côtes très sigmoïdes (voir le type *in* Benavides Cáceres, 1956, pl. 53, fig. 6), sont malheureusement absents sur notre échantillon;
- les côtes s'élèvent et s'atténuent sur la bordure ventrale; elles portent un tubercule fin sur la partie médiane des flancs.

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. Sur la coupe de Yanarajo (fig. 37), ce nouvel exemplaire appartient à la sous-zone à *R. ulrichi*. Il est associé, en plus de l'espèce-

index, à *Eubrancoceras aegoceratoides*, *Parabrancoceras* gr. *compressum* var. *complanata-rotundatum*, *Lyelliceras isaaclei* et *Lyelliceras* sp.

Discussion. Cooper (1982, p. 291) crée le sous-genre *Benavidesites* sur la base de l'espèce-type, ici décrit, qui montre une variation de la morphologie très spécifique. Les tours internes portent des côtes aplaties et bifurquées, proches d'*O. (Oxytropidoceras) carbonarium*. L'ornementation varie de manière importante sur les derniers stades. Elle se caractérise par des côtes, nettement plus étroites et moins sigmoïdes, qui s'élèvent sur la bordure ventrale et s'arment de tubercules médio-latéraux.

Genre *DIPLOCERAS* Hyatt, 1900

DIPLOCERAS cf. *CRISTATUM* (Deluc MS, Brongniart in Cuvier & Brongniart, 1822)

Pl. 36, Fig. 4

Ammonites cristatus DELUC MS, BRONGNIART in CUVIER et BRONGNIART, 1822, pl. o, figs. 9, 10.

Ammonites cristatus DELUC, d'Orbigny, 1841, p. 298, pl. 88, figs. 1-5.

Dipoloceras cristatum (DELUC), Spath, 1921, p. 277, pl. 25, fig. 2, pl. 26, fig. 6.

Dipoloceras cristatum (DELUC), Spath, 1922, p. 75.

Dipoloceras cristatum (DELUC), Adkins, 1928, p. 224.

Dipoloceras cristatum (DELUC), Spath, 1931, p. 365-371, text-figs. 119, 121, 122a, e-h, pl. 32, figs. 1-3, pl. 33, fig. 4, pl. 35, figs. 6-8, 10-15.

Dipoloceras cristatum (DELUC), Lissón, 1939, p. 161-163, pl. 1, figs. 1-4.

Dipoloceras cristatum cristatum (DELUC), Young, 1966, p. 130-131, text-figs. 17c, 20d, pl. 15, figs. 1-4.

Matériel. Trois spécimens complets mais de conservation médiocre (98-G35-02, 98-G35-03, 98-G35-04).

Commentaire. Les tours sont plutôt évolutés et peu élevés, ce qui laisse supposer une section sub-ronde. Une crête carénique est présente, bien que mal conservée sur les spécimens récoltés. L'ornementation se caractérise également par des côtes simples ou dichotomiques, généralement fines et élevées.

Entre cinq et six côtes dichotomiques hypertrophiées apparaissent sur le tiers supérieur des flancs (pl. 36, fig. 4). Ce caractère est typique de l'espèce *cristatum*.

Répartition stratigraphique et paléogéographique. Les deux exemplaires proviennent de l'unité 80 de la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34), où ils sont associés à *Dipoloceras* sp. et à *Hysterocheras* gr. *varicosum*.

Valeur stratigraphique. *Dipoloceras cristatum* est l'espèce-index de la première sous-zone de l'Albien supérieur du Bassin Anglo-Parisien (Hart *et al.*, 1996; Owen, 1999). Elle est présente dans la sous-zone à Powell, première subdivision de l'Albien supérieur du Texas (Young, 1966). Au Pérou, elle n'est jusqu'ici mentionnée que par Lissón (1939).

Du point de vue stratigraphique, les nouveaux exemplaires marquent les dernières associations d'ammonites de la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34). *Dipoloceras* cf. *cristatum* a ainsi été retenue comme index de la base de l'Albien supérieur (voir chapitre biostratigraphie).

5.3. La superfamille des TURRILITACEAE Gill, 1871

5.3.1. La famille des ANISOCERATIDAE Hyatt, 1900

Ordre AMMONOIDEA Zittel, 1884
Sous-ordre ANCYLOCERATINA Wiedmann, 1966
Super-famille TURRILITACEAE Gill, 1871

Discussion. Sommermeier (1910) et Benavides Cáceres (1956) mentionnent la présence de *Protanisoceras blancheti*. Les formes hétéromorphes n'étaient jusqu'à présent représentées que par cette unique espèce dans l'Albien inférieur du Bassin Andin.

D'autres espèces tuberculées (genre *Protanisoceras*) ou non tuberculées (genre *Hamites*) sont nouvellement décrites lors de ce travail. Un second groupe de forme à tours juveniles criocones, d'âge Albien moyen, complète la présence de la super-famille des Turritaceae dans le Bassin Occidental péruvien.

Famille ANISOCERATIDAE Hyatt, 1900
Genre *PROTANISOCERAS* Spath, 1923
PROTANISOCERAS CANTIANUM Spath (1939)
Pl. 36, Fig. 5

Protanisoceras cantianum SPATH, 1939, p. 567-568, text-fig. 201a-d, pl. 63, fig. 10.

Protanisoceras (Protanisoceras) cantianum SPATH, Casey, 1961, p. 104-105, text-figs. 35q-r, 36a, pl. 23, figs. 1-2, pl. 25, fig. 3.

Matériel. Un individu fragmentaire (99-Z8-01).

Commentaire. Seul un flanc, et une partie de la région ventrale, sont identifiables (pl. 36, fig. 5). Le fragment semble correspondre à la hampe et à l'amorce de la crosse. La section est ronde. Les côtes, faiblement obliques, sont assez épaisses. Leur largeur est identique à l'espacement intercostal. Elle s'élargissent néanmoins en direction du ventre. On observe la présence d'une rangée ventrale de tubercules fins, portés par l'ensemble des côtes. L'existence d'une seconde rangée de tubercules latéraux très réduits est supposée.

Répartition stratigraphique et paléogéographique. Cet exemplaire a été récolté isolé dans le banc 23 de la coupe de Puente Zonanga (fig. 43). Il se situe dans le bio-horizon à *P. ebrayi* de la sous-zone à *G. raimondii* (Albien inférieur, fig. 50).

PROTANISOCERAS cf. *ACTEON* (d'Orbigny, 1850)

Hamites acteon d'ORBIGNY, 1850, p. 126.

Protanisoceras (Protanisoceras) acteon (d'ORBIGNY), Casey, 1961, p. 109-110, text-figs. 35o, p. 36d, pl. 24, figs. 1-4.

Matériel. Un exemplaire unique (99-R102-10).

Commentaire. Le spécimen, très fragmentaire, semble correspondre à la hampe. Il montre une section ovale. Les côtes, grossières et obliques, s'épaississent en direction du ventre, ou elles s'effacent. Deux rangées de tubercules ventro-latéraux et ventraux, allongés dans le sens radial, s'observent.

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. *Protanisoceras* cf. *acteon* provient du sommet de l'unité 65 de la coupe du Pongo de Rentema (fig. 46). Il est associé à *Parengonoceras* sp., *Glottoceras* sp. juv. cf. *gabbi* et *Glottoceras* sp. juv. Cette première association faunique à Engonoceratidae marque la base de la sous-zone à *P. haasi* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur) (fig. 50).

Intérêt stratigraphique. *Protanisoceras acteon* est présent dans la sous-zone à Floridum (zone à Chalensis, superzone à Mammillatum, Albien inférieur) en Europe de l'Ouest (Owen, 1988, p. 208). La base de la sous-zone à *P. haasi* est donc probablement corrélable avec la sous-zone à Chalensis *pro parte*.

Discussion. Casey (1961, p. 109) mentionne la convergence de l'espèce *acteon* avec *Protanisoceras blancheti*. La distinction porte sur l'aspect grossier de la tuberculation sur le ventre et son effacement sur la région dorsale, caractères observés sur le spécimen péruvien.

5.3.2. La famille des HAMITIDAE Gill, 1871

Famille HAMITIDAE Gill, 1871

Genre HAMITES Parkinson, 1811

HAMITES cf. PSEUDATTENUATUS Casey (1961)

Pl. 36, Figs. 6-8

Hamites pseudattenuatus CASEY, 1961, p. 35, pl. 57, fig. 1.

Matériel. Un spécimen unique fragmentaire (95-I9-03).

Commentaire. Le fragment correspond au passage de la hampe à la crosse (pl. 36, figs. 6-8). La section, ovale, est beaucoup plus large que haute. La costulation, radiale, est irrégulière. Les côtes, relativement épaisses sur la hampe, deviennent plus fines à l'arrivée sur la crosse. Leur effacement est quasi total sur la région ventrale. Aucune tuberculation n'est développée.

Répartition stratigraphique et paléogéographique. L'exemplaire 95-I9-03 provient des bancs 17 à 23 de la coupe de Baños del Inca (fig. 40). Il appartient à une association faunique dominée par les *Neodeshayesites* du groupe *umbilicostatus*, marqueurs de la première subdivision de l'Albien du Pérou.

Valeur stratigraphique (voir également le chapitre biostratigraphie). Dans le Bassin Anglo-Parisien, *Hamites pseudattenuatus* est caractéristique de la zone à Chalensis (superzone à Mammillatum, Albien inférieur) (Casey, 1961, p. 96; Owen, 1988, p. 208). Sa présence dans la série péruvienne est un bon argument de la corrélation inter-régionale avec la biozone à *N. nicholsoni* du Pérou.

HAMITES gr. MAXIMUS Sowerby (1814)

Pl. 37, Figs. 1-2

Hamites maximus SOWERBY, 1814, p. 138, pl. 62, fig. 1.

Hamites maximus SOWERBY, Spath, 1941, p. 621-624, pl. 63, fig. 3.

Matériel. Quatre exemplaires fragmentaires (98-G27-01, 98-G27-03, 98-G28-02, 98-G31-01, 98-G32-01) dont l'état de conservation est moyen. Les individus sont aplatis.

Commentaire. L'exemplaire 98-G27-03 montre les premiers stades de forme criocone (pl. 37, fig. 1). Les côtes, fines et régulières, sont radiales sur les premiers stades. Elles obliquent légèrement pendant l'ontogénèse. Le diamètre croît de manière progressive.

Le spécimen 98-G31-01 (pl. 37, fig. 2) illustre les stades adultes, à côtes larges et aplatis. Ces dernières s'effacent très nettement sur la région dorsale. La section reste ronde.

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. *Hamites* gr. *maximus* n'est présent que sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 34). Elle caractérise la partie supérieure de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium*, en association avec des représentants du genre *Mojsisoviczia*.

Intérêt stratigraphique. Dans le Bassin Anglo-Parisien, cette espèce marque les sous-zones à Nitidus et Daviesi de la zone à Lautus (Albien moyen terminal) (Owen, 1971, p. 152). Elle confirme l'âge Albien moyen, plutôt élevé, de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* (fig. 50).

Discussion. La forme circulaire « parfaite » de la coquille, la relative épaisseur des côtes, leur obliquité, et l'évolution graduelle du diamètre rapprochent les spécimens péruviens de *Hamites maximus*. Cette forme criocone est également observée chez *H. rotundus*, mais cette espèce développe des côtes plus fines et plus fréquentes.

D'une manière plus générale, ces formes rappellent les tours juvéniles des *Hamites* de l'Albien moyen, figurés par Spath (1941).

5.4. La sous-famille des DOUVILLEICERATINAE Parona & Bonarelli, 1897

Ordre AMMONOIDEA Zittel, 1884

Sous-ordre ANCYLOCERATINA Wiedmann, 1966

Super-famille DOUVILLEICERATACEAE Parona & Bonarelli, 1897

Famille DOUVILLEICERATIDAE Parona & Bonarelli, 1897

Sous-famille DOUVILLEICERATINAE Parona & Bonarelli, 1897

Discussion. Ces formes sont très peu représentées dans la série albienne du Bassin Occidental péruvien. Seuls six individus, répartis sur trois espèces, sont identifiables. Néanmoins, malgré cette faible représentation numérique, leur intérêt stratigraphique indéniable sert de base aux corrélations zonales avec le Texas et le Bassin Anglo-Parisien.

Genre *DOUVILLEICERAS* de Grossouve, 1894

[= *Trinitoceras* Scott, 1940]

DOUVILLEICERAS cf. *MONILE* (Sowerby, 1816)

Pl. 37, Figs. 3-4

Ammonites monile SOWERBY, 1816, p. 35, pl. 57, fig. 1.

Douvilleiceras monile (SOWERBY), Spath, 1925, p. 72-73, pl. 4, fig. 4, pl. 5, fig. 5.

Douvilleiceras monile (SOWERBY), Benavides Cáceres, 1956, p. 442-443, pl. 43, figs. 1-4.

Matériel. Un unique individu fragmentaire (99-TE5Eb-18).

Commentaire. Malgré le caractère juvénile de l'individu, l'ornementation est très forte (pl. 37, figs. 3-4). Elle présente un véritable sillon siphonal. Les deux rangées de tubercules ventrale et ventro-latérale sont très développées. Les flancs portent trois rangées supplémentaires de tubercules plus réduits. Les côtes sont épaisses et très espacées. Le mur ombilical est vertical.

La section plus large que haute, caractéristique du genre *Douvilleiceras*, peut s'observer pour l'espèce *monile* mais également sur les deux autres formes (voir ci-après).

Répartition stratigraphique et paléogéographique. L'exemplaire collecté, en éboulis, provient des dix derniers mètres de la coupe de Tamberia Este (fig. 38), où il est associé à une faune d'ammonites caractéristique du bio-horizon à *P. ebrayi* de la base de la biozone à *G. raimondii* (Albien inférieur).

Valeur stratigraphique. *Douvilleiceras monile* est un bon marqueur stratigraphique. Spath (1923) et Breistroffer (1947) retiennent respectivement cette espèce comme index de la partie inférieure de la zone à Mammillatum, puis de l'Albien inférieur terminal (ou Protohoplitien) (fig. 8, chapitre biostratigraphie). Son utilisation est cependant abandonnée depuis Casey (1961). Owen (1988) signale néanmoins la présence de l'espèce dans les zones à Raulinianus et Bulliensis de la super-zone à Mammillatum (dans sa conception actuelle).

DOUVILLEICERAS OFFARCINATUM (White, 1887)

Pl. 37, Figs. 5-7

Ammonites offarcinatus WHITE, 1887, p. 219-220, pl. 23, figs. 3-4.

Douvilleiceras offarcinatum (WHITE ?), Scott, 1940, p. 1011-1012, pl. 58, fig. 4-5.

Douvilleiceras sp. cf. *offarcinatum* (WHITE), Young, 1974, p. 188-191, textfig. 3c, pl. 1, fig. 2, pl. 5, figs. 5-6, ? pl. 7, fig. 3.

? *Douvilleiceras abozagloi* ETAYO SERNA, 1979, p. 55-56, pl. 8, fig. 7.

Matériel. Le spécimen 99-TO4-22 complet.

Commentaire. Cet individu adulte développe les deux caractères spécifiques de l'espèce *offarcinatum*: le large sillon ventral (pl. 37, figs. 6-7) et la relative faiblesse de la tuberculation (pl. 37, fig. 5, 7).

Le spécimen péruvien est de taille relativement grande; son diamètre atteint 145 mm. L'ombilic, large, est bordé par un mur vertical très haut. La section est typique avec une largeur nettement plus importante que la hauteur de tour. Les tours internes portent des tubercules péri-ombilicaux non portés par l'ensemble des côtes, ainsi qu'une rangée de tubercules latéraux et deux rangées de tubercules ventro-latéraux (dont les plus internes sont forts). L'alternance de côtes simples primaires et secondaires apparaît irrégulière. Le stade adulte développe une triple ornementation :

- des côtes primaires à cinq rangées de tubercules;
- des côtes primaires à quatre rangées de tubercules (absence des tubercules péri-ombilicaux);
- des côtes secondaires sans tubercules péri-ombilicaux et latéraux. Ces deux rangées disparaissent par délétion au cours de l'ontogénèse.

Les derniers stades portent trois tubercules ventraux atténués.

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. Le spécimen 99-TO4-22 se situe dans l'association d'ammonites à *Neodeshayesites nicholsoni* (biozone du même nom, Albien inférieur) de la base de l'unité 17 de la coupe de Tamberia Oeste (fig. 39).

Discussion. Les tubercules ne sont pas allongés dans le sens de l'enroulement comme chez *Douvilleiceras mammillatum* et ses formes affines. Ce particularisme semble caractériser l'ensemble des espèces «américaines».

Le large sillon ventral, les côtes larges et peu fréquentes et la force de tuberculation rappelle le spécimen déterminé comme *Douvilleiceras stoliczkanum* par Douvillé (1906, pl. 1, fig. 1). Cet individu ne porte cependant que trois rangées de tubercules.

Berthou *et al.* (1991) placent cette espèce en synonymie de *Douvilleiceras mammillatum*; ils ne développent cependant aucun argument.

Valeur stratigraphique (voir également le chapitre biostratigraphie). Cette espèce, initialement décrite au Brésil par White (1887), présente un intérêt corrélatif majeur sur le plan stratigraphique. *Douvilleiceras offarcinatum* marque la zone à Spathi du Sud Texas et la zone à D. cf. *mammillatum* du Texas central (Young, 1974).

DOUVILLEICERAS REX (Scott, 1940)

Pl. 38, Figs. 1-4

Trinitoceras rex SCOTT, 1940, p. 1017-1018, textfig. 153, pl. 60, figs. 1-3.

Douvilleiceras rex (SCOTT), Young, 1974, p. 187, textfig. 2d, 3a, i, pl. 6, fig. 10, pl. 7, figs. 1, 5.

Matériel. Trois exemplaires fragmentaires (95-I9-01, 95-I9A-01, 99-I9B-08) et les tours internes de l'holotype (BEG 34801) conservé dans les collections du laboratoire «Non Vertebrate Paleontology» de l'«University of Texas» d'Austin (Texas, USA).

Commentaire. Ces représentants péruviens possèdent les caractères typiques de *Douvilleiceras rex* (pl. 38, figs. 2, 4) :

- la déléation des tubercules sur les stades adultes;
- la très grande taille; le diamètre de l'exemplaire 95-I9A-01 atteint 250 mm environ.

Les tours internes ne sont pas visibles sur les formes du Pérou. L'observation de l'holotype montre cependant la présence d'au minimum deux rangées de tubercules (pl. 38, fig. 3). Ce critère marque l'appartenance de ces formes au genre *Douvilleiceras*.

Répartition stratigraphique et paléobiogéographique. Les trois individus ont été collectés dans les bancs 17 à 23 de la base de la coupe de Baños del Inca (niveau I9, fig. 40). Ils appartiennent aux plus anciennes associations fauniques de l'Albien connues jusqu'ici, dominées par les *Neodeshayesites umbilicostatus*.

Valeur stratigraphique (voir également le chapitre biostratigraphie). Cette espèce présente un intérêt corrélatif majeur sur le plan stratigraphique. *Douvilleiceras rex* marque la zone à Spathi du Texas méridional et la zone à Cragini du Texas central (Young, 1974). En se référant à la présence concomitante de *Neodeshayesites umbilicostatus*, nous considérons que les associations I9 de la coupe de Baños del Inca sont les équivalentes de l'intervalle zone à Cragini - Bakeri / base de la zone à Spathi - D. cf. *mammillatum* du Texas.

6. CONCLUSION : LES DISCUSSIONS MAJEURES

Hors du cadre spécifique purement descriptif et «déterministe», l'analyse de cette faune d'ammonites offre de multiples discussions :

Notamment du point de vue de la systématique, avec :

- le rattachement de la famille des Engonoceratidae aux Puchellidés;
- l'organisation quadripartite de la sous-famille des Lyelliceratinae avec le maintien du genre *Ralphimlayites*;
- à l'intérieur du cadre bipolaire des Acanthohoplitinae américains, la position des formes péruviennes dans le genre *Neodeshayesites*;
- la réhabilitation du genre *Glottoceras*;
- l'émendation de plusieurs espèces, telles que *Glottoceras attenuatum* et *G. semicostatum*;
- la première citation, dans la série albiennne andine de plusieurs taxons, des espèces *Parengonoceras ebrayi* à *Douvilleiceras offarcinatum*, comme des genres *Platknemiceras*, *Puzosia*, «*Beudanticeras*» ou *Hamites* (dont l'implication biostratigraphique peut être majeure).

Ou plus largement, à propos de la place de ces différents taxons dans l'évolution phylétique globale :

- la probable origine des Engonoceratidae péruviens dans la faune des Monts du Mellegue d'Algérie;
- la phylogénèse particulière des Lyelliceratinae du Bassin Andin, parallèle mais isolée de celle des formes européennes jusqu'au passage Albien inférieur - moyen;
- l'histoire propre des Acanthohoplitinae du continent américain, dont le «pool» originel reste cependant inconnu.

Ces hypothèses peuvent parfois apparaître incomplètes. Elles ne représentent que l'ébauche d'une problématique réouverte après plus de 45 ans d'abandon, période pendant laquelle les sciences paléontologique et biostratigraphique ont largement évolué.

De substantielles avancées pourraient être apportées dans le futur sur la base de nouvelles collectes de faune et d'une approche cladistique et/ou biométrique fine.

ANNEXE 1 DU CHAPITRE PALÉONTOLOGIE
PLANCHES (AMMONITES)

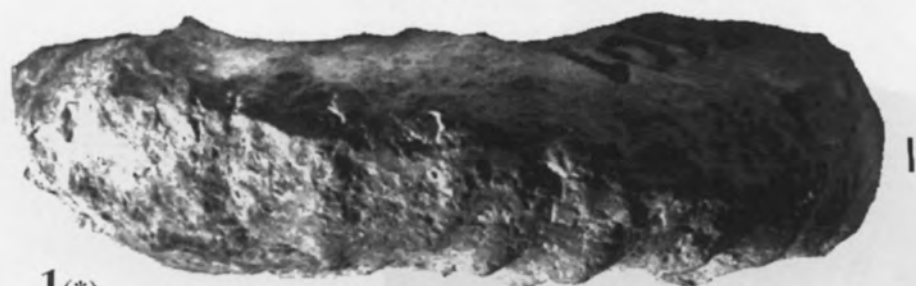
PLANCHE 1

page opposée

- 1 – 2. *Parengonoceras ebrayi* (de Loriol), 99-Z7-04. Vues ventrale et latérale. (* échelle X 0,5)
- 3 – 4. *Parengonoceras ebrayi* (de Loriol), 96-C5Eb-01. Vues ventrale et latérale. (* échelle X 0,5)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 1 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE PARENGONOCERAS)



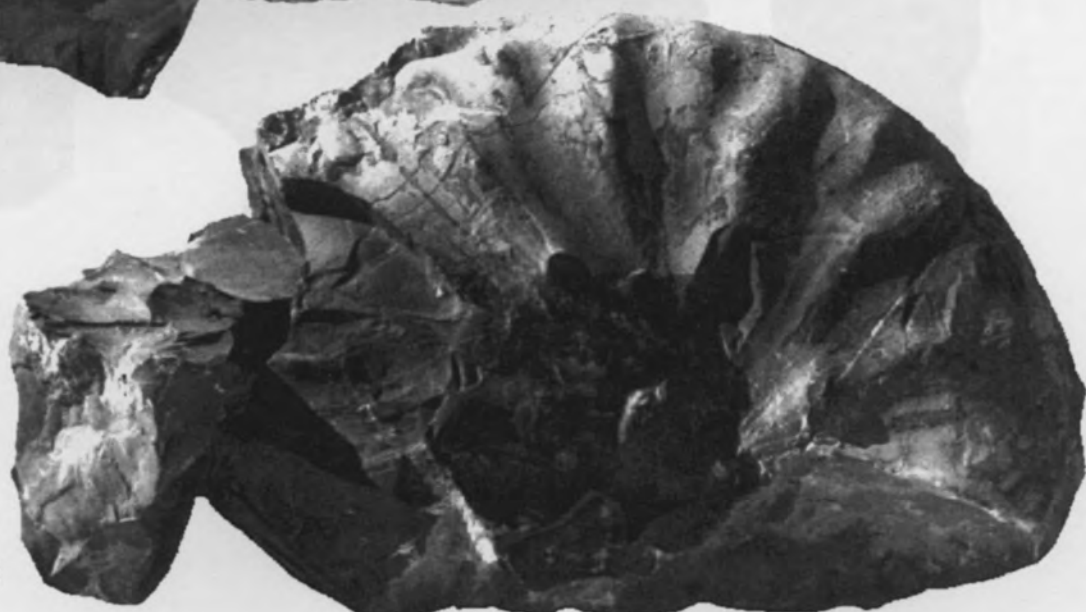
1(*)



2(*)



3(*)



4(*)

PLANCHE 2

page opposée

- 1 - 2. *Parengonoceras ebrayi* (de Loriol), 99-CQ5-01. Vues ventrale et latérale. (* échelle X 0,5)
- 3 - 5. *Parengonoceras haasi* Benavides Cáceres, 99-Z3Eb-01. Section, vues ventrale et latérale. (échelle X 1)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 2 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE PARENGONOCERAS)



PLANCHE 3

page opposée

- 1 - 3. *Parengonoceras haasi* Benavides Cáceres, 99-Z3Eb-02. Vues ventrale et latérale, section. (échelle X 1)
- 4 - 6. *Parengonoceras haasi* Benavides Cáceres, 99-Z2Eb-01. Vues ventrale et latérale, section. (échelle X 1)
- 7 - 9. *Parengonoceras pernodosum* (Sommermeier), 99-CQ5-03. Vues ventrale et latérale, section. (échelle X 1)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 3 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE PARENGONOCERAS)

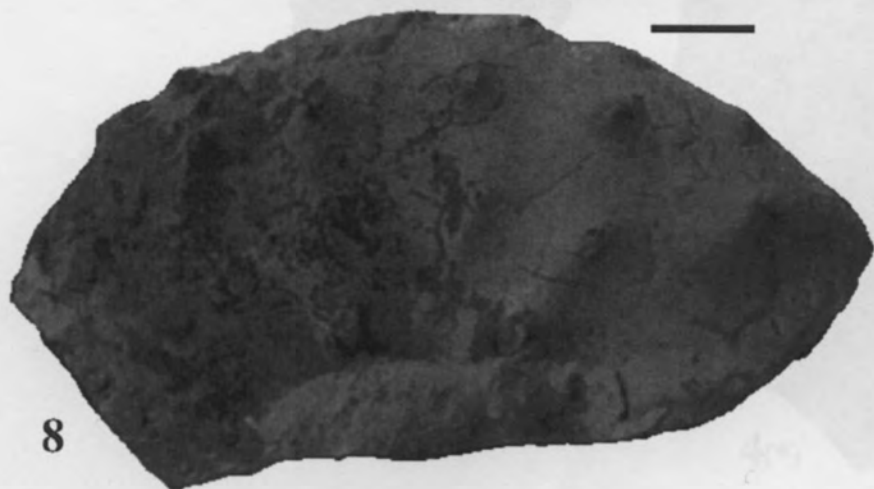
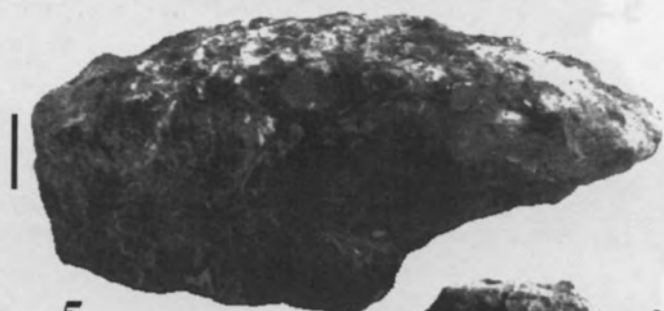
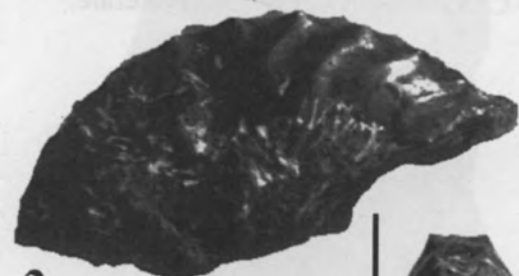
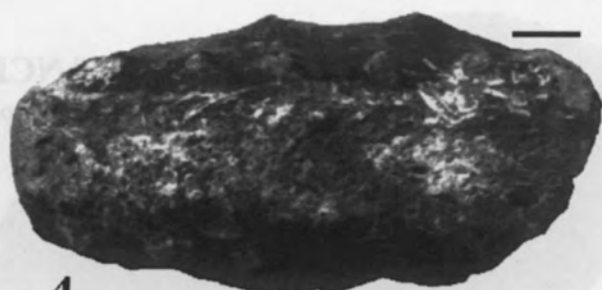
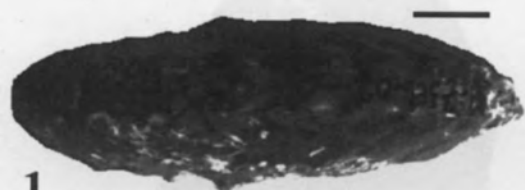


PLANCHE 4

page opposée

- 1 - 2. *Parengonoceras pernodosum* (Sommermeier), 99-CQ6-01. Vues ventrale et latérale.
(* échelle X 0,5)
- 3 - 4. *Parengonoceras pernodosum* (Sommermeier), 99-CQ4-05. Vues ventrale et latérale.
(* échelle X 0,5)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 4 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE PARENGONOCERAS)



1(*)



2(*)



3(*)



4(*)

PLANCHE 5

page opposée

- 1 - 3. *Parengonoceras guadaloupaforme* (Sommermeier), 99-G17-01. Vues ventrale et latérale, et section. (* échelle X 0,5)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 5 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE PARENGONOCERAS)



1(*)



2(*)



3(*)

PLANCHE 6

page opposée

- 1-3. *Parengonoceras guadaloupaeforme* (Sommermeier), 96-C22-03. Vues ventrale et latérale, et section. (* échelle X 0,5)
- 4-6. *Parengonoceras duartei* (Etayo Serna), 99-CQ17-01. Section, vues latérale et ventrale. (* échelle X 0,5)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 6 - ENGONOCERATIDAE

(GENRE PARENGONOCERAS)



1(*)



2(*)



3(*)



4(*)



5(*)



6(*)

PLANCHE 7

page opposée

- 1 – 3. *Parengonoceras duartei* (Etayo Serna), 99-Z24Eb-01. Section, vues latérale et ventrale. (* échelle X 0,5)
- 4 – 6. *Glottoceras attenuatum* (Hyatt), 99-Z3Eb-03. Section, vues latérale et ventrale. (échelle X 1)
- 7 – 8. *Glottoceras attenuatum* (Hyatt), 95-R103-01. Vues ventrale et latérale. (échelle X 1)
- 9 – 10. *Glottoceras attenuatum* (Hyatt), 99-PM13Eb-02. Vues latérale et ventrale. (échelle X 1)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 7 - ENGONOCERATIDAE
(GENRES PARENGONOCERAS et GLOTTOCERAS)



1(*)



2(*)



3(*)



4



5



6



9



10



7



8

PLANCHE 8

page opposée

- 1 – 3. *Glottoceras semicostatum* (Sommermeier), 96-C31-01. Vues ventrale et latérale, et section. (*échelle X 1*)
- 4 – 6. *Glottoceras semicostatum* (Sommermeier), 99-R114A-03. Vue ventrale, section et vue latérale. (*échelle X 1*)
- 7 – 8. *Glottoceras semicostatum* (Sommermeier), 96-C21-02. Vue latérale et section. (*échelle X 1*)
- 9 – 10. *Glottoceras crassicostatum* (Sommermeier), 99-PP5-02. Vues latérale et section. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 8 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE GLOTTOCERAS)



1



2



3



4



5



7



8



6



9



10

PLANCHE 9

page opposée

- 1 – 3. *Glottoceras crassicostatum* (Sommermeier), 99-CQ27-09. Vue ventrale, section et vue latérale. (*échelle X 1*)
- 4 – 5. *Glottoceras crassicostatum* (Sommermeier), 99-PM14Eb-45. Vues latérale et section. (*échelle X 1*)
- 6 – 7. *Glottoceras crassinodosum* (Sommermeier), 95-R108B-01. Vue latérale et section. (* *échelle X 0,75*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 9 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE GLOTTOCERAS)

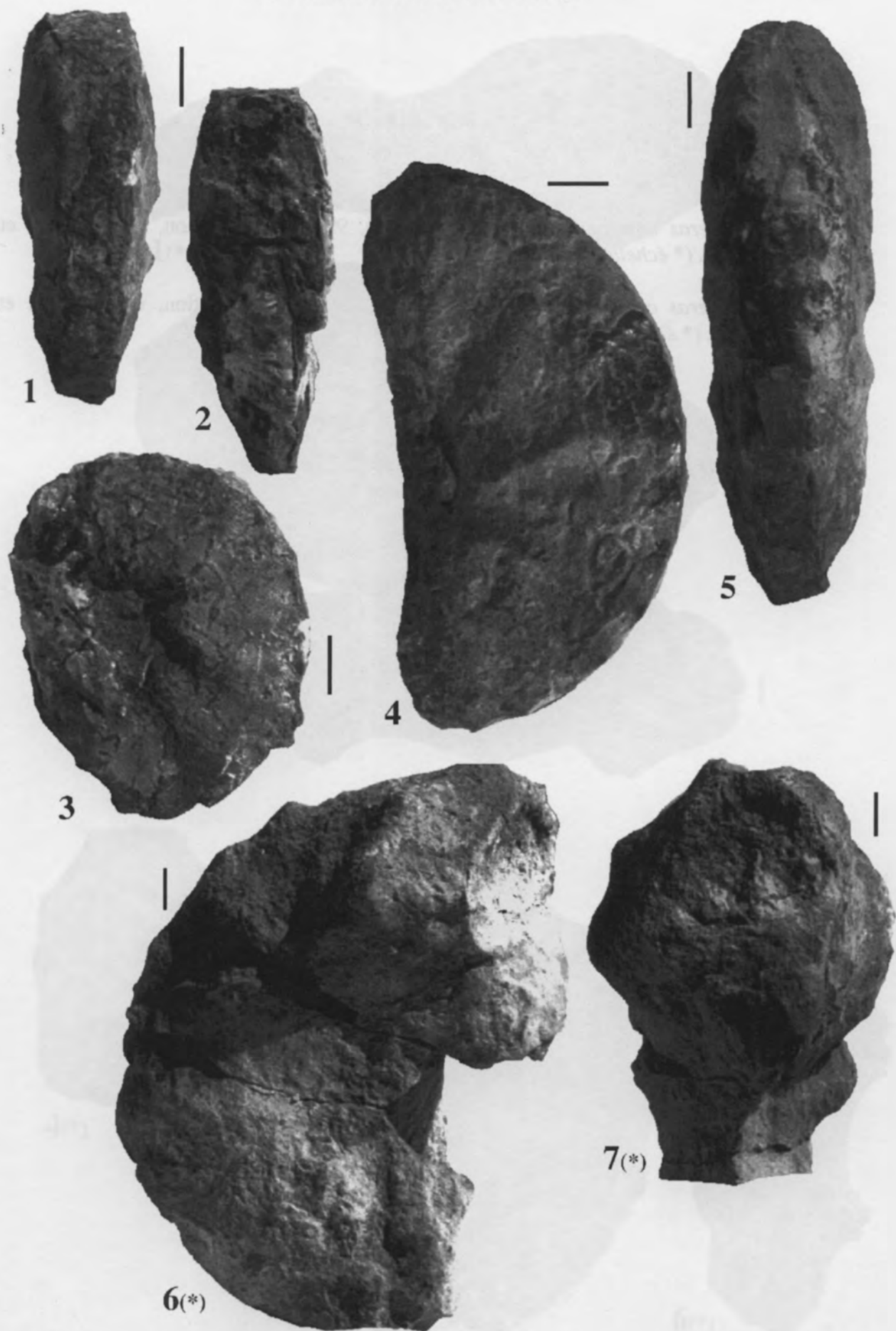


PLANCHE 10

page opposée

- 1 – 3.** *Glottoceras crassinodosum* (Sommermeier), 99-R22-01. Section, vues latérale et ventrale. (* échelle X 0,5)
- 4 – 6.** *Glottoceras crassinodosum* (Sommermeier), 99-Z23-01. Section, vues latérale et section. (* échelle X 0,5)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 10 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE GLOTTOCERAS)



1(*)



2(*)



3(*)



4(*)



5(*)



6(*)

PLANCHE 11

page opposée

- 1 – 2. *Glottoceras raimondii* (Lissón), MHN 135 (**holotype**). Section et vue latérale. (*échelle X 1*)
- 3 – 5. *Glottoceras raimondii* (Lissón), 99-PP9Eb-01. Vue ventrale, section et vue latérale. (*échelle X 1*)
6. *Glottoceras raimondii* (Lissón), 99-TE4Eb-06. Vue latérale. (*échelle X 1*)
- 7 – 9. *Glottoceras raimondii* (Lissón), 99-I5/7Eb-04. Vues ventrale et latérale, et section. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 11 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE GLOTTOCERAS)



1



2



3



4



6



5



7



8



9

PLANCHE 12

page opposée

- 1 – 3. *Glottoceras raimondii* var. *tardum* (Benavides Cáceres), 99-R114AEb-03. Vues ventrales et latérale, et section. (*échelle X 1*)
- 4 – 5. *Glottoceras raimondii* var. *largum* nov. var. (**holotype**), 99-TO9-02. Vues ventrale et latérale. (*échelle X 1*)
- 6 – 8. *Glottoceras raimondii* var. *largum* nov. var., 99-TE4Eb-08. Vues ventrale et latérale, et section. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 12 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE GLOTTOCERAS)



1



2



3



4



5



6



7



8

PLANCHE 13

page opposée

- 1 - 2. *Glottoceras raimondii* var. *largum* nov. var., 99-I8Eb-01. Vues ventrales et latérale. (échelle X 1)
- 3 - 4. *Glottoceras gabbi* (Hyatt), 99-R113/114Eb-02. Vues latérale et ventrale. (échelle X 1)
- 5 - 6. *Glottoceras gabbi* (Hyatt), MHN 149 (**holotype**). Section et vue latérale. (échelle X 1)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 13 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE GLOTTOCERAS)

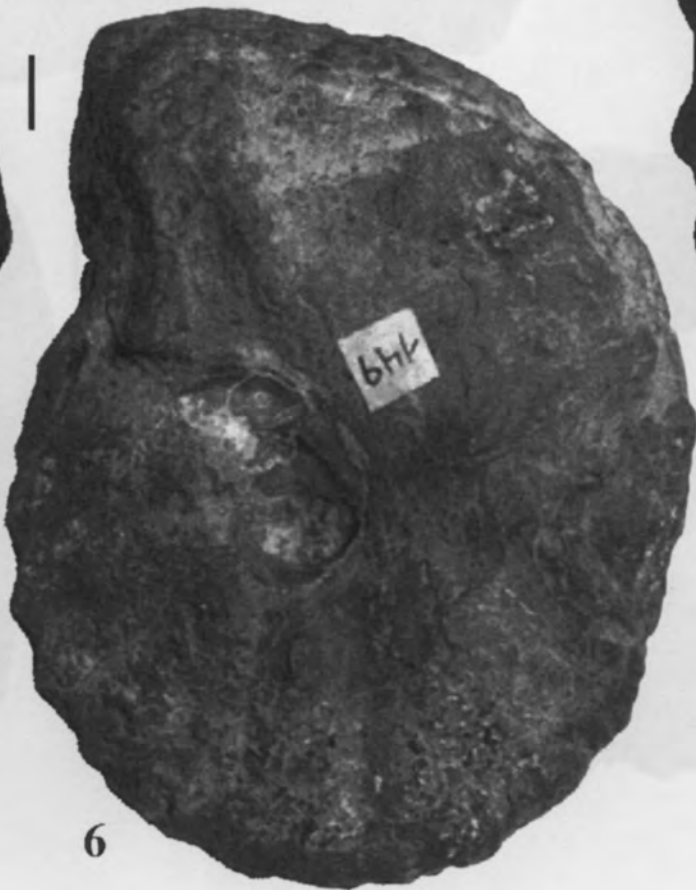


PLANCHE 14

page opposée

- 1 – 3. *Glottoceras gabbi* (Hyatt), 99-15/7Eb-01. Vue ventrale, section et latérale. (*échelle X 1*)
- 4 – 6. *Glottoceras ollonense* (Benavides Cáceres), 99-R114Eb-14. Section, vues ventrale et latérale. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 14 - ENGONOCERATIDAE
(GENRE GLOTTOCERAS)



1



2



3



4



5



6

PLANCHE 15

page opposée

- 1 – 2. *Glottoceras ollonense* (Benavides Cáceres), 99-I7-30. Section et vue latérale. (* échelle X 0,75)
- 3 – 4. *Glottoceras moorei* (Knechtel), 95-R24-02. Vues latérale et ventrale. (* échelle X 0,75)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 15 - ENGONOCERATIDAE

(GENRE GLOTTOCERAS)



1(*)



2(*)



3(*)



4(*)

PLANCHE 16

page opposée

- 1 - 2. *Glottoceras moorei* (Knechtel), 99-PP6AEb-02. Vues latérale et ventrale. (* échelle X 0,75)
- 3 - 4. *Platiknemiceras* cf. *flexuosum* (Kennedy, Landmann & Cobban), 95-R24-02. Vues ventrale et latérale. (* échelle X 0,75)
- 5 - 6. *Engonoceras* gr. *stolleyi-hilli*, 99-R24-01. Vues ventrale et latérale. (* échelle X 0,75)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 16 - ENGONOCERATIDAE
(GENRES GLOTTOCERAS, PLATIKNEMICERAS
et ENGONOCERAS)



1(*)



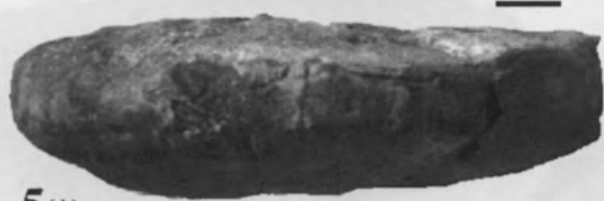
2(*)



3(*)



4(*)



5(*)



6(*)

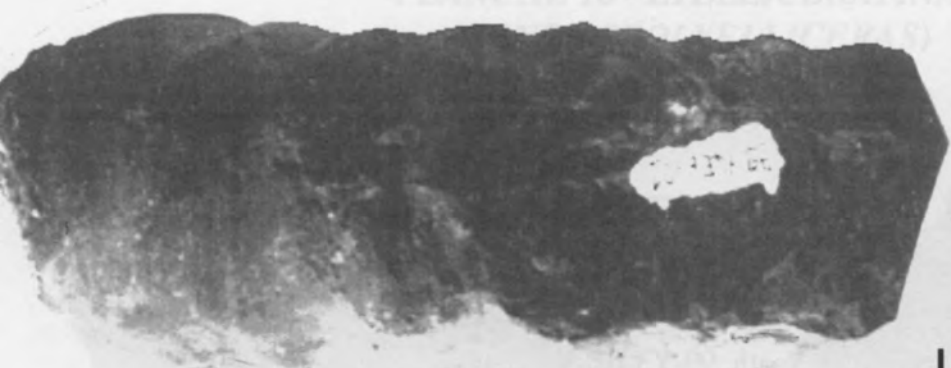
PLANCHE 17

page opposée

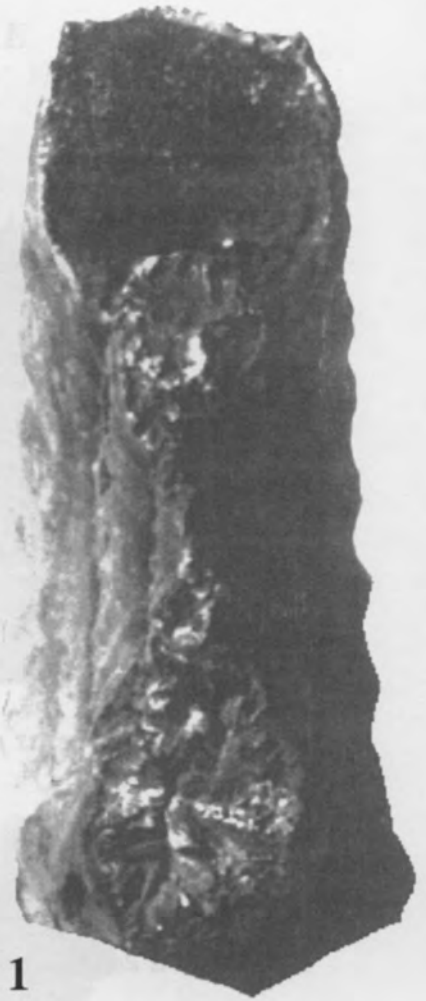
- 1 - 3.** *Tegoceras benavidescaceresi* Etayo Serna, 99-Y4Eb-01. Section, vues latérale et ventrale. (*échelle X 1*)
- 4 - 6.** *Tegoceras* sp., 99-Z5-10. Section, vues latérale et ventrale. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 17 - LYELLICERATINAE
(GENRE TEGOCERAS)



3



1



2



4



6



5

PLANCHE 18

page opposée

1. *Prolyelliceras peruvianum* Spath, 99-Y3-01. Vue latérale. (* échelle X 2)
2. *Prolyelliceras peruvianum* Spath, 98-G16A-09. Vue latérale. (* échelle X 2)
- 3 – 4. *Prolyelliceras peruvianum* Spath, 99-CQ25-01. Vues ventrale et latérale. (échelle X 1)
5. *Prolyelliceras peruvianum* Spath, 95-I7-13. Vue latérale. (échelle X 1)
- 6 – 8. *Prolyelliceras peruvianum* Spath, 99-CQ23-01. Vues latérale et ventrale, et section. (échelle X 1)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 18 - LYELLICERATINAE
(GENRE PROLYELLICERAS)

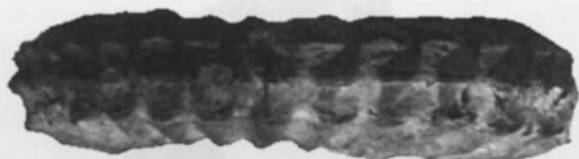


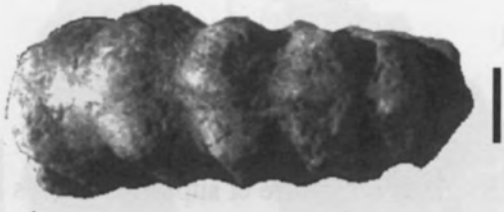
PLANCHE 19

page opposée

- 1 – 2. *Prolyelliceras* cf. *lobatum* Riedel, 95-I7-12. Vues latérale et ventrale. (*échelle X 1*)
- 3 – 5. *Prolyelliceras* sp., 99-I7-15. Vues ventrale, latérale et section. (*échelle X 1*)
6. *Prolyelliceras* sp. juv., 98-G18-02. Vue latérale. (*échelle X 1*)
- 7 – 8. *Prolyelliceras* sp. juv., 99-Y3Eb-10. Vues latérale et ventrale. (*échelle X 1*)
- 9 – 10. *Ralphimlayites ulrichi* (Knechtel), 95-R8-10. Vues ventrale et latérale. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 19 - LYELLICERATINAE
(GENRES PROLYELLICERAS et RALPHIMLAYITES)



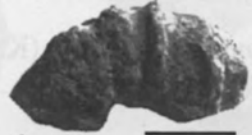
1



3



2



4



5



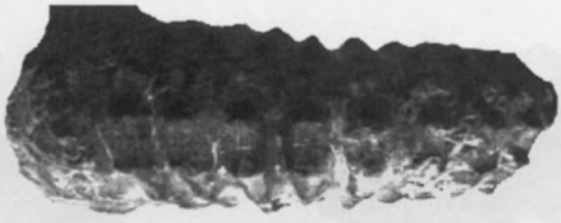
6



7



8



9



10

PLANCHE 20

page opposée

- 1 - 4. *Ralphimlayites ulrichi* (Knechtel), 95-R8-09. Sections inférieure et supérieure, vues latérale et ventrale. (*échelle X 1*)
- 5 - 7. *Ralphimlayites ulrichi* (Knechtel), 99-CQ25-02. Vues ventrale, latérale et section. (*échelle X 1*)
- 8 - 9. *Ralphimlayites* sp. juv. cf. *ulrichi* (Knechtel), 95-R8-08. Vues ventrale et latérale. (*échelle X 1*)
10. *Ralphimlayites mathewsi* (Knechtel), 99-PM14Eb-10. Vue latérale. (*échelle X 1*)
- 11 - 12. *Ralphimlayites apuloense* Etayo Serna, 99-PM3-02. Vues ventrale et latérale. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 20 - LYELLICERATINAE
(GENRE RALPHIMLAYITES)

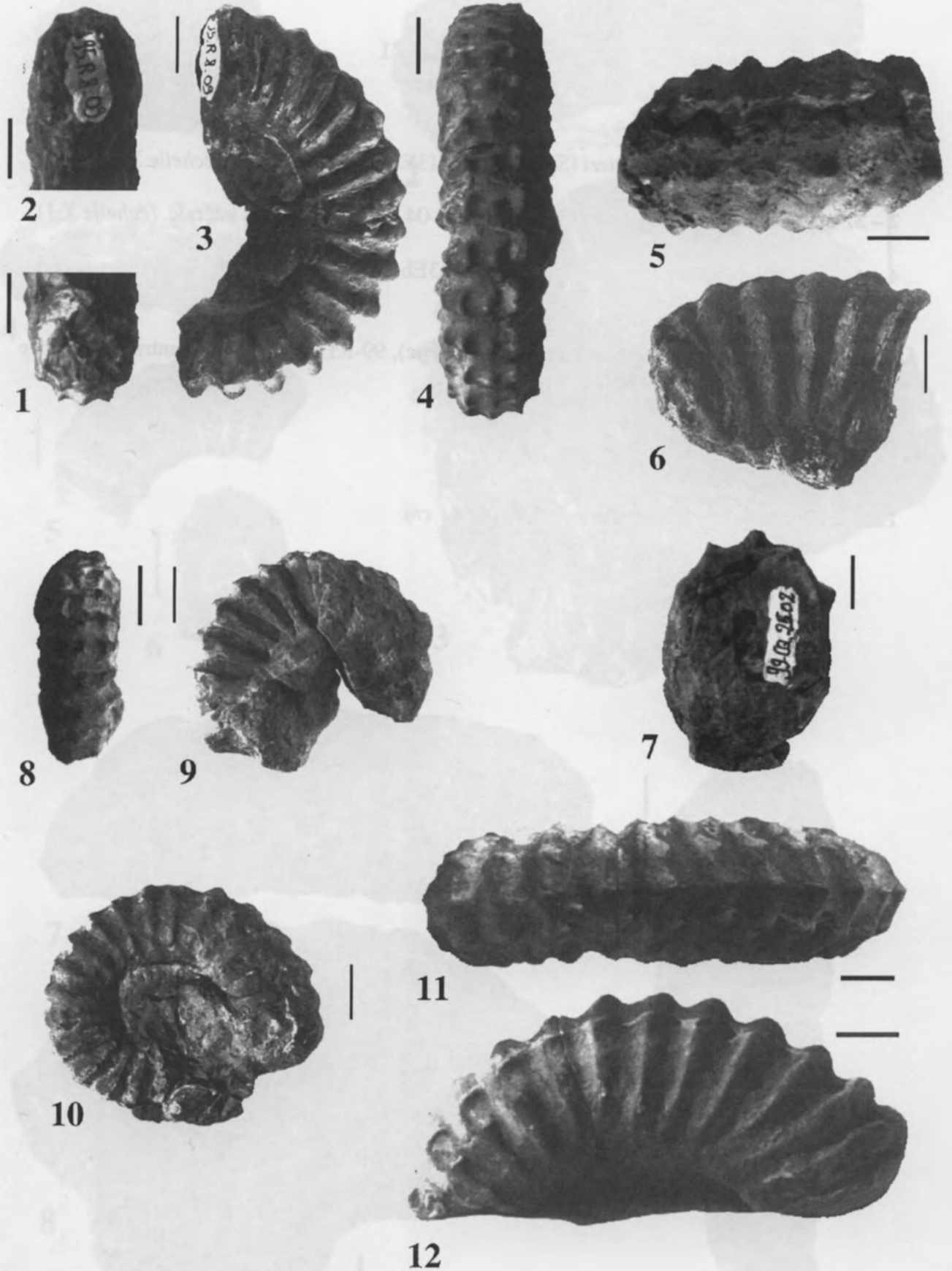


PLANCHE 21

page opposée

1. *Ralphimlayites* cf. *cotteri* (Spath), 99-PP13Eb-01. Vue latérale. (*échelle X 1*)
- 2 – 3. *Ralphimlayites* cf. *cotteri* (Spath), 99-R8-04. Vues ventrale et latérale. (*échelle X 1*)
- 4 – 6. *Ralphimlayites* cf. *cotteri* (Spath), 95-R3Eb-01. Vues ventrale et latérale et section. (*échelle X 1*)
- 7 – 9. *Ralphimlayites alternum* nov. sp. (**holotype**), 99-R114B-37. Vues ventrale et latérale et section. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 21 - LYELLICERATINAE
(GENRE RALPHIMLAYITES)

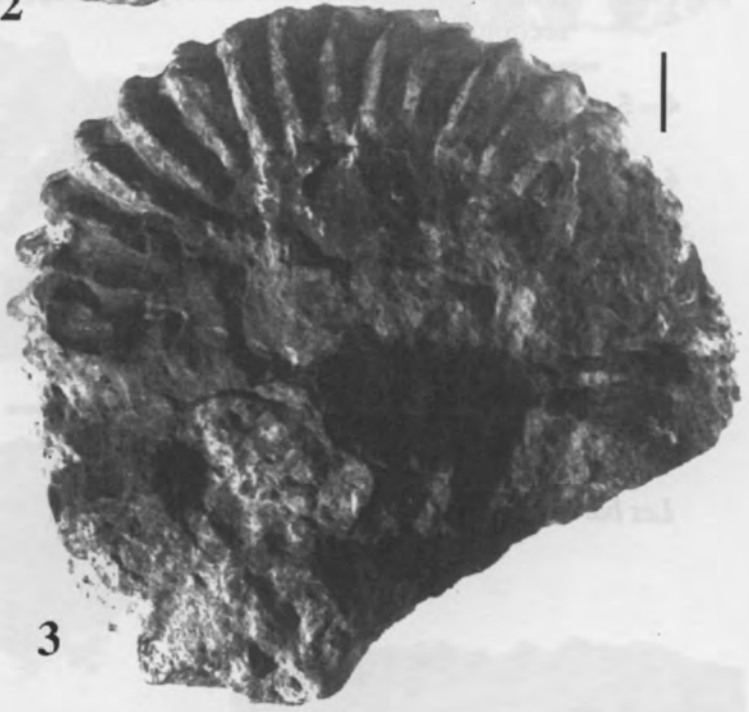
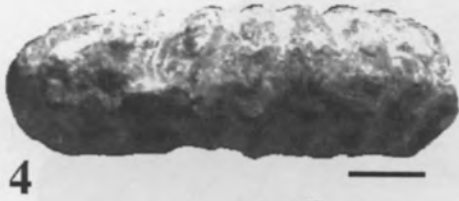
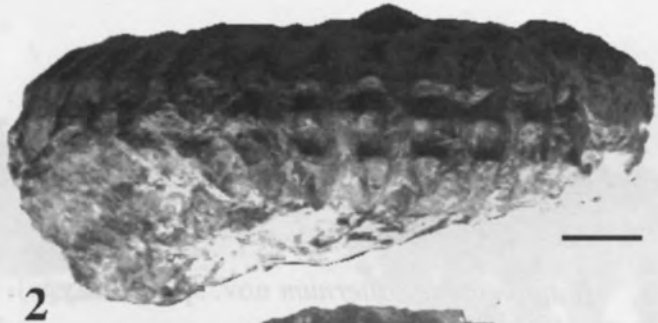


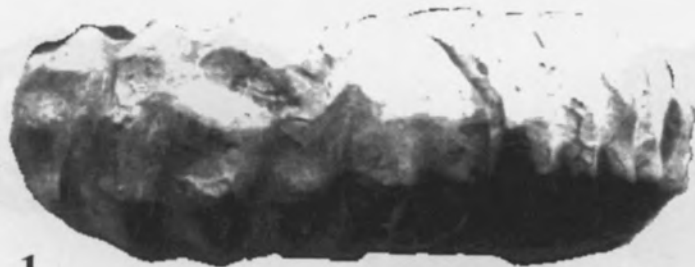
PLANCHE 22

page opposée

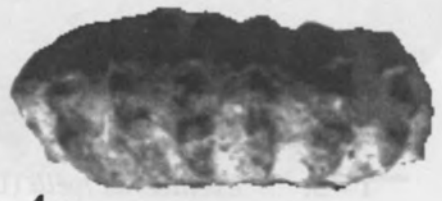
- 1 – 3. *Ralphimlayites alternum* nov. sp. (**paratype**), 98-G16B-01. Vues ventrale, latérale et section. (*échelle X 1*)
- 4 – 5. *Ralphimlayites* sp. juv., 99-I8-14. Vues ventrale et latérale. (* *échelle X 2*)
- 6 – 8. *Lyelliceras lyelli* (Leymerie in d'Orbigny), 99-CQ27-01. Vues ventrale et latérale et section. (*échelle X 1*)
- 9 – 10. *Lyelliceras lyelli* (Leymerie in d'Orbigny), 99-R8-01. Vues ventrale et latérale. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 22 - LYELLICERATIDAE
(GENRES RALPHIMLAYITES et LYELLICERAS)



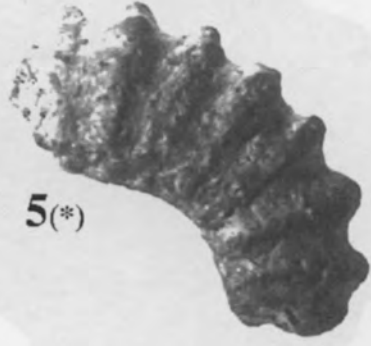
1



4(*)



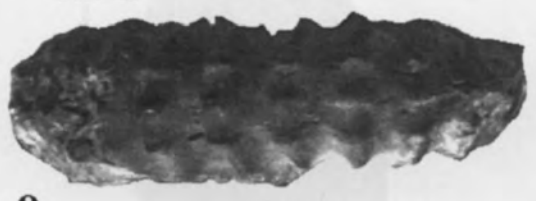
2



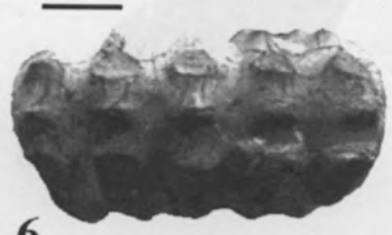
5(*)



3



9



6



7



10



8

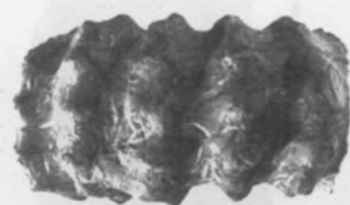


PLANCHE 23

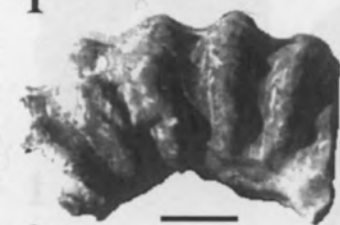
page opposée

- 1 – 3. *Lyelliceras lyelli* (Leymerie in d'Orbigny), 98-G18Eb-04. Vues ventrale, latérale et section. (*échelle X 1*)
- 4 – 6. *Lyelliceras pseudolyelli* (Parona et Bonarelli), 99-CQ22AEb-01. Vues ventrale et latérale et section. (*échelle X 1*)
- 7 – 9. *Lyelliceras pseudolyelli* (Parona et Bonarelli), 99-PP11-07. Vues ventrale et latérale et section. (*échelle X 1*)
- 10 – 11. *Lyelliceras pseudolyelli* variété 1, 95-R7-01. Vues ventrale et latérale. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.



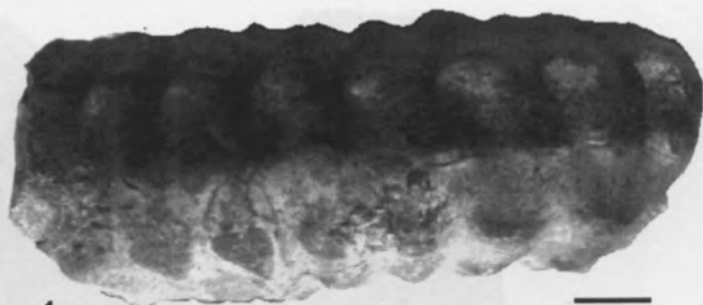
1



2



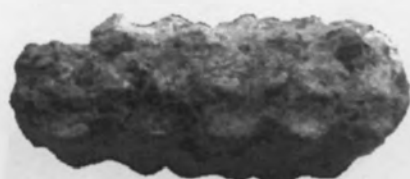
3



4



5



7



9



6



8



10



11

PLANCHE 24

page opposée

- 1 – 3. *Lyelliceras pseudolyelli* (Parona et Bonarelli), 99-R15-01. Section, vues latérale et ventrale. (*échelle X 1*)
- 4 – 6. *Lyelliceras isaaclei* Etayo Serna, 99-Y3-02. Vues ventrale et latérale et section. (*échelle X 1*)
- 7 – 9. *Lyelliceras isaaclei* Etayo Serna, 99-Y3Eb-01. Vues ventrale et latérale et section. (*échelle X 1*)
- 10 – 12. *Lyelliceras* sp. juv., 99-PM14Eb-09. Vues ventrale, dorsale et latérale. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 24 - LYELLICERATINAE
(GENRE LYELLICERAS)



1



2



3



4



6



7



5



8



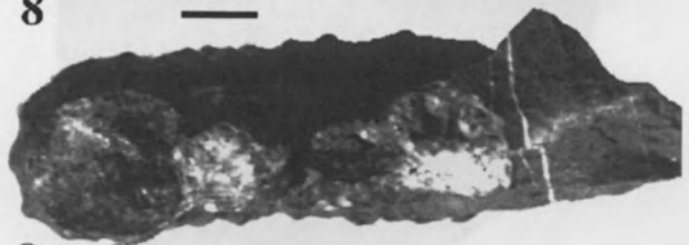
10



11



12



9

PLANCHE 25

page opposée

1. *Neodeshayesites umbilicostatus* (Scott), holotype, BEG 34817. Vue latérale.
2. *Neodeshayesites umbilicostatus* (Scott), 99-I10Eb-02. Vue latérale.
- 3 – 5. *Neodeshayesites umbilicostatus* (Scott), 95-I9-08. Section, vues latérale et dorsale.
6. *Neodeshayesites umbilicostatus* (Scott), 95-I9-06. Vue latérale.
7. *Neodeshayesites mayfieldensis* (Scott), holotype, BEG 34812. Vue latérale.
8. *Neodeshayesites inti* (Benavides Cáceres), 95-I9B-08. Vue latérale.

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 25 - ACANTHOHOPLITINAE
(GENRE NEODESHAYESITES)



PLANCHE 26

page opposée

- 1 – 2. *Neodeshayesites nicholsoni* (Benavides Cáceres), 99-TO4-26. Vues latérale et ventrale.
- 3 – 5. *Neodeshayesites nicholsoni* (Benavides Cáceres), 99-TO4-29. Section, vues ventrale et latérale.
- 6 – 8. *Neodeshayesites nicholsoni* (Benavides Cáceres), 99-TO4-33. Section, vues ventrale et latérale.

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 26 - ACANTHOHOPLITINAE
(GENRE NEODESHAYESITES)



PLANCHE 27
SECTIONS

1. *Neodeshayesites umbilicostatus* (Scott), 95-I9-08.
2. *Neodeshayesites nicholsoni* (Benavides Cáceres), 99-TO4-29.
3. *Neodeshayesites nicholsoni* (Benavides Cáceres), 99-TO4-31.
4. *Neodeshayesites nicholsoni* (Benavides Cáceres), 99-TO4-34.
5. *Neodeshayesites nicholsoni* (Benavides Cáceres), 99-TO4-33.

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 27 - ACANTHOHOPLITINAE
(GENRE NEOESHAYESITES)

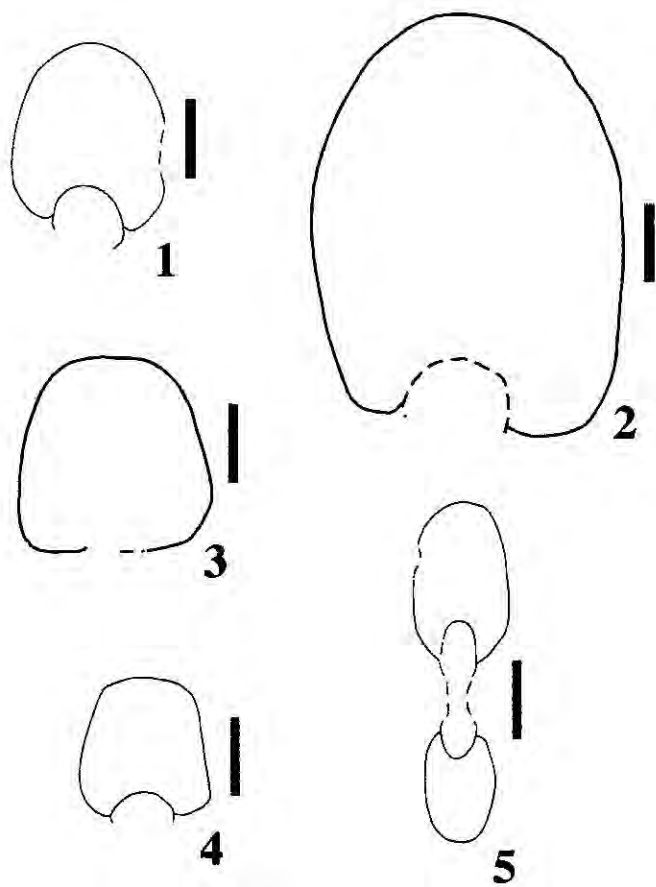


PLANCHE 28

page opposée

- 1 - 3. *Puzosia* cf. *quenstedti* (Parona & Bonarelli), 99-CQ8-02. Section, vues ventrale et latérale. (*échelle X 1*)
- 4 - 6. «*Beudanticeras*» *chimuense* (Benavides Cáceres), 99-TO4-25. Vues ventrale et latérale, section. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 28 - DESMOCERATAEAE
(GENRES PUZOSIA et "BEUDANTICERAS")



PLANCHE 29

page opposée

- 1 - 3. «*Beudanticeras*» *chimuense* (Benavides Cáceres), 99-TE5-07. Vues ventrale et latérale, section. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 29 - DESMOCERATAEAE
(GENRE "BEUDANTICERAS")



1



2



3

PLANCHE 30

page opposée

- 1 - 2. *Desmoceras schlagintweiti* Sommermeier, 99-Z21-01. Vue latérale et section.
(échelle X 1)
- 3 - 4. *Desmoceras schlagintweiti* Sommermeier, 99-Z21-02. Section et vue latérale.
(échelle X 1)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 30 - DESMOCERATAEAE

(GENRE ANADESMOCERAS) (GENRE HYSTEROCERAS)



PLANCHE 31

page opposée

- 1 – 2. *Eubrancoceras aegoceratoides* (Steinmann), 99-PM8-01. Vues ventrale et latérale. (* échelle X 2)
3. *Eubrancoceras* cf. *aegoceratoides* (Steinmann), 99-R8-02. Vue latérale. (* échelle X 2)
- 4 – 5. *Eubrancoceras aegoceratoides* (Steinmann), 99-Y3-06. Vues ventrale et latérale. (* échelle X 2)
- 6 – 7. *Parabrancoceras* gr. *compressum* var. *complanata-rotundatum* (Collignon), 99-Y3-07. Vues ventrale et latérale. (* échelle X 2)
8. *Parabrancoceras* gr. *compressum* var. *complanata-rotundatum* (Collignon), 99-Y3Eb-08. Vue latérale. (* échelle X 2)
9. *Hysterocheras* gr. *varicosum* (Sowerby), 99-G35-05. Vue latérale. (* échelle X 1,5)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 31 - BRANCO CERATINAE
(GENRES EUBRANCO CERAS, PARABRANCO CERAS et HYSTERO CERAS)



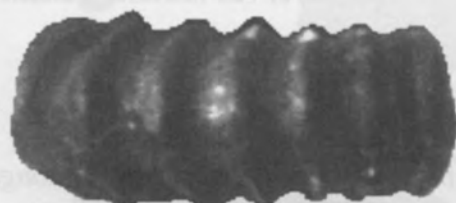
1(*)



3(*)



2(*)



4(*)



6(*)



7(*)



5(*)



8(*)



9(*)



PLANCHE 32

page opposée

- 1 – 3. *Mojsisoviczia* cf. *ventanillensis* (Gabb), 99-I7-29. Vues ventrale et latérale, section. (*échelle X 1*)
- 4 – 5. *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *peruvianum* (von Buch), 98-G21B-01. Section et vue latérale. (*échelle X 1*)
- 6 – 7. *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *peruvianum* (von Buch), 99-PM14Eb-16. Section et vue latérale. (*échelle X 1*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 32 - MOJSISOVICZIINAE
(GENRE MOJSISOVICZIA et SOUS-GENRE OXYTROPIDOCERAS)

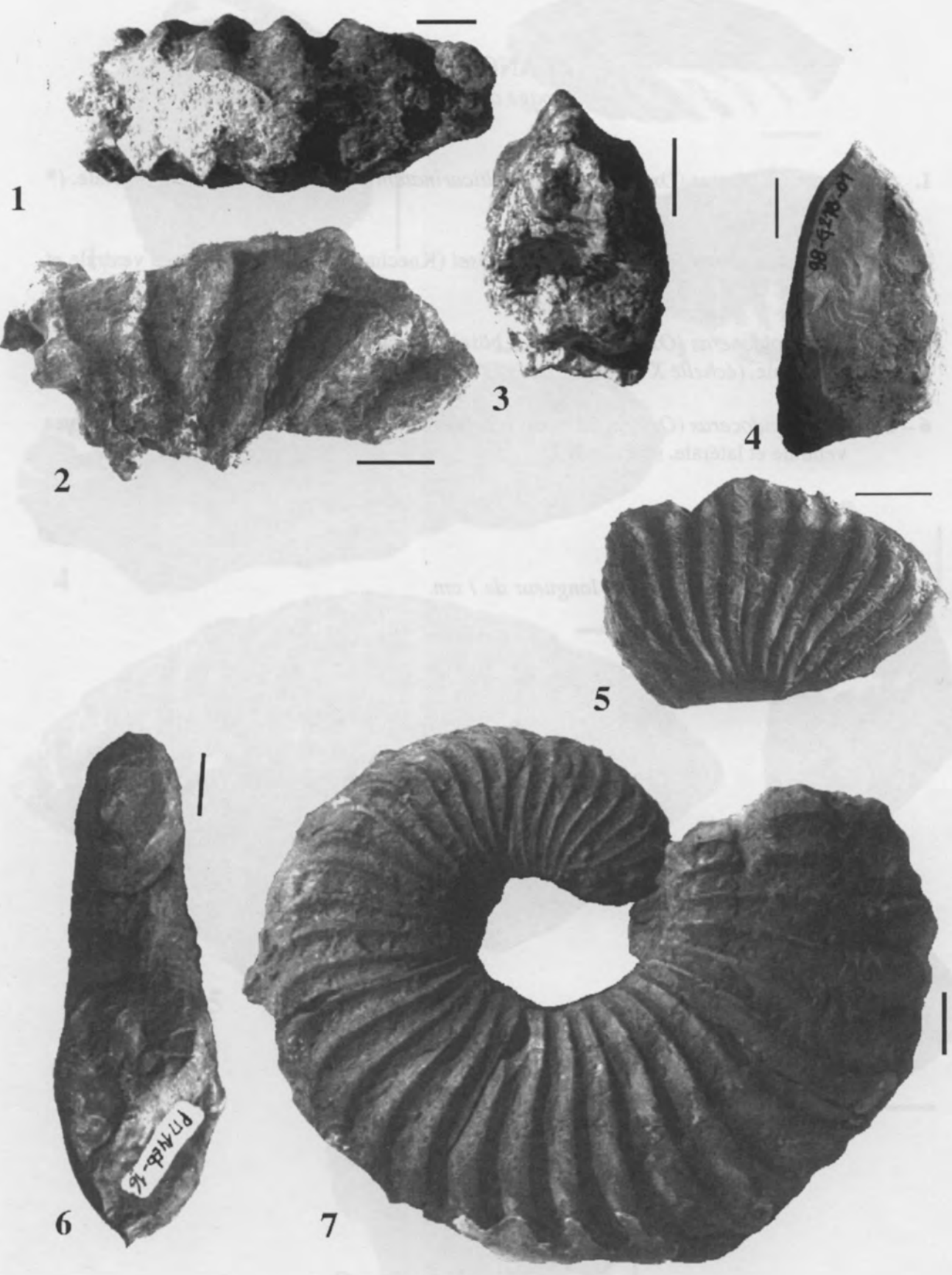


PLANCHE 33

page opposée

1. *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) alticarinatum* Spath, 95-I11/3-01. Vue latérale. (*
échelle X 2)
- 2 – 3. *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) bösei* (Knechtel), 98-G21B-02. Vues ventrale et
latérale. (échelle X 1)
- 4 – 5. *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) bösei* (Knechtel), 99-PM13Eb-01. Vues ventrale
et latérale. (échelle X 1)
- 6 – 8. *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* (Gabb), 99-Y3Eb-17. Section, vues
ventrale et latérale. (échelle X 1)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

*PLANCHE 33 - MOJSISOVICZIINAE
(SOUS-GENRE OXYTROPIDOCERAS)*

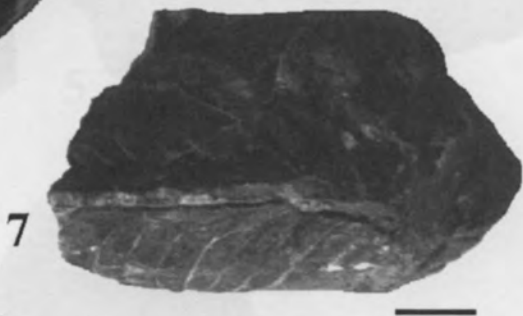
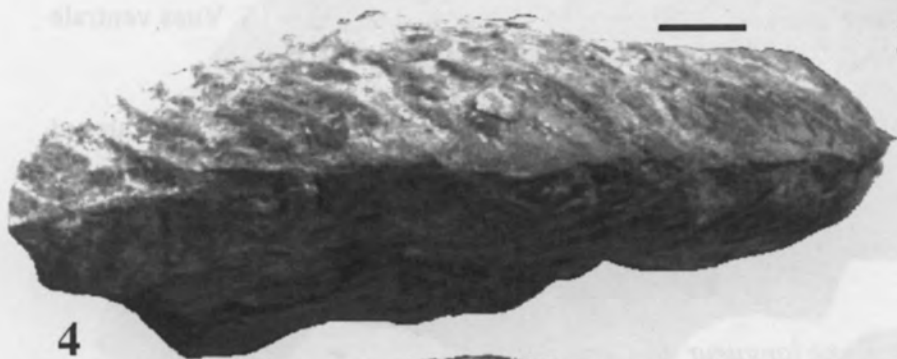
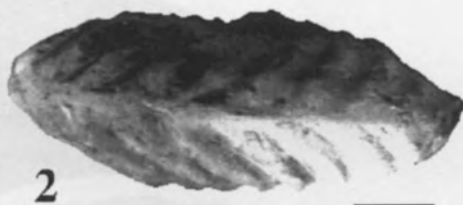


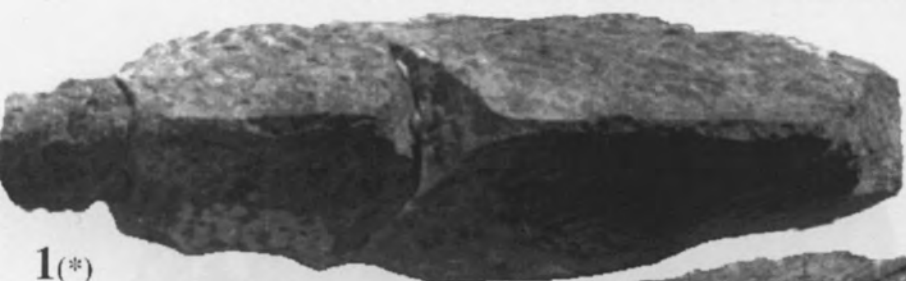
PLANCHE 34

page opposée

- 1 – 2. *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* (Gabb), 95-R19-03. Vues ventrale et latérale. (* échelle X 0,75)
3. *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* (Gabb), 99-Y4-08. Vue latérale. (échelle X 1)
- 4 – 5. *Oxytropidoceras (Mirapelia) mirapelianum* (d'Orbigny), 99-Y3Eb-15. Vues ventrale et latérale. (échelle X 1)
- 6 – 7. *Oxytropidoceras (Mirapelia) douglasi* Knechtel, 99-CQ26-01. Vue latérale et section. (échelle X 1)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 34 - MOJSISOVICZIINAE
(SOUS-GENRES OXYTROPIDOCERAS et MIRAPELIA)



1(*)



2(*)



4



3



5



6



7

PLANCHE 35

page opposée

- 1 – 2. *Oxytropidoceras (Mirapelia) douglasi* Knechtel, 99-PM12Eb-01. Vues latérale et section. (* échelle X 0,75)
- 3 – 5. *Oxytropidoceras (Mirapelia) douglasi* Knechtel, 99-Y4Eb-02. Vue ventrale, section et vue latérale. (échelle X 1)
- 6 – 8. *Oxytropidoceras (Venezoliceras) cf. venezolanum* Stieler, 99-PP14-05. Section, vues ventrale et latérale. (échelle X 1)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 35 - MOJSISOVICZIINAE
(SOUS-GENRES MIRAPELIA et VENEZOLICERAS)



1(*)



2(*)



3



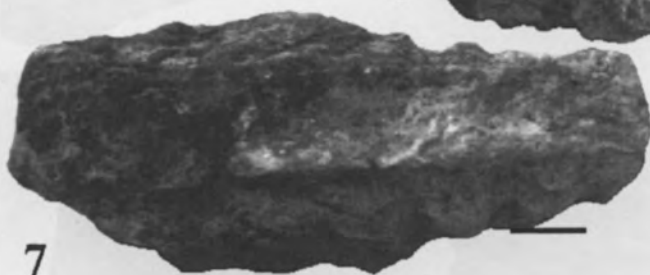
4



6



5



7



8

PLANCHE 36

page opposée

- 1 – 3. *Oxytropidoceras (Benavidesites) harrisoni* (Benavides Cáceres), 99-R21BEb-05. Vues ventrale et latérale, section. (échelle X 1)
4. *Dipoloceras cf. cristatum* (Deluc), 98-G35-02. Vue latérale. (échelle X 1)
5. *Protanisoceras cantianum* Spath, 99-Z8-01. Vue latérale. (* échelle X 1,5)
- 6 – 8. *Hamites cf. pseudattenuatus* Casey, 95-19-03. Vue latérale, section, et vue ventrale. (* échelle X 1,5)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 36 - MOJSISOVICZIINAE (SOUS-GENRE BENAVIDESITES ET GENRE DIPOLOCERAS)
, ANISOCERATIDAE (GENRE PROTANISOCERAS)
et HAMITIDAE (GENRE HAMITES)

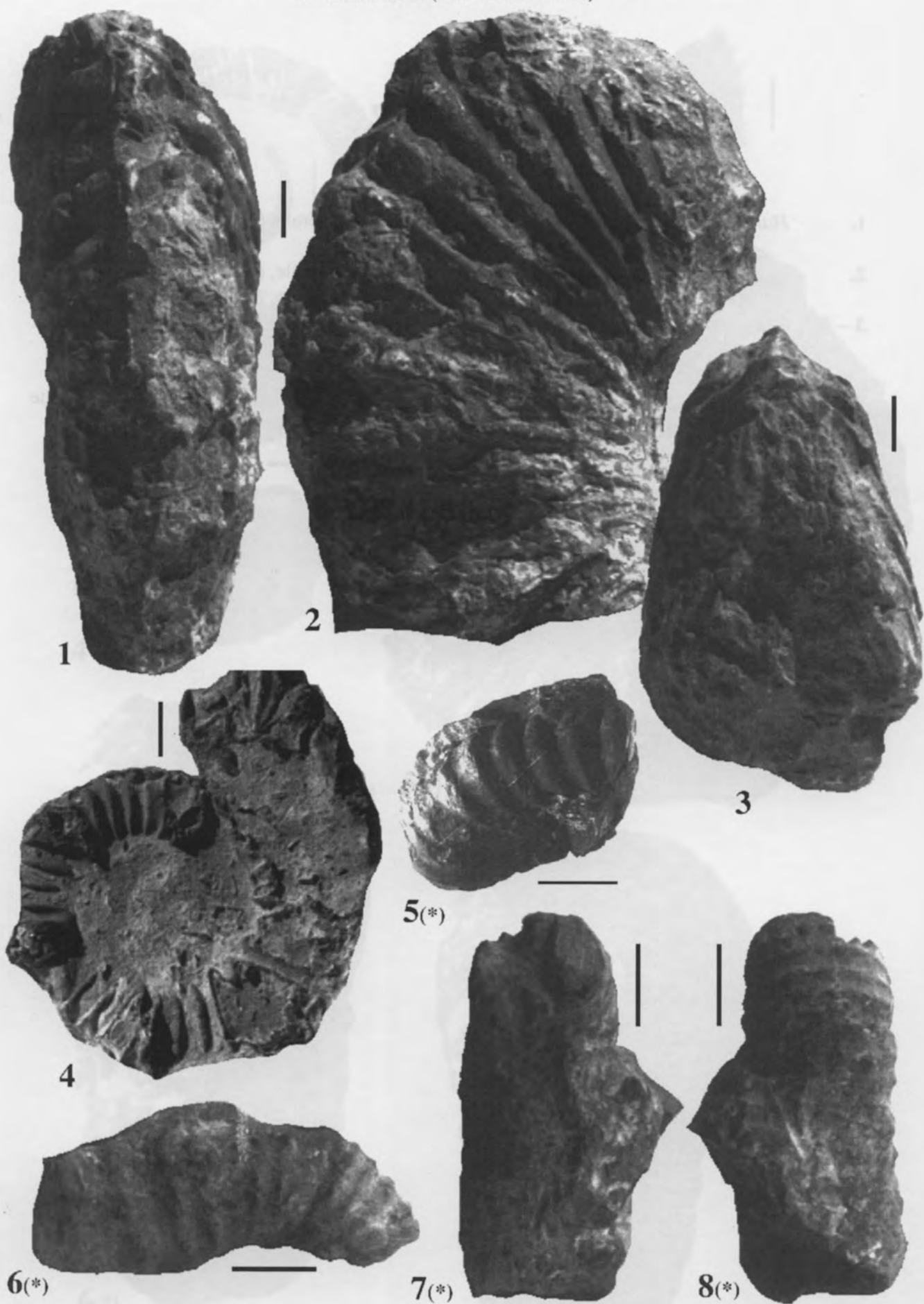


PLANCHE 37

page opposée

1. *Hamites gr. maximus* (Sowerby), 98-G27-03. Vue latérale. (*échelle X 1*)
2. *Hamites gr. maximus* (Sowerby), 98-G31-01. Vue latérale. (*échelle X 1*)
- 3-4. *Douvilleiceras cf. monile* (Sowerby), 99-TE5Eb-18. Vues ventrale et latérale. (*échelle X 1*)
- 5-7. *Douvilleiceras offarcinatum* (White), 99-TO4-22. Vue latérale, section, et vue ventrale. (* *échelle X 0,75*)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

PLANCHE 37 - HAMITIDAE (GENRE HAMITES)
et DOUVILLEICERATINAE (GENRE DOUVILLEICERAS)

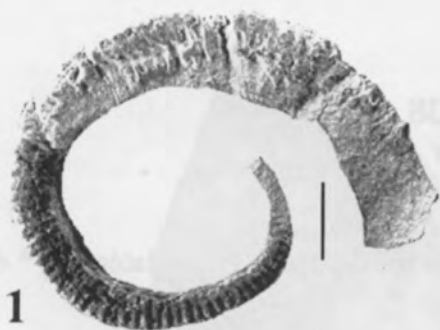


PLANCHE 38

page opposée

- 1 – 2. *Douvilleiceras rex* (Scott), BEG 34801 (**holotype**). Section et vue latérale. (* échelle X 0,4)
3. *Douvilleiceras rex* (Scott), BEG 34801 (**tours internes de l'holotype**). Vue latérale. (échelle X 1)
4. *Douvilleiceras rex* (Scott), 95-I9A-01. Vue ventrale. (* échelle X 0,4)

Les barres d'échelle indiquent une longueur de 1 cm.

*PLANCHE 38 - DOUVILLEICERATINAE
(GENRE DOUVILLEICERAS)*



ANNEXE 2 DU CHAPITRE PALÉONTOLOGIE
MESURES (AMMONITES)

Famille Engonoceratidae					
Espèces / Spécimens	(D)	(Wb)	(Wh)	(U)	Wb/Wh
<i>Parengonoceras ebrayi</i>					
95-I2-01	—	54	70	—	0,77
95-I1-01	—	30	45	—	0,67
96-C1Eb-01	—	—	50	—	—
96-C3Eb-01	—	29	38	—	0,76
96-C4Eb-01	—	53	80	—	0,66
96-C5Eb-01	225	70	100	—	0,7
96-C6-01	147	—	67	—	—
96-C7-01	200	40	85	—	0,47
96-C12-02	—	32	62	—	0,52
99-PP7A-06	160	56	65	—	0,86
99-PP7B-01	—	*41	*70	—	*0,59
99-PP7Eb-07	—	54	70	—	0,77
99-Z4B-01	310	85	115	—	0,74
99-Z4B-04	210	60	85	—	0,71
99-Z5-01	260	65	100	—	0,65
99-Z7-02	—	*29	*50	—	0,58
99-Z7-04	185	55	81	—	0,68
<i>Parengonoceras haasi</i>					
95-I7-01	—	25	40	—	0,62
99-I7-18	60	20	29	—	0,69
95-I5-01	70	21	45	—	0,47
99-I2-01	40	10,5	19	—	0,55
99-P5-01	95	24	46,5	—	0,52
99-P8-01	80	*24	—	—	—
99-PP5Eb-03	90	27,5	39,5	—	0,7
99-PP7B-02	75	20	*43	—	*0,46
99-PP7B-03	70	22,5	49	8	0,46
99-PP8Eb-05	75	13	35	—	0,43
99-R114A-02	85	24	45	10,5	0,53
98-G8-01	70	16,5	30	—	0,55
98-G16A-11	—	19	35	—	0,54
98-G18B-01	80	16	28	—	0,57
99-Z0BEb-01	90	29,5	51	10	0,58
99-Z2Eb-01	—	—	33,5	—	—
99-Z3Eb-01	95	26	47	12	0,55
99-Z3Eb-02	65	18	28	—	0,64
<i>Parengonoceras pernodosum</i>					
95-I4-01	—	46	65	—	0,71
96-C13-02	—	43	60	—	0,72
96-C15-01	155	47	65	27	0,72
96-C15-02	165	47	70	—	0,67
96-C15-03	125	34	52	21	0,65
96-C17-01	130	33	55	—	0,6
96-C18-03	—	32	45	—	0,71
96-C24-01	—	90	120	—	0,75
99-CQ4-01	200	68	90	—	0,76
99-CQ4-02	190	63	85	—	0,74
99-CQ4-05	195	57	82	—	0,7
99-CQ4Eb-01	—	42	67	—	0,63

99-CQ5-01	200	58	85	-	0,68
99-CQ5-02	190	52	82	-	0,63
99-CQ5-05	*145	40	59	-	0,68
99-CQ6-01	190	59	75	40	0,78
99-CQ6Eb-03	-	56	74	-	0,76
99-CQ6Eb-04	-	44	56,7	-	0,77
99-CQ6Eb-05	-	75	95	-	0,79
99-CQ8-04	135	39	55	-	0,71
99-CQ17-02	110	40	54	-	0,74
99-P4-01	-	43	55	-	0,78
99-PP3Eb-02	-	49	76	-	0,64
99-PP4AEb-02	165	43	55	-	0,78
99-PP6AEb-01	250	67	90	-	0,74
99-PP7C-01	160	44	60	-	0,73
99-PP7Eb-06	170	56	80	-	0,7
99-PP7Eb-10	-	48	63	-	0,76
99-PP8Eb-02	*130	42	59	-	0,71
99-PP8Eb-03	115	34	55	-	0,61
99-PP9Eb-04	-	46	64	-	0,72
99-PM5-04	75	20	31	-	0,65
95-R1-01	170	38	-	-	-
95-R2-01	190	43	70	-	0,61
99-R21DEb-02	*155	44	65	-	0,68
98-G7B-01	*80	31	35	-	0,88
99-Z4B-02	165	46	70	-	0,66
99-Z4B-03	*120	36,5	57	-	0,64
99-Z5-03	125	34	60	25	0,57
99-Z5-04	120	35	50	-	0,7
99-Z5-06	-	58	65	-	0,89

Parengonoceras guadaloupaeforme

96-C11-01	100	29,5	*65	-	*0,45
96-C18-04	85	32	40	-	0,8
96-C18-05	220	55	100	-	0,55
96-C22-01	200	42	80	46	0,52
96-C22-02	-	30	41	-	0,73
96-C22-03	-	33	38	-	0,86
96-C26-01	85	28	40	-	0,7
99-CQ4-03	90	27	42	-	0,64
99-CQ4-04	80	23	35	-	0,66
99-CQ5-03	85	31	37	-	0,84
99-CQ5-04	90	28,5	35	-	0,81
99-CQ9-02	150	-	*65	-	-
95-R12-01	*245	49	*80	-	*0,61
98-G17-01	*260	70	110	-	0,64
99-Z9-01	260	60	110	-	0,55

Parengonoceras duartei

96-C32-02	160	49	55	-	0,89
99-CQ6Eb-02	-	47,5	60	-	0,79
99-CQ7Eb-02	125	38	46	-	0,83
99-CQ13Eb-01	120	37	48	-	0,77
99-CQ16-01	140	54	58	-	0,93
99-CQ17-01	155	36	62	-	0,58
99-P16-02	-	*37	46	-	*0,8
99-P18-01	-	54	65	-	0,83

99-PP8Eb-01	135	50,5	57	26	0,88
99-PP10Eb-03	140	*23	45	-	0,51
99-PP12-13	-	33	45	-	0,73
99-PM14Eb-46	115	33,5	39	-	0,86
99-PM14Eb-47	110	*28	45	-	*0,62
99-PM14Eb-48	110	35	42,5	-	0,82
99-R104-11	65	30	28	-	1,07
99-R105-12	18	21	-	-	-
95-R110Eb-02	-	-	40	-	-
95-R110Eb-03	-	28	35	-	0,8
95-R111-01	95	28	40	-	0,7
95-R111-02	-	50	75	-	0,67
95-R112Eb-01	138	42	55	-	0,76
95-R112Eb-02	125	41	57	-	0,72
99-R114Eb-12	140	43	49	-	0,87
99-R114BEb-02	*125	40	48	-	0,83
99-R5Eb-02	-	*60	75	-	0,8
99-R5/6Eb-02	115	38	46	-	0,83
95-R8-11	120	39	-	-	-
99-Z5-11	-	*46	57	-	*0,81
99-Z5Eb-01	-	38	42	-	0,9
99-Z11Eb-03	170	47,5	65	-	0,74
99-Z16Eb-04	175	56	75	-	0,75
99-Z16Eb-05	-	49	55	-	0,89
99-Z19/22Eb-01	85	34	44	-	0,77
99-Z19/22Eb-02	80	31	38	-	0,81
99-Z19/22Eb-04	-	52	-	-	-
99-Z22Eb-01	-	51	64	-	0,8
99-Z24Eb-01	175	48	67	-	0,72
99-Z25Eb-01	-	*60	75	-	*0,75
99-Z27-02	145	44	55	-	0,8

Parengonoceras cf. champaraense

95-I8-01	110	37	70	-	0,53
----------	-----	----	----	---	------

Glottoceras attenuatum

99-CQ9-01	60	*9	28,5	-	*0,32
99-PM13-02	55	15	28	8	0,54
99-PM13-04	*90	26	47	-	0,55
95-R103-01	52	10	25	-	0,4
99-R107/110Eb-09	70	16	25	-	0,64
99-Z3Eb-03	50	12	27	4,5	0,44
99-Z14/18Eb-01	45	*9,5	19	-	*0,49
99-Z18Eb-04	75	*16	40	6	-
99-Z26Eb-01	60	14,5	30	9	0,48

Glottoceras semicostatum

95-I8-01	60	23	35	-	0,66
95-I7-05	68	19	27	-	0,7
95-I7-07	65	19	26	-	0,73
95-I7-09	49	15	24	-	0,62
95-I7-11	40	12	20	-	0,6
99-I7-21	-	26	40	-	0,65
99-I7Eb-01	*40	7,5	-	-	-
99-I5/7Eb-02	115	36,7	*46	-	*0,80
95-I5Eb-03	50	14	26	-	0,54

99-I3-02	50	13	*15	-	*0,87
96-C9-01	62	14	28	-	0,5
96-C10Eb-01	55	12	26	-	0,47
96-C12-01	77	23	35	-	0,66
96-C13-01	40	12	20	-	0,6
96-C14-01	22	-	9	-	-
96-C17-02	-	*15	40	-	*0,375
96-C18-01	62	14	26	8,5	0,54
96-C19-01	60	15	30	-	0,5
96-C20-01	45	15	22	-	0,68
96-C20-02	48	18	23	7	0,78
96-C21-02	62	*15	38	10	*0,39
96-C22-04	58	16	28	-	0,57
96-C25-01	-	20	34	-	0,59
96-C26-02	65	19	26	-	0,73
96-C29-01	65	18	32	10	0,56
96-C30-02	75	20	35	11	0,57
96-C31-01	52	17	23	8	0,74
99-P14-02	-	22,5	42	-	0,54
99-PP10Eb-05	-	35	50	-	0,7
99-PP14-12	120	31	64	-	0,48
99-PM7-01	-	29	56,5	-	0,51
99-PM14Eb-43	-	30	42	-	0,71
99-R115Eb-07	65	12,5	18	-	0,69
99-ROCEb-01	62	18	23	-	0,78
95-R16-02	20	6	-	-	-
98-G1-01	55	13,5	19	-	0,71
98-G6Eb-01	*87	20	23	-	0,87
98-G8-02	85	23	33	-	0,7
99-TE4Eb-12	*60	12	20	-	0,6
99-Z5-09	63	20,5	32	-	0,64
99-Z27-01	-	20,5	31	-	0,66

Glottoceras crassicostatum

96-C27-02	48	20	25	-	0,8
96-C31-02	-	36,5	48	-	0,76
99-CQ6Eb-01	-	31	51	-	0,61
99-CQ27-09	65	22	33	11	0,67
99-PP5-02	100	30	39	-	0,77
99-PP7Eb-12	115	38	48	-	0,79
99-PM14Eb-42	60	18	26	-	0,69
99-PM14Eb-44	67	18	26	-	0,69
99-PM14Eb-45	92	25	39	-	0,64
95-R8-02	45	20	26	-	0,77

Glottoceras crassinodosum

96-C29-02	110	25	50	-	0,5
96-C30-01	-	25,5	48	-	0,53
96-C32-01	-	26	43	-	0,6
99-CQ11-01	*95	33	53	-	0,62
99-CQ19-01	-	38	-	-	-
99-PP10Eb-01	-	35	*30	-	-
99-PP11-19	48	-	77	-	-
99-PP12-11	*90	25	44	-	0,57
99-PP12-14	-	47	-	-	-
99-PP12-15	110	44	-	-	-

99-PP12-16	*120	32	*33	-	-
99-PP13Eb-02		48,5	*48	-	-
99-PM3-04	70	16	31,5	-	0,51
99-PM3-05	70	17	*41	-	*0,41
99-R104-10	120	33	50	-	0,66
95-R108B-03	125	40	50	20	0,8
95-R108B-04	92	25	32	16	0,78
99-R115-01	85	24	*30	-	*0,8
99-R116Eb-03	120	40	52	-	0,77
99-R12B-01	160	46	57	-	0,81
95-R22-01	*280	50	94	-	0,53
98-G4Eb-02	*190	65	80	-	0,81
98-G7A-01	*115	34	*46	-	*0,74
98-G16B-02	180	45	63	-	0,71
99-TE4Eb-07	90	24,5	35	-	0,7
99-Z5-10	*190	54	79	-	0,68
99-Z5Eb-02	-	40	62	-	0,64
99-Z9-02	-	55	78	-	0,71
99-Z11Eb-02	-	38	63	-	0,6
99-Z15-02	-	62	85	-	0,73
99-Z14/18Eb-04	-	41	73	-	0,56
99-Z18Eb-01	80	-	37	-	-
99-Z19/22Eb-03	-	37	75	-	0,49
99-Z23-01	130	40	56	-	0,71

Glottoceras raimondii

99-I8BEb-01	65	*14,3	50	-	*0,29
95-I7-03	70	27	35	-	0,77
95-I7-06	55	15	27	-	0,55
99-I7-16	63	20,6	35	-	0,59
99-I7-17	*65	17,5	-	-	-
99-I5/7Eb-04	-	27	38	-	0,71
99-I5/7Eb-05	140	*25	50	-	*0,5
99-I5-02	-	20	27	-	0,74
95-I4Eb-02	50	16	27	-	0,59
99-I3-01	-	21	32	-	0,66
99-CQ15-01	55	16	27	-	0,59
99-PP7Eb-02	57	15	25	7	0,6
99-PP7Eb-04	65	19	-	-	-
99-PP9Eb-01	48	15	29	4,5	0,52
99-PP9Eb-02	55	18	30	5	0,6
99-PP9Eb-03	60	15,5	-	-	-
99-PP12-12	80	23,9	*30	-	*0,79
95-R8-01	95	31	40	-	0,77
99-TE4Eb-04	55	18	28	4	0,64
99-TE4Eb-05	75	28	38	6	0,74
99-TE4Eb-06	75	20	34	-	0,59
99-TE4Eb-10	-	24	31	-	0,77
99-TE4Eb-11	55	16	24	-	0,67
99-TE5Eb-24	65	18	24	-	0,75
99-TE5Eb-25	90	28	37	-	0,76
99-TE5Eb-27	-	34	*46	-	*0,74
99-TE5Eb-28	*90	28	39	-	0,72
99-TE5Eb-29	80	*21	29	*4,5	*0,72
99-TE5Eb-31	57	18	26	-	0,69
99-TE5Eb-33	50	18	27	-	0,67

99-TO10Eb-21	75	22	30	-	0,73
99-TO10Eb-22	42	12,5	19	5	0,66
99-TO10Eb-23	-	15,5	23	-	0,67
99-Z4AEb-01	70	20	33	-	0,61
99-Z16Eb-06	60	17	25	-	0,68
<i>Glottoceras raimondii var. tardum</i>					
99-R105-10	62	18,4	27	*5	0,68
99-R114AEB-03	60	18,6	25	12	0,74
99-R114AEB-04	*115	25	36	-	0,7
99-R13Eb-01	*70	21,5	*29	-	*0,74
99-Y3Eb-14	85	21,5	32	*29	0,67
<i>Glottoceras raimondii var. largum</i>					
99-I8Eb-01	-	34	46	-	0,74
99-I7-25	-	17	-	-	-
99-I2-02	*57	20	25	-	0,8
99-PP4A-01	57	19	26	-	0,73
99-PP4A-02	85	25	34	-	0,73
99-PP5-01	*110	40	59	-	0,68
95-R16A-01	150	51	65	-	0,63
99-TE4Eb-08	65	24	34	-	0,71
99-TE4Eb-09	55	24	*26,5	-	*0,9
99-TE5Eb-22	65	23,7	27	-	0,88
99-TE5Eb-23	70	20	30	14	0,67
99-TO9-02	90	32	45	16	0,71
99-Z14Eb-01	60	19,5	28	-	0,7
<i>Glottoceras gabbi</i>					
99-I7-26	*160	42	52	-	0,81
99-I5/7Eb-01	135	42	*50	-	*0,84
99-I5/7Eb-03	140	41,7	53	-	0,78
99-CQ8-03	43	15,5	22	-	0,7
99-CQ8Eb-01	95	34	45	-	0,76
99-CQ17-03	55	22	-	-	-
99-CQ21-01	70	20	28,5	-	0,7
99-CQ24-01	47	17	23,5	-	0,72
99-PP7Eb-13	155	44	*40	-	-
99-PP10Eb-02	70	24	*30	-	-
99-PP11-14	*60	22,5	-	-	-
99-PM13-05	105	35	47	-	0,74
99-R113/114-02	90	26,9	37	-	0,73
99-R114Eb-15	*60	17	21	-	0,81
95-R16-01	33	9	11	-	0,82
99-Z11Eb-01	110	*31	55	-	*0,56
99-Z15-01	85	23,5	35	-	0,67
99-Z23Eb-01	70	26	*46	-	*0,57
<i>Glottoceras ollonense</i>					
99-I7AEb-02	*200	48	60	-	0,8
95-I7-04	70	25	34	-	0,74
99-I7-20	120	35	46	-	0,76
99-I7-30	140	41	58	-	0,71
99-R113-02	65	21,8	30	-	0,73
99-R114Eb-14	75	24	35	12	0,69
99-R114Eb-18	85	26	37	-	0,7

98-G8-03	*70	21,5	31	-	0,69
<i>Glottoceras aff. triangulare</i>					
99-TE5Eb-26	85	31	35	-	0,88
<i>Glottoceras moorei</i>					
99-CQ27-08	*72	26	*35	-	*0,74
95-R19-01	130	47	69	-	0,68
95-R22-03	*125	32	57	-	0,56
95-R23Eb-02	92	28	42	-	0,67
95-R24-02	150	46,5	70	23	0,66
99-R24BEb-02	110	37	58	-	0,64
<i>Platynemiceras flexuosum</i>					
99-CQ12-01	-	*15,5	53	-	*0,29
99-PP6AEb-02	145	42	75	10	0,56
<i>Engonoceras gr. stolleyi -hilli</i>					
95-I17-01	-	25	-	-	-
95-I19-01	50	15	29	-	0,52
95-I19-02	-	30	59	-	0,51
95-I20-01	82	20	41	-	0,49
95-I20-02	-	21	46	-	0,46
95-I20-03	75	18	37	-	0,49
95-I20-06 Eb	120	26	55	-	0,47
95-I20-07 Eb	-	33	-	-	-
95-I21A-01	110	24	45	-	0,53
95-I23-01	90	19	-	-	-
95-I23-02	-	16	35	-	0,48
99-24-01	95	27	52	-	0,52

* : mesure particulière (déformation, aplatissement,...)

D: diamètre, Wb: largeur de tour, Wh: hauteur de tour, U : ombilic (en millimètres)

Sous-famille Lyelliceratinae					
Espèces / Spécimens	D	Wb	Wh	U	Wb/Wh
<i>Tegoceras benavidescaceresi</i>					
99-Y4Eb-01	145	40	55	50	0,73
99-Y5Eb-01	-	-	30	-	-
<i>Tegoceras</i> sp.					
99-TE5Eb-20	*120	26	*26	-	*1
99-Z1B-02	30	-	10	-	-
99-Z5-10	*110	24	36	-	0,67
<i>Polyelliceras peruvianum</i>					
95-I7-13	*80	21	26	-	0,81
99-CQ23-01	80	20	27	*33	0,74
99-CQ23-02	*70	19	23	-	0,83
99-CQ25-01	75	16,4	23	-	0,71
99-CQ27Eb-02	*55	15	19	-	0,79
99-CQ27Eb-03	-	13	15	-	0,87
98-G15/16Eb-01	43	14	18	6	0,78
98-G16A-09	35	10,8	15	12	0,72
99-Y3Eb-12	35	7,5	9	9	0,83
<i>Polyelliceras</i> cf. <i>lobatum</i>					
95-I7-12	*60	17	22	-	0,77
<i>Polyelliceras</i> sp.					
99-I7-15	30	13	14	-	0,92
<i>Polyelliceras</i> sp. juv.					
95-R2-02	*15	4	5,5	-	0,73
98-G16A-03	40	11	22	4,5	0,5
98-G16A-04	*22	7	9	-	0,77
98-G18-02	-	16	19	10	0,84
99-Y3Eb-10	32	8	10	11	0,8
<i>Ralphimlayites ulrichi</i>					
99-CQ23-03	*80	*13,5	33	-	*0,41
99-CQ25-02	*90	25,5	30	-	0,85
99-CQ25-03	-	*14,3	26	-	*0,55
99-CQ27Eb-01	75	17	23	-	0,74
99-CQ27Eb-04	*75	*14,8	20	-	*0,74
99-PM3-03	*45	13	15	-	0,87
99-PM14Eb-12	70	15,5	20	-	0,77
95-R8-08	35	11,5	13	-	0,88
95-R8-09	67	16	18	-	0,89
95-R8-10	65	16,5	18	-	0,91
99-R8-10	-	15	18	-	0,83
95-R12-02	-	16,5	20	-	0,82
95-R12-03	-	17	21	-	0,81
95-R12-04	*60	*11	-	-	-
98-G18-03	30,9	9,5	13	8,5	0,73
99-Y3-03	-	11	12	-	0,91

<i>Ralphimlayites mathewsi</i>					
99-CQ22BEb-02	-	22,8	22,8	-	1
99-CQ23-04	-	15,5	-	-	-
99-PP12-04	-	15	18	-	0,83
99-PP12-08	-	*14	22	-	0,64
99-PM14Eb-10	57	15	18	*15	0,83
99-PM14Eb-13	42	11,8	15	-	0,79
99-R3Eb-01	32,5	-	10	-	-
95-R6Eb-03	-	*10	22	-	*0,45
99-Y3-01	31	9	14	10,5	0,64
<i>Ralphimlayites cf. apuloense</i>					
99-PM3-02	80	19	25	-	0,76
99-R12B-02	*70	*13	16	-	*0,81
<i>Ralphimlayites cotteri</i>					
99-CQ22BEb-01	*150	29,7	*31	-	*0,96
99-PP13Eb-01	*100	22,5	30	-	0,75
95-R3Eb-01	*60	14	19	-	0,74
95-R8-04	65	*17	20	-	*0,85
98-G18Eb-01	-	18,5	24	-	0,77
<i>Ralphimlayites alternum</i>					
99-CQ27-03	-	20	27	-	0,77
99-PP11-12	*60	13,5	15,5	-	0,87
99-R114B-37	120	25	35	-	0,71
98-G16B-01	100	22	26	-	0,85
95-R11-02	63	*6	21	-	-
<i>Ralphimlayites sp. juv.</i>					
95-I7-14	35	10,5	11	-	-
99-PM4-01	28	7,9	11	-	0,72
99-PM14Eb-15	*35	9,5	13	-	0,73
<i>Lyelliceras lyelli</i>					
99-CQ27-01	-	20	24	-	0,83
99-CQ27-02	-	23,5	27	-	0,87
99-CQ27-04	-	*11	21	-	0,52
99-CQ27-06	-	17	26	-	0,65
99-PP11-08	*65	19	25	-	0,76
99-PP12-03	55	19	*21	-	*0,9
99-PP12-06	-	18	20	-	0,9
99-PP12-07	-	18	*21	-	*0,85
99-R8-01	70	16,9	*17	-	*0,99
99-R12B-03	40	11	13	-	0,85
98-G18Eb-02	-	13,5	-	-	-
98-G18-04	29,5	*13	16	7	0,81
98-G18Eb-03	*85	18,5	30	-	0,62
98-G18Eb-04	*45	17	19	-	0,89
<i>Lyelliceras pseudolyelli</i>					
99-CQ22AEb-01	*120	25	32	-	0,78
99-PP11-06	*90	25	28,5	-	0,87
99-PP11-07	*65	19	23	-	0,83
99-PP11-09	*90	22	32	-	0,69

99-PP11-10	*120	29	*31	—	*0,93
99-PP11-13	>80	24	30	—	0,8
99-PP12-05	*70	18	24	—	0,75
95-R7-02	*55	13,4	16	—	0,84
99-R15-01	115	24	32	—	0,75
98-G18-01	80	19	25	*29	0,76
99-Y3Eb-13	55	21	—	14	—
<i>L. pseudolyelli</i> variété 1					
95-R7-01	44	13,9	15	15	0,92
<i>Lyelliceras isaaclei</i>					
99-Y3-02	55	17	18	—	0,94
99-Y3-04	25	10	10	8	1
99-Y3Eb-01	80	19	28	32	0,68
99-Y3Eb-03	—	23	25	—	0,92
99-Y3Eb-04	—	20	22,5	—	0,88
<i>Lyelliceras</i> sp. juv.					
99-PP11-11	—	16	21	—	0,76
99-PP12-09	30	—	12	8	—
99-PM14Eb-09	25	9,5	13	—	0,73
99-R8-08	20	5,5	6,5	—	0,85
99-R8-09	*30	7,8	9,5	—	0,82
95-R14-01	—	9	*12	—	*0,75

* : mesure particulière (déformation, aplatissement,...)

D: diamètre, Wb: largeur de tour, Wh: hauteur de tour, U : ombilic (en millimètres)

Genre <i>Neodeshayesites</i>					
Espèces / Spécimens	D	Wb	Wh	U	Wb/Wh
<i>Neodeshayesites umbilicostatus</i>					
95-19-06	* 80	20	28	—	0,71
95-19-08	—	20,5	23	—	0,89
99-110Eb-01	*170	48	69	—	0,7
99-110Eb-02	*95	—	34,5	22	—
99-110Eb-03	—	35	41	—	0,85
99-110Eb-05	75	—	32	22	—
99-19C-06	—	—	32	—	—
99-19-08	—	—	—	—	—
<i>Neodeshayesites inti</i>					
MPUP-95-19-04	80	*24	27	—	*0,89
ERC-95-19B-04	*105	30	>35	—	<0,86
MPUP-95-19B-08	95	35	38,5	22	0,91
MPUP-99-19A-03	120	41	46	—	0,89
ERC-99-T05Eb-01	*100	27	30,5	—	0,86
<i>Neodeshayesites nicholsoni</i>					
MPUP-99-T03Eb-02	—	50	61	—	0,82
MPUP-99-T04-26	95	32,5	39	35	0,83
MPUP-99-T04-27	97	34	39	33	0,87
ERC-99-T04-28	80	29	32	—	0,91
ERC-99-T04-29	*120	37,5	44	—	0,86
ERC-99-T04-30	*150	39,6	55	—	0,72
MPUP-99-T04-31	*65	22	26	—	0,85
MPUP-99-T04-32	*55	20,5	22,3	—	0,92
MPUP-99-T04-33	41	14,2	18,5	9	0,77
MPUP-99-T04-34	50	18,5	20	17	0,92
ERC-99-T04-36	*70	25,6	*30	—	*0,86
ERC-99-T04-38	45	17,6	21	—	0,84
ERC-99-T04-40	*70	21,5	26	—	0,83
ERC-99-T04Eb-02	50	18	22	—	0,82
AMNH-27390/1	cf. Benavides Caceres (56)				
<i>Neodeshayesites</i> sp. juv.					
MPUP-95-19-09	35	—	10	—	—
MPUP-95-19-10	37	14,5	17	—	0,86
MPUP-95-19B-06	*50	18,5	—	—	—
MPUP-99-19B-04	*45	16	19,5	—	0,82
ERC-99-19C-04	40	11,5	14,5	—	0,79
AMNH-27391/1	cf. Benavides Caceres (56)				

* : mesure particulière (déformation, aplatissement,...)

D: diamètre, Wb: largeur de tour, Wh: hauteur de tour, U : ombilic (en millimètres)

Famille Desmocerotidae					
Espèces / Spécimens	D	Wb	Wh	U	Wb/Wh
<i>Puzosia cf. quenstedti</i>					
99-CQ8-02	85	35	36	22	0,97
99-Y2-12	95	46	53	—	0,87
99-Z1BEb-01	60	24	26	—	0,92
<i>"Beudanticeras" gr. dupinianum -newtoni</i>					
95-I9B-02	50	17	26	—	0,65
95-I9B-03	60	—	29	—	—
96-C10Eb-02	50	16	—	—	—
96-C18-02	110	*22	57	—	*0,39
95-R108A-02	—	—	—	—	—
95-R108B-01	53	16	24	—	0,67
95-R108B-02	52	—	26	6,5	—
<i>"Beudanticeras" chimuense</i>					
99-I7-28	—	49	56	—	0,87
95-R103-05	80	35	—	—	—
99-TE4Eb-03	155	48	55	—	0,87
99-TE5-07	160	51,5	66	*30	0,78
99-TO4-23	75	30	34	—	0,88
99-TO4-25	90	37	45	—	0,82
<i>Desmoceras schlagintweiti</i>					
99-R110-06	—	38,3	46	—	0,83
99-Z21-01	*125	38	50	—	0,76
99-Z21-02	*130	42	56	40	0,75

Famille Brancoceratidae					
Sous-famille Brancoceratinae					
Espèces / Spécimens	D	Wb	Wh	U	Wb/Wh
<i>Eubrancoceras aegoceratoides</i>					
99-PM8-01	31,5	9,3	11	—	0,84
99-R8-02	32,5	10	11	—	0,91
99-R8-03	27	8,5	9,5	—	0,89
99-Y3-06	37	12	14	—	0,86
<i>Parabrancoceras aff. compressum</i>					
99-Y3Eb-11	35	9	14	—	0,64
<i>P. aff. compressum var. complanata-rotundatum</i>					
99-Y3-07	26	8	13	7	0,62
99-Y3Eb-08	34	—	13	—	—
99-Y3Eb-12	23	8	10	6	0,8
<i>Hysterocheras gr. varicosum</i>					
98-G35-05	55	*16	21	20	0,76
98-G36-02	37,2	14	14	10	1

Sous-famille Mojsisovicziinae					
Espèces / Spécimens	D	Wb	Wh	U	Wb/Wh
<i>Mojsisoviczia ventanillensis</i>					
99-I7-29	*85	24	35	-	0,69
98-G22EB-02	53	14	20	-	0,7
<i>O. (Oxytropidoceras) peruvianum</i>					
99-PM14Eb-16	115	29	45	-	0,64
99-PM14Eb-36	215	51	100	-	0,51
99-R15B-01	-	40	*68	-	*0,59
99-R20EB-02	*170	36	69	-	0,52
99-R20EB-03	*150	34	*55	-	*0,62
98-G21B-01	*85	28	39	-	0,71
<i>O. (Oxytropidoceras) sp. juv. cf. alticarinatum</i>					
95-I1/3-01	-	12	19	-	0,63
98-G25-03	52	-	21,5	-	-
<i>O. (Oxytropidoceras) bösei</i>					
99-PM13Eb-01	*130	26	48	-	0,54
95-R20Eb-01	*145	42	70	-	0,6
98-G21B-02	60	18	25	-	0,72
98-G21B-03	*70	20	25	-	0,8
99-Y4-08	*170	*21	*55	-	*0,38
<i>O. (Oxytropidoceras) carbonarium</i>					
99-PM12Eb-04	*110	31,7	61	-	0,52
95-R19-02	-	35,5	*72	-	*0,49
95-R19-03	*185	39	80	-	0,49
95-R22-02	*130	*29	68	-	*,42
98-G22-01	85	21,5	42	-	0,52
98-G26-01	200	-	80	-	-
99-Y4-09	-	-	42	-	-
<i>O. (Mirapelia) mirapelianum</i>					
95-R8-03	60	17	24	-	0,71
95-R11-08	*38	19	-	-	-
99-Y3Eb-15	65	17	27	-	0,63
<i>O. (Mirapelia) douglasi</i>					
99-CQ25-04	*37	10	18	-	0,55
99-CQ26-01	*105	28	44	-	0,63
99-CQ27Eb-05	*75	28,5	35	-	0,81
99-PM5-01	120	28	55	-	0,51
99-PM5-02	*165	33	63	-	0,52
99-PM6-05	85	24	38	-	0,63
99-PM6-07	185	35,4	62	-	0,57
99-PM12Eb-01	140	40	60	*11	0,66
99-PM12Eb-02	52,8	14	25	-	0,56
99-PM14Eb-17	135	35	58	-	0,6
99-PM14Eb-20	45	14,5	20	-	0,72

99-PM14Eb-21	25	5,8	9,5	-	0,61
99-PM14Eb-24	*80	22,5	39	-	0,57
99-PM14Eb-25	*45	13,6	23	-	0,59
99-PM14Eb-26	*90	21,6	34,5	-	0,63
99-PM14Eb-27	*110	28	42	-	0,67
99-PM14Eb-29	90	29	40	-	0,72
99-PM14Eb-30	110	30	47	-	0,64
99-PM14Eb-31	*130	39,5	-	-	-
99-PM14Eb-32	*110	32	50	-	0,64
99-PM14Eb-37	>200	44	80	-	0,55
99-PM14Eb-38	*195	41	72	-	0,57
99-PM14Eb-40	200	37	67	-	0,55
99-R6BEb-12	*85	28	39	-	0,72
95-R15-01	*215	51	98	-	0,52
98-G4Eb-03	*120	38	54	-	0,7
99-Y4Eb-02	90	22	38	32	0,58

O. (Venezolicerus) cf. venezolanum

99-P19-01	115	-	60	*25	-
99-PP14-05	90	20	35	-	0,57

O. (Benavidesites) harrisoni

99-R21BEb-05	*150	33,5	67	-	0,5
99-Y3-08	-	14	-	-	-

Dipoloceras cf. cristatum

98-G35-02	58,5	-	*21	-	-
98-G35-03	-	12	28	-	0,43
98-G35-04	*125	30	*57	8	*0,53

Famille Anisoceratidae

Espèces / Spécimens	Wb	Wh	Wb/Wh
<i>Protanisoceras cantianum</i>			
99-Z8-01	9,5	10	0,95
<i>Protanisoceras cf. acteon</i>			
99-R102-10	8,5	8,5	1

Famille Hamitidae

<i>Hamites cf. pseudattenuatus</i>			
95-I9-03	18	15	1,2
<i>Hamites gr. maximus</i>			
98-G27-01	-	7,5	-
98-G27-03	-	6	-
98-G28-02	-	4	-
98-G31-01	17	17	1
98-G32-01	-	7,5	-

Famille Douvilleiceratidae

Sous-famille Douvilleiceratinae

Espèces / Spécimens	D	Wb	Wh	U	Wb/Wh
<i>Douvilleiceras cf. monile</i>					
99-TE5Eb-18	65	28	19	-	1,47
<i>Douvilleiceras horridum</i>					
99-TO4-22	145	72	55	11	1,31
<i>Douvilleiceras rex</i>					
95-I9-01	-	70	*45	-	*1,55
95-I9A-01	*250	130	100	-	1,3
99-I9B-08	*96	44	41	-	1,07

* : mesure particulière (déformation, aplatissement,...)

D: diamètre, Wb: largeur de tour, Wh: hauteur de tour, U : ombilic (en millimètres)

CHAPITRE 4

SÉDIMENTOLOGIE ET ORGANISATION SÉQUENTIELLE DES DÉPÔTS

CHAPITRE 4 ORGANISATION SÉQUENTIELLE DES DÉPÔTS

4.1. INTRODUCTION - GÉNÉRALITÉS

L'objet de ce chapitre est de replacer les séquences de dépôt dans le cadre biostratigraphique présenté dans le chapitre 2. On observera ainsi leur potentiel de corrélation à l'échelle du Bassin Occidental péruvien et leur diachronisme important en direction du Bassin Orienté du Pérou et d'Équateur.

Contexte général de la sédimentation albienne dans le Bassin Andin

L'organisation de cette sédimentation est contrainte par la géométrie du Bassin Andin qui découle de l'histoire tectonique pré-albienne (voir partie introductive). À partir du Tithonien, un arc magmatique de grande envergure se développe le long de la marge péruvienne (Mégard, 1978), de direction NO-SE. La paléogéographie est contrôlée par les zones d'avant-arc, d'arc et d'arrière-arc. Au Pérou, la zone d'arrière-arc montre une organisation tripartite (fig. 2) :

- un Bassin Occidental subsident («West Peruvian Through» de Wilson, 1963), à l'emplacement de la Cordillère Occidentale actuelle;
- un seuil axial, appelée Géanticlinal du Marañón, en lieu de la Cordillère Orientale actuelle;
- un Bassin Est qui correspond à la Zone Sub-Andine et au Bassin «Orienté» actuels. Ce bassin a une extension beaucoup plus importante que le Bassin Occidental. Il s'étend depuis le Nord de l'Équateur (Bassin «Orienté») jusqu'à la Bolivie actuelle (Bassin «Potosí») et jusqu'à la bordure des cratons du Brésil et de Guyane.

Durant l'Albien, la zone d'arrière-arc subit une transgression marine majeure, qui atteint en premier lieu le Bassin Occidental. Ce bassin, très subsident, reçoit alors une série marine épaisse. Plusieurs pics de transgression se succèdent. Chaque pulsation se caractérise par une sédimentation particulière :

- le pic de transgression de l'Albien inférieur atteint principalement le Bassin Occidental. Les premiers dépôts ont un faciès mixte, carbonaté et détritique, qui compose les formations Inca et Pariahuanca (Benavides Cáceres, 1956). Une série marine carbonatée, nommée formation Chulec (Mc Laughlin, 1924), prend ensuite le relais;
- la deuxième phase transgressive, datée de la base de l'Albien moyen, a une extension plus importante. Elle conditionne le dépôt de la formation Pariatambo (Mc Laughlin, 1924) dont le faciès est souvent anoxique. Le Bassin «Orienté» enregistre cette transgression de façon marginale (formation des Argiles du Chonta inférieur);
- l'Albien supérieur basal enregistre un dernier pic transgressif, représenté par des faciès de plate-forme carbonatée dans le Bassin Occidental (groupe Pullucana, Benavides Cáceres, 1956). Ces dépôts atteignent vers l'Est le «seuil» axial du Marañón (Carlotto

et al., 1995; Jaillard, 1995). Le Bassin Oriente est le siège du dépôt de la Formation Napo basal (Jaillard et al., 1997).

4.2. SÉDIMENTOLOGIE DES COUPES DE TERRAIN - MILIEUX DE DÉPÔT DES FORMATIONS DE L'ALBIEN

Les coupes sont exposées dans cinq secteurs principaux, définis par leur position respective dans le contexte paléogéographique du Bassin Andin (voir fig. 3 et chapitre consacrée au contexte général).

La précision des données est variable suivant les coupes étudiées. Les coupes exposées dans le chapitre biostratigraphique ne sont pas toutes retenues pour cette étude sédimentologique.

4.2.1. LES ANDES CENTRALES (RÉGION DE LA OROYA)

COUPES DE CHULEC (fig. 62) ET DE LA QUEBRADA GESHGASH (fig. 64)

4.2.1.1. La Formation Pariahuanca

La coupe-type de la formation, décrite par Benavides Cáceres (1956, p. 369-370) se situe à 400 mètres au Nord de la localité de Pariahuanca, sur la rive Est de la rivière Santa, dans la région du «Callejon de Huaylas». Elle se compose de 95 mètres de bancs épais de grès moyens massifs, fossilifères et formant des crêtes, qui alternent avec des calcaires fortement bitumineux de couleur gris clair.

Cette formation est mentionnée plus au Sud dans la région de Huallanca (Steinmann, 1929) et dans les Andes centrales (Wilson, 1963; von Hillebrandt, 1970; Mégard, 1978; Moulin, 1989).

Dans le secteur étudié dans de ce travail (fig. 3), sa lithologie est mixte. Elle se compose de grès détritiques, de calcaires gréseux et de dépôts carbonatés *sensu stricto* (Mégard, 1978). Elle marque la transition entre les formations deltaïques du Crétacé inférieur (Formations Chimu à Goyllarisquizga) et les faciès carbonatés de l'Albien plus élevé (Formation Chulec). Leur dépôt est dû à l'ennoiement progressif de la zone émergée, située au niveau de la Cordillère Orientale actuelle, par la transgression de l'Albien (Moulin, 1989).

Du point de vue biostratigraphique, Benavides Cáceres (1956) et Wilson (1963) citent «*Neodeshayesites*» sp. (= *Parahoplites sensu* ces auteurs), respectivement dans le banc 4 de la coupe-type et dans le banc 8 de la coupe de Pomapata. Ils datent à juste titre cette formation de l'Albien inférieur. Moulin (1989), citant Rauscher (*comm. écrite*), indique un âge Aptien supérieur pour la base de la formation Pariahuanca.

La formation Pariahuanca semble être l'équivalent latéral synchrone de la formation Inca des Andes du Nord du Pérou. Aucune ammonite ou fossile «marqueur» n'y a été récolté (coupe de Chulec). Nous datons la formation Pariahuanca de la zone à *N. nicholsoni* (Albien inférieur, voir partie biostratigraphie) par corrélation latérale avec la formation Inca, et en fonction de l'âge de la zone à *G. raimondii* marquant la base de la formation Chulec sus-jacente.

Sur la coupe de Chulec (fig. 62), la formation Pariahuanca présente de nombreuses lacunes de visibilité. Elles correspondent à des intervalles plus marneux dont la nature exacte reste indéterminée.

L'unité 1 de la base de la coupe se compose de grès grossiers en bancs massifs, à laminations horizontales, riches en Fer (couleur rouille) et en quartz détritique. Ils sont séparés par des interbancs d'argiles fines. L'ensemble est surmonté d'une surface durcie. Ces dépôts caractérisent des environnements à haute énergie du «foreshore».

Au-dessus de 6 m. masqués (argiles), la série se poursuit par des grès plus fins à laminations entrecroisées et stratifications lenticulaires, puis stratifications obliques de type barres tidales (bancs 2-4), avec des interbancs argileux. Ils sont surmontés par des grès grossiers identiques à ceux de la base de la coupe. Cette séquence traduit le passage de milieu «shoreface» (action des vagues) vers un milieu plus profond «offshore» *sensu* Moulin (1989) («offshore tidal sand and waves» de Allen, 1980).

Une nouvelle lacune de visibilité marque la transition avec un double banc de calcaire «mudstone» glauconieux (unité 5), surmonté de marnes sombres, de marnes gréseuses puis de calcaires gréseux à laminations ondulées. Cette dernière unité est interprétée comme correspondant à des dépôts dus à l'action des vagues (Moulin, 1989, p. 155).

L'unité 12 correspond à des nodules de grès fin surmontés de calcaire massif bioclastique de texture «wackestone/packstone» de couleur rouille. Ce dernier contient des spicules, des plaques d'oursins et des fragments de micas. Ce banc marque par sa biophase un intervalle transgressif vers un environnement de bordure de plate-forme distale.

Après 10 m. non visibles, la formation Pariahuanca se prolonge par un ensemble de bancs gréseux massifs (grains moyens à grossiers) à stratifications horizontales puis entrecroisées obliques (ensemble 13). Son sommet montre une surface durcie. Ces dépôts, identiques à ceux de la base de la coupe, traduisent l'alternance d'environnements de haute énergie.

Une séquence de marnes gréseuses, de bancs de grès fins surmontés d'un banc calcaire «mudstone» composent les unités 14 et 15. Un interbanc de marnes gréseuses et un second banc calcaire (niveaux 16-17) couronnent ce faisceau carbonaté qui indique un nouvel épisode transgressif.

Les bancs 18 à 24 consistent en des grès fins à très fins sans structure interne visible, intercalés avec des marnes gréseuses. Le paquet gréseux sus-jacent (banc 25), de même faciès, présente des laminations, horizontales à faiblement ondulées.

Les derniers niveaux de la formation Pariahuanca (bancs 26-27) sont des calcaires oolithiques, grossiers à la base, qui deviennent plus fins. Ils caractérisent un environnement de barrière.

Le passage progressif bathycroissant aux faciès carbonatés de la base de la formation Chulec marque une accélération de la transgression.

CHULEC (PEROU CENTRAL).
Formations Pariahuanca et Chulec.

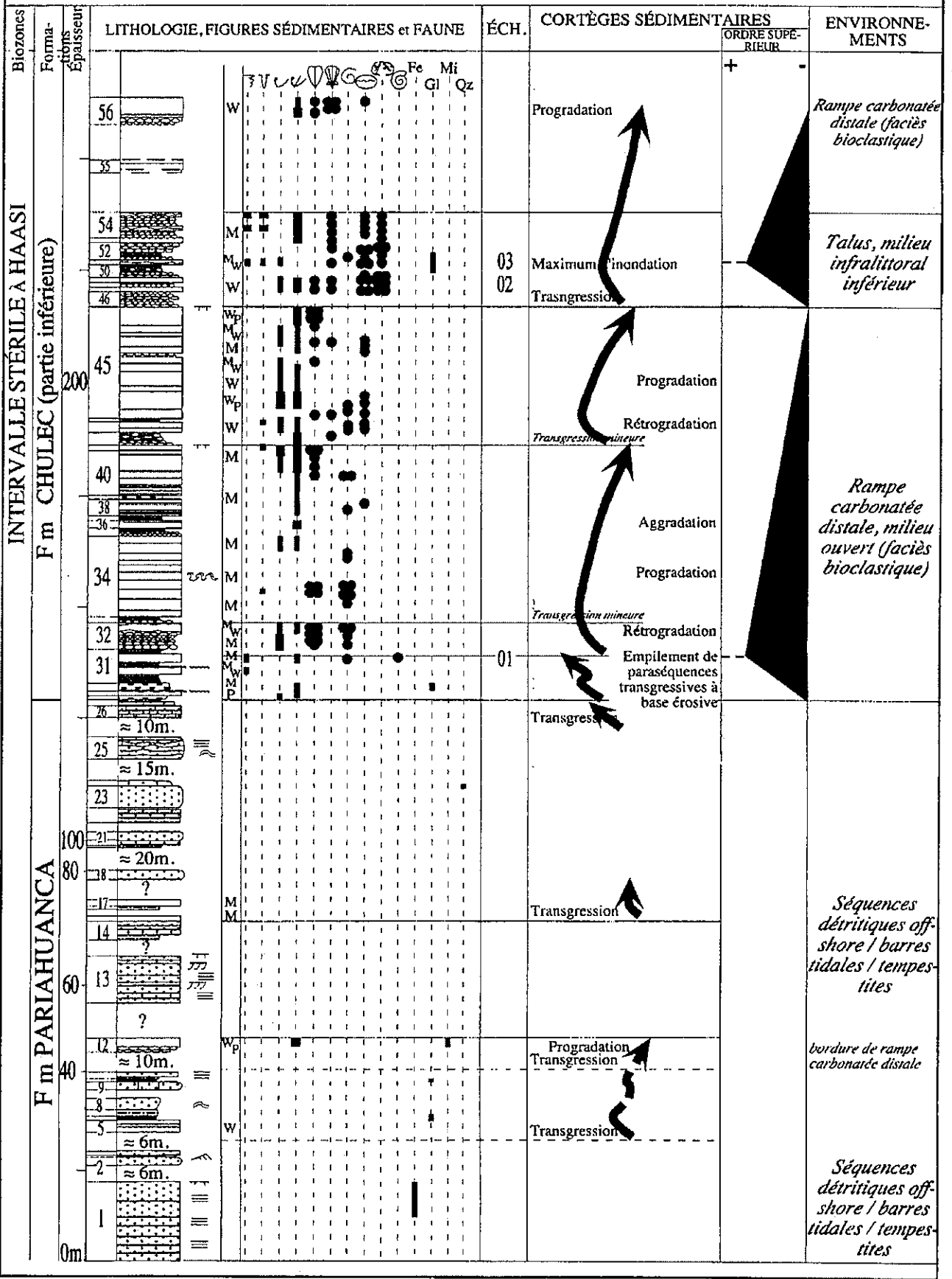


Figure 62. Coupe de Chulec (Andes centrales). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

En résumé, les dépôts de la formation Pariahuanca sont très variés : des dépôts détritiques de haut régime, de tempêtes (à HCS), des barres tidales; des dépôts carbonatés de faciès marneux, des calcaires bioturbés «mudstones», des calcaires «wackestone/packstone» bioclastiques et des calcaires oolithiques. Les environnements de dépôts varient depuis le milieu littoral («foreshore») jusqu'au talus («offshore»).

4.2.1.2. La Formation Chulec

La coupe de Chulec, ici décrite, est la localité-type de la dite formation. Elle est située à deux kilomètres au Nord-Ouest de La Oroya, sur la route menant à Cerro de Pasco (Département de Junin, Pérou Central). La formation Chulec ne développe pas la totalité de son épaisseur sur la coupe type; seule la partie inférieure massive est représentée. La coupe de Chulec présentée dans ce travail ne correspond qu'au premier tiers de la formation; les parties supérieures ont été levées le long de la coupe de la Quebrada Geshgash, située à douze kilomètres au Sud-Est de La Oroya, sur la «Carretera Central» en direction de Huancayo (Département de Junin, Pérou Central).

Mc Laughlin (1924, p. 608-609) décrit cette unité comme des «calcaires gris clair en bancs minces et des bancs mineurs d'argiles gréseuses». Il la considère comme le membre inférieur de la formation Machay (fig. 63). Benavides Cáceres (1956) élèvera cette unité au rang de formation. Ces calcaires et marnes sont présents sur l'ensemble des Andes péruviennes depuis le Pérou central jusqu'au Nord du Pérou. Nous l'avons observé jusque sur la coupe du Pongo de Rentema (Pérou Nord). Au-delà de cette région, les faciès changent. La coupe du Pongo de Manseriche encore plus septentrionale, montre une lithologie plus argileuse (Formation Chonta inférieure, définie par Zegarra Ciquero, 1963).

Dans les Andes centrales, la formation Chulec présente trois ensembles lithologiques successifs (Moulin, 1989, p. 196-197) : une partie inférieure largement dominée par des bancs calcaires bioclastiques massifs, à rares vires marneuses; un ensemble médian nettement plus argileux à séquences transgressives agradantes; un tiers supérieur composé de calcaires bioclastiques plus massifs caractérisant une progradation générale. Son épaisseur totale varie plutôt autour de 150 à 250 mètres (Benavides Cáceres, 1956; von Hillebrandt, 1970; Moulin, 1989; ce travail) que de la centaine de mètres mentionnée par Wilson (1963).

Cette formation s'avère très fossilifère. Sa faune est très variée : ammonites, échinodermes, inocérames, lamellibranches divers, pectens, gastéropodes, huîtres, algues, foraminifères benthiques et planctoniques. Mc Laughlin (1924) considérait la formation Chulec comme d'un âge équivalent au «Fredericksburg group» («Comanchean») du Texas daté de l'Albien moyen (Young, 1986). Benavides Cáceres (1956) place la formation Chulec dans l'Albien moyen basal (zone à *G. raimondii*). Dans le Pérou central, Wilson (1963) suit l'attribution de Benavides Cáceres (1956) mais Tapia (1992) lui donne un âge Albien inférieur terminal.

La base de cette formation livre une faune qui marque la transition entre les zones à *N. nicholsoni* et *G. raimondii* (considérée de l'Albien inférieur). Son toit est attribué à l'intervalle sous-zone à *R. mathewsi* - sous-zone à *R. ulrichi* (passage Albien inférieur - moyen) (voir partie biostratigraphie). Elle est donc datée de l'Albien inférieur. Dans le détail, nous verrons que le faciès typique de la formation Chulec est diachroné à l'échelle du Bassin Occidental péruvien.

La base de la formation Chulec, observée sur la coupe-type, débute par une alternance (1) de bancs calcaires massifs, de texture «wackestone» à «packstone», à nodules calcaires remaniés et débris de coquilles, (2) de marnes à nombreux bioclastes et petits bivalves et (3) de marnes argileuses. Le premier banc contient des débris coquilliers glauconieux. La base des bancs calcaires est érosive. Le toit des derniers bancs montre une surface durcie très perforée et bioturbée. Ces unités (28 à 31, fig. 62) sont interprétées comme une succession de séquences de transgression.

L'unité 32 se compose de bancs noduleux de calcaires «mudstones», très riches en petits bivalves et gastéropodes, couronnés par un banc massif «mudstone/wackestone» à faune identique et bioclastes. Il est surmonté d'un horizon marneux azoïque.

Les 40 mètres suivants (unités 34 à 41) consistent en un ensemble de bancs calcaires «mudstones» massifs superposés. Sa partie inférieure contient des niveaux lumachelliques à turrnelles. On observe un niveau de convolutes. La partie supérieure, très bioclastique, est riche en lamellibranches. Le sommet de ce faisceau est couronné par une surface durcie et des traces de terriers. Ces séquences agradantes sont considérées comme marquant un environnement de type plate-forme profonde. Plusieurs niveaux argileux témoignent de transgressions mineures.

Au-delà de l'unité 42 transgressive, les bancs calcaires massifs (unités 43-45) contiennent de nombreuses huîtres de petite taille, rares jusqu'ici. Elles sont associées à de grands gastéropodes, quelques spicules d'oursins, de petits bivalves, puis des pectens et de très nombreux bioclastes en son sommet. Nous interprétons ce «paquet» comme un faciès de rampe distale plus ouverte.

Les unités 46 à 54 marquent un approfondissement de l'environnement de dépôts. Elles se composent de calcaires massifs bioclastiques «wackestone», de calcaires noduleux «mudstones» et «wackestones», et de marnes oolithiques alternants. Leur base contient de très nombreux spicules d'oursins, des huîtres de taille moyenne, des gastéropodes, des petits bivalves, des pectens et une forte proportion de bioclastes. Le banc 51 d'aspect noduleux intercalé, encadré de marnes oolithiques, a livré de nombreux oursins (*Coenholectypus* gr. *planatus*, *Tetragramma deshayesi* et *Pseudodiadema* sp.), des huîtres, des pectens et des gastéropodes. Son toit montre des terriers et des bioturbations. Les unités 52 à 54 se caractérisent par le retour des calcaires noduleux «mudstones» identiques à ceux des bancs 46 à 49. Les sommets de bancs montrent ici aussi de nombreuses traces de perforation, des terriers et des bioturbations. Les marno-calcaires intercalaires contiennent de très nombreux oursins (*Coenholectypus* gr. *planatus*, *Heteraster* sp.). Cet ensemble caractérise un faciès de talus. Les oursins indiquent le milieu infralittoral inférieur.

Après une vire marneuse et un «paquet» calcaire non étudié en détail, la coupe de Chulec se termine par un épais banc massif à texture de «wackestone» bioclastique, à très nombreuses turrnelles, petits bivalves, spicules d'oursins et quelques grandes huîtres. Ce banc marque le retour à des faciès bioclastiques, plus proximaux, de rampe carbonatée.

Le premier banc de la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 64) correspond au dernier banc du faisceau calcaire dont la base est exposée au sommet de la coupe de Chulec. Nous n'avons malheureusement pas pu lever les derniers niveaux de la coupe de Chulec qui marquent la transition entre les deux coupes.

QUEBRADA GESHGASH (PÉROU CENTRAL).
Formations Chulec, Pariatambo et Yumagual.

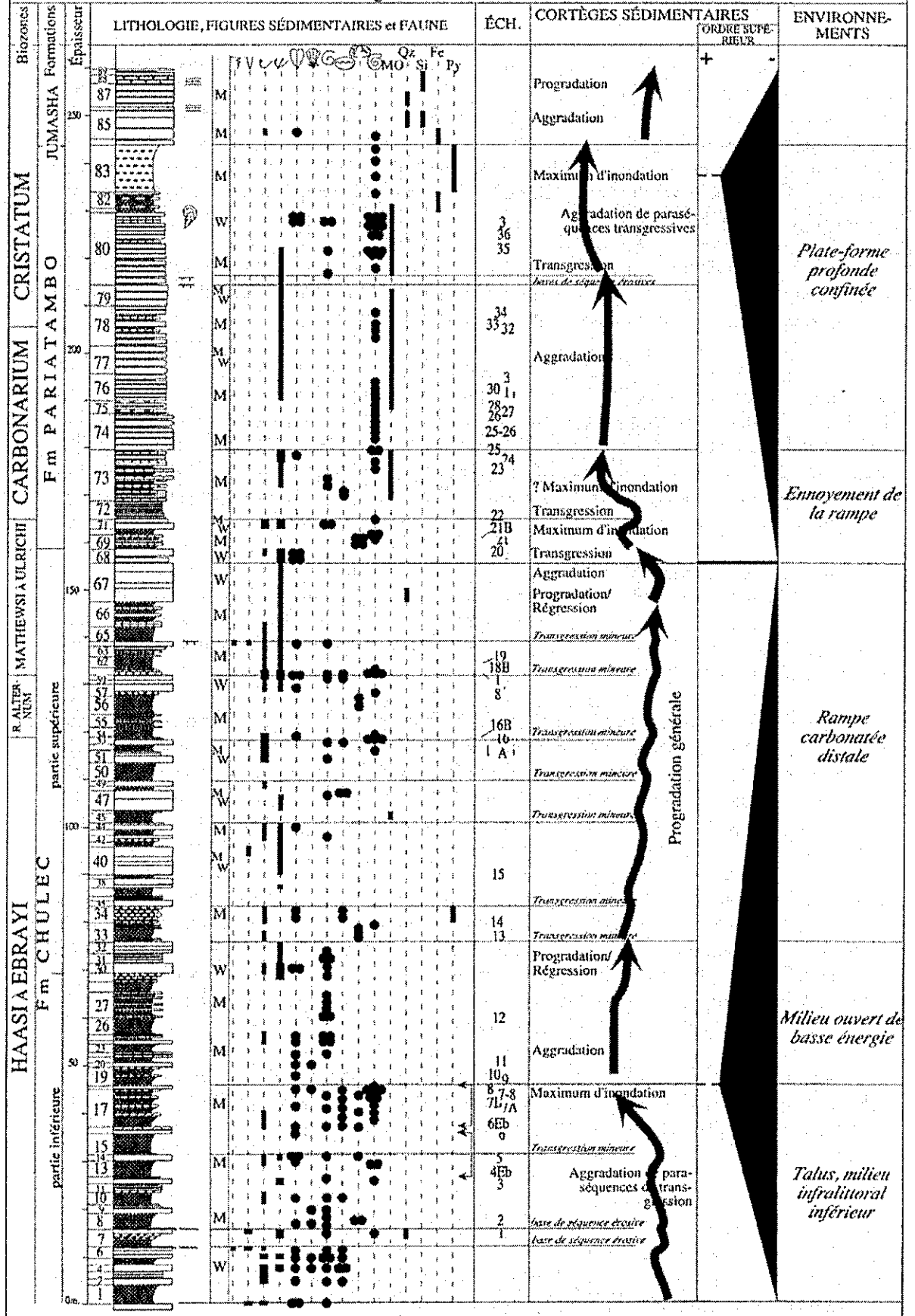


Figure 64. Coupe de la Quebrada Geshgash (Andes centrales). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

La partie médiane de la formation Chulec, plus argileuse, débute sur la coupe de la Quebrada Geshgash par une aggradation de séquences transgressives constituées de calcaires massifs «wackestones», de calcaires noduleux et d'intervalles marneux. Les premières unités (1-6, fig. 64) ont une faune variée de bivalves de différentes tailles, de gastéropodes, d'huîtres et de pectens. Les bancs 4 et 6 sont fortement bioclastiques.

Les bancs 7 et 8, dont les bases sont érosives, contiennent du quartz détritique. La vire marneuse intercalée a livré de nombreux oursins. Une ammonite a été récoltée dans le banc supérieur.

La faune devient beaucoup plus rare dans les unités 9 à 16, mise à part la présence de bivalves ronds dans le banc 14.

L'unité 17 se compose d'une aggradation de bancs calcaires noduleux et de marnes argileuses alternants. Les ammonites, présentes dès la base, deviennent très nombreuses à son sommet. Son toit est interprété comme un maximum de transgression. Cette unité marque le début du passage le plus argileux dans la formation Chulec qui perdure jusqu'à l'unité 29.

Ces calcaires «mudstones» et marnes argileuses contiennent une faune constituée de grands bivalves ronds dans sa partie inférieure. Les unités suivantes contiennent de nombreux gastéropodes, associés ponctuellement à des bivalves et des bioclastes (nombreux dans le banc 30). On interprète ces niveaux comme déposés en environnement de rampe carbonatée, plutôt profonde et de faible énergie.

Le tiers supérieur de la formation Chulec montre le retour à des dépôts plus calcaires, témoins d'une progradation des faciès de plate-forme carbonatée de faible énergie. Les unités 33 à 68 correspondent à une alternance de barres calcaires massives bioclastiques à faune peu abondante, de bancs métriques noduleux de texture «mudstone» et de passages de marnes argileuses fines. Les barres calcaires abritent essentiellement des huîtres, des gastéropodes (en nombre réduit) et des bivalves. Le premier banc de l'unité 67 contient des quartz détritiques. Un passage plus marneux (50-66, fig. 64) est marqué par la concentration systématique d'ammonites en base de transgression marneuse et la présence épisodique d'oursins (*Heteraster* sp.) dans les intervalles marneux. La formation Chulec se termine par une aggradation de banc de calcaires massif «wackestone» à nombreux bivalves et bioclastes, témoin du début d'une phase transgressive.

L'environnement général de la formation Chulec oscille entre la plate-forme carbonatée non barrée distale et le talus. Moulin (1989) mentionne un faciès de «grainstone» à «keystone-vugs», d'environnement intertidal de «foreshore» dans la zone de battements des vagues. Nous n'avons pas observé cette lithologie sur les coupes étudiées.

4.2.1.3. La Formation Pariatambo.

Elle est décrite pour la première fois par Mc Laughlin (1924, p. 609). Elle était considérée comme le membre supérieur de la formation Machay (fig. 63), superposé au membre Chulec (voir discussion dans la partie concernant la formation Chulec). L'auteur cite la localité de Pariatambo dans un secteur situé seize kilomètres au Sud-Ouest de La Oroya (Département de Junin, Andes péruviennes centrales). Nous n'avons malheureusement pas retrouvé cette localité. Il définit la formation Pariatambo par la présence de «calcaires habituellement plus sombres que les bancs du membre inférieur (cf. formation Chulec), qui dégagent presque partout une odeur de matière organique ou de pétrole sous la cassure». Cette description témoigne du caractère anoxique des sédiments, qui apparaît donc comme un critère de définition de la formation.

Mc Laughlin (1924) mentionne une importante faune d'ammonites, qu'il considère d'âge Albien à Vraconien, corrélée avec l'unité Washita de la série «Comanchean» du Texas. Wilson (1963, p. 18) cite une association d'ammonites caractéristique de l'Albien moyen (sous-zone à *O. (O.) carbonarium*) mais il y associe *Lyelliceras pseudolyelli*, taxon ici retenu comme espèce-type du dernier horizon de l'Albien inférieur. En l'absence de figuration des ammonites, il n'est malheureusement pas possible de réviser ses déterminations paléontologiques. Dans un secteur plus méridional, von Hillebrandt (1970) et Tapia (1992) donnent à la formation Pariatambo un âge Albien moyen (zone à Carbonarium), respectivement sur les coupes de Leonmagana et de Chaucha (Département de Lima), âge fondé sur la présence des espèces-index *Ralphimlayites ulrichi* et *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium*, ainsi que de *Lyelliceras lyelli*.

Les nouvelles datations réalisées lors de ce travail donnent un âge Albien moyen élevé (transition sous-zone à *R. ulrichi* - sous-zone à *O. (O.) carbonarium*) à Albien supérieur (zone à *D. cristatum*) pour les faciès bitumineux des Andes centrales (voir partie biostratigraphie).

Le faciès anoxique, critère principal de définition de la formation Pariatambo, a une extension paléogéographique très grande. Il est observé sur l'ensemble des régions du Nord et du Centre du Bassin Occidental péruvien et dans le Bassin «Oriente» du Pérou et de l'Équateur (Mc Laughlin, 1924; von Hillebrandt, 1970; Tapia, 1992; Wilson 1963; Mégard, 1978; Moulin, 1989, Jaillard *et al.*, 1997).

L'origine des dépôts anoxiques de la formation Pariatambo est liée à une montée eustatique généralisée (voir partie consacrée aux séquences de dépôt). L'augmentation de la tranche d'eau sur la plate-forme aurait permis, par «upwelling», une remontée des eaux océaniques profondes réductrices (pauvres en oxygène) de l'Océan Pacifique (Jenkyns, 1980). Ces dépôts typiques de la formation Pariatambo caractérisent une accélération de la transgression. Ils pourraient être corrélés avec l'«oceanic anoxic event» de l'Albien moyen (Jenkyns, 1980; de Graciansky *et al.*, 1986). Nous verrons toutefois que des dépôts bitumineux apparaissent dès l'Albien inférieur dans d'autres régions du Bassin Ouest péruvien et que l'apparition de ce faciès est diachrone dans le Bassin arrière-arc andin.

La formation Pariatambo est très fossilifère dans cette région des Andes du Pérou central (voir description ci-après). Cette richesse fossilifère varie de manière importante entre les différentes coupes levées. Les coupes de Oyón (Pérou centre-nord), de Baños del Inca (Pérou nord) et Corral Quemado (Pérou nord) ont livré peu de faunes alors que les coupes de Yanarajo (Pérou centre-nord), de Paria Puquio (Pérou nord) et du Pongo de Rentema (Pérou nord) contiennent un grand nombre d'ammonites. Le maximum d'abondance et de diversité de la faune d'ammonites se situe systématiquement dans le passage marneux de la base de la formation sauf sur la coupe de la Quebrada Geshgash où l'abondance faunique est constante sur toute l'épaisseur de la formation.

Dans les Andes centrales, la formation Pariatambo montre une tendance générale à l'agradation de bancs de dolomies «mudstones» à «wackestones» de 50 centimètres à 1 mètre d'épaisseur, riches en matière organique et pétris d'ammonites. Certains niveaux se composent de véritables accumulations d'ammonites accolées les unes aux autres (voir unité 80, fig. 64). Cette formation se termine par un passage de marno-calcaires et de marnes transgressives.

Sur la coupe de la Quebrada Geshgash, la formation débute par un intervalle de calcaires fins noduleux et de marnes argileuses très riches en oursins puis en ammonites (unités 69-70,

fig. 64). Ces niveaux sont couronnés par le double banc «mudstone/wackestone» de l'unité 71 à petits bivalves, gastéropodes et ammonites. On interprète ces niveaux comme résultant d'un ennoisement de la rampe carbonatée distale du sommet de la formation Chulec. L'unité 72 se compose de petits bancs de calcaires argileux «mudstone» à tendance noduleuse. Ces niveaux ne contiennent pas de faune.

La série se poursuit par une alternance de bancs calcaires sombres, très riches en matière organique et d'intervalles d'argiles bitumineuses. Des niveaux de lumachelles à huîtres sont présents à la base. Les bancs suivants contiennent des gastéropodes et des petits bivalves. Les ammonites sont fréquentes. Elles sont de plus en plus nombreuses vers le sommet de ce faisceau. Les unités 69 à 73 traduisent un approfondissement progressif du milieu de dépôts.

Les conditions de dépôt semblent ensuite très stables jusqu'au sommet de l'unité 80. La série reste composée de bancs dolomitiques à texture «mudstone» à «wackestone», d'épaisseur maximale métrique, à forte teneur en matière organique. Ils contiennent des inocérames et de très nombreuses ammonites. Les derniers bancs contiennent de véritables agglomérats d'ammonites (unité 80). Les intervalles argileux sont peu épais. Cet empilement de dolomies bitumineuses traduit une aggradation de séquences transgressives et/ou de maxima d'inondation.

La transition avec la formation Jumasha, supérieure, se traduit par un faisceau de marno-calcaires et d'argiles suivi par 10 à 12 mètres de marnes argileuses à nodules ferrugineux. Des ammonites semblent présentes, mais leur altération en composés ferriques très avancée les rend indéterminables. Cet épisode pourrait correspondre à une baisse du taux de sédimentation, conséquence d'un début ou d'un maximum de phase transgressive.

La totalité de la formation Pariatambo semble traduire un environnement anoxique de plate-forme confinée de profondeur moyenne à forte. La forte dominance de population de mer ouverte renforce cette interprétation.

4.2.1.4 La Formation Jumasha

Sur la coupe de la **Quebrada Geshgash**, nous n'avons observé que les premiers mètres de la **formation Jumasha** (fig. 64). Nous ne rentrerons pas dans le détail faciologique et dans son contenu paléontologique.

La base de la formation Jumasha se compose de bancs calcaires à base érosive, à «laminations» ondulées, contenant une forte teneur en composés ferriques et des bancs de dolomie massive à laminations horizontales. Des bivalves variés et des ammonites, malheureusement très ferruginisés et altérés, sont présents. Le sommet de l'unité 85 contient des nodules de silex de grande taille et des géodes de quartz. La série devient ensuite très altérée; l'observation du faciès et de la faune est très délicate. Ce faisceau de calcaires et dolomies massifs traduit une progradation des milieux de dépôts vers un environnement plus proximal.

4.2.2. LES ANDES CENTRE - NORD (RÉGION DE CAJABAMBA / CAJAMARCA) COUPES DE BAÑOS DEL INCA (fig. 65), DE TAMBERIA ESTE (fig. 66), DE TAMBERIA OESTE (fig. 67), ET DE CHINCHIN (fig. 68).

Les observations les plus précises sur la transgression albiennienne ont été faites sur les coupes de Tamberia Este et Oeste. La coupe de Baños del Inca (fig. 65) présente la meilleure qualité de l'enregistrement sédimentaire. Les discussions résultent de la combinaison de ces deux types de données.

4.2.2.1. La Formation Inca

La formation Inca a été observée, au moins partiellement, sur l'ensemble des coupes des Andes du Pérou nord, mis à part la localité de Chinchin. La dénomination de la coupe de Baños del Inca, son lithostratotype, est due à E. Jaillard. Elle correspond cependant à la coupe dite de Cajamarca de Benavides Cáceres (1956), coupe-type de la formation Inca. Par souci de précision géographique, cette nouvelle dénomination me semble judicieuse; nous l'avons donc retenue dans ce travail.

Le levé présenté ici a été réalisé par E. Higa Higa (1984), puis précisé par E. Jaillard (1990) et repris récemment par Robert, Peybernès et Cugny (1999). Cette coupe type se situe à 9 kilomètres à l'Est de Cajamarca. Elle débute en limite Nord de la localité de Baños del Inca et se poursuit sur la piste qui mène à «Alto Otuzco» (Département Cajamarca, Nord Pérou).

Benavides Cáceres (1956, p. 378-380) décrit cette formation comme comportant «90 m. d'alternances de calcaires gréseux ferrugineux et oolithiques, de couleur marron en patine et beige en cassure, et de marnes fossilifères à éclats fins, de couleur jaune à verdâtre – marron, avec des passées de grès grossiers et fins».

Son extension paléogéographique va de la région de Huaráz (centre du bassin) où elle est relayée par la formation Pariahuanca, jusqu'aux environs de la latitude de 5° Sud (région de Bagua Chica) où nous l'avons observée sur la coupe du Pongo de Rentema.

À ce jour, la Formation Inca n'était pas individualisée sur la bordure est du Bassin Ouest Péruvien. Benavides Cáceres (1956, p. 377, fig. 8) considérait qu'elle passait de manière transitionnelle vers les faciès du groupe Goyllarisquisga. Nous l'avons cependant mise en évidence sur la coupe de Paria Puquio (voir discussion ci-après).

La **Formation Inca** montre ses meilleurs affleurements sur la coupe-type de Baños del Inca. Les observations sédimentologiques et fauniques précises ont été réalisées sur les coupes de Tamberia Este (fig. 66) et Tamberia Oeste (fig. 67). Une étude corrélatrice, exposée plus loin, montre une organisation générale identique entre les deux secteurs (fig. 71). Sa description se fera en reportant des observations effectuées à Tamberia sur la coupe de **Baños del Inca**. Son épaisseur est de 90 mètres environ dans le secteur Tamberia et d'un peu moins de 100 mètres sur la coupe de Baños del Inca (Benavides Cáceres, 1956; ce travail).

La Formation Inca comporte trois faisceaux lithologiques majeurs :

- La base se compose de grès massifs grossiers, à laminations obliques et entrecroisées (de directions opposées) alternant avec des marnes argileuses (unités 1 à 3, fig. 65). Cet ensemble est interprété comme des dépôts de barres tidales.
La formation se poursuit par un banc de grès plus fins, sans structure interne apparente, puis par un premier «paquet» de sédiments mixtes carbonatés et détritiques. Ce dernier débute par des calcaires «wackestone» oolithiques massifs, à bioturbations à forte teneur en fer (unité 5). Le premier banc contient des huîtres.

BANOS DEL INCA (PÉROU CENTRE-NORD). Partie inférieure.
Formations Inca et Chulec.

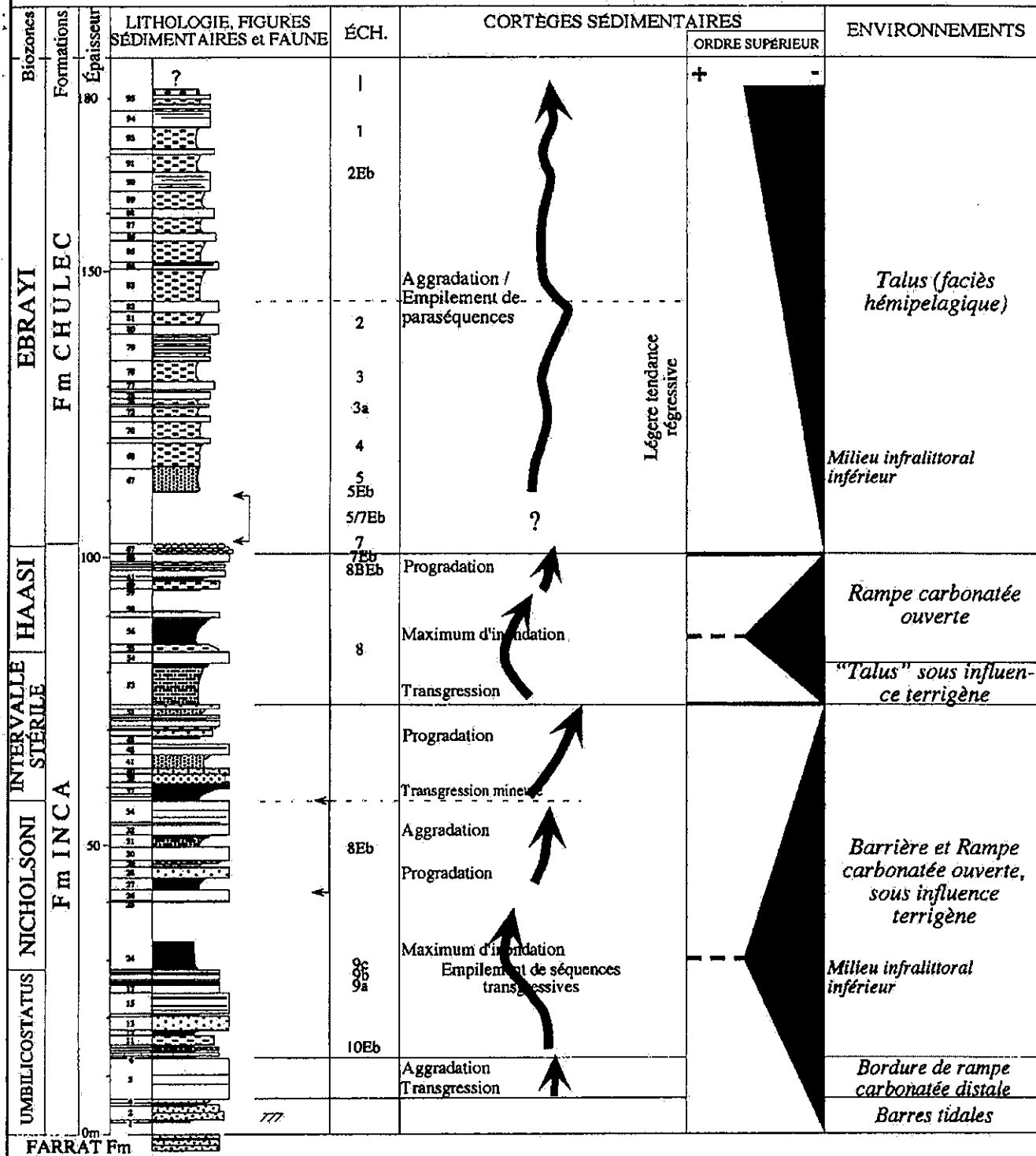


Figure 65. Coupe de la Baños del Inca, partie inférieure (Andes centre-nord). Succession lithologique, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

La faune des bancs suivants est constituée de foraminifères benthiques (*Sabaudia* sp.) et d'algues (*Halimeda* sp.). Ces dépôts caractérisent une rampe carbonatée distale.

Les bancs gréseux sus-jacents (bancs 8 et 10), séparés par des marnes argileuses sombres, sont très altérés. Ils contiennent les premières associations d'ammonites (I10Eb) de l'Albien inférieur récoltées lors de ce travail. Ils sont suivis de marnes argileuses et de marno-calcaires. Le banc 13 de grès massifs roux à glauconie, contient des foraminifères. Les bancs 15 à 23 se composent de calcaires glauconieux en bancs métriques et d'interbancs argileux. Les sommets des deux derniers bancs sont encroûtés de surfaces durcies. Ils contiennent de très nombreuses ammonites (19), des oursins (*Heteraster obliquatus*, *H. roscheni*), des bivalves (*Ceratostreon flabellatum*, *Scabotrigonia scabra*), des foraminifères planctoniques (*Epistomina* sp.) et des algues (*Neomeris cretacea*). Les oursins indiquent un environnement de type infralittoral moyen (entre 20 et 40 mètres de profondeur).

Cet ensemble est suivi par une vire de marnes marrons à vertes (unité 24), dont le sommet, bien que masqué, doit s'étendre à la base du faisceau médian (unités 25 à 34).

- Ce dernier débute par une alternance de bancs calcaires massifs grésoglaucieux, gréseux et oolithiques massifs et des marnes gréseuses. Il se termine par une succession de bancs calcaires massifs bioclastiques à oolithes et polypiers (unité 34). Le sommet du dernier banc est une lumachelle à huîtres. Une seule ammonite (*Neodeshayesites* sp.) a été récoltée en éboulis. Ces dépôts suggèrent un environnement de rampe carbonatée profonde.

Une nouvelle vire de marnes argileuses marque la transition avec une succession irrégulière de bancs gréseux massifs, de calcaires grésoglaucieux à lumachelle de grosses huîtres, de calcaires massifs glauconieux et de marnes (unités 38 à 52). Elle semble caractériser la transition plate-forme non barrée profonde - talus.

- L'unité 53, composée de marnes gréseuses, traduit un approfondissement. La série se poursuit par un dernier faisceau de bancs calcaires massifs, à passées glauconieuses, de marno-calcaires et de marnes (unités 54 à 66). Le banc 54 contient de rares ammonites (18) et le bivalve *Scabotrigonia scabra*. Cet ensemble se termine par une superposition de bancs calcaires massifs «wackestones» métriques contenant quelques ammonites (I8BEb) et des foraminifères planctoniques (*Hedbergella* sp., *Epistomina* sp.).

Les derniers niveaux de la formation Inca correspondent à des calcaires gréseux noduleux, contenant de très nombreuses ammonites (17). Ces niveaux sont également observés sur la coupe de Chinchin (fig. 68).

4.2.2.2. La Formation Chulec

À Baños del Inca (fig. 65), la Formation Chulec débute par un intervalle masqué. La base des autres coupes se compose de calcaires «mudstones» noduleux et des marnes grises alternants. Sur les coupes de Tamberia Este (unités 38 à 40, fig. 66) et Tamberia Oeste (unités 29 à 38, fig. 67), ces niveaux de base contiennent des huîtres entières ou brisées, associées à des bioclastes. Ces faciès correspondent à des dépôts de rampe distale, de milieu ouvert et d'énergie moyenne. Ils marquent une transgression. Cet environnement semble continuer jusqu'au banc 48 des deux coupes de Tamberia Este et Oeste.

Le même faciès se poursuit plus haut, mais les bioclastes disparaissent et de nombreux bivalves de taille variable (dont des trigonies), de grandes huîtres (localisées à certains niveaux) et quelques gastéropodes apparaissent. On interprète ce changement faunique comme un approfondissement relatif indiquant le passage vers des faciès de milieu ouvert à faible énergie, sous la limite d'action des vagues. Les sédiments s'organisent en séquences agradantes.

TAMBERIA ESTE (PÉROU CENTRE-NORD).

Formations Inca et Chulec.

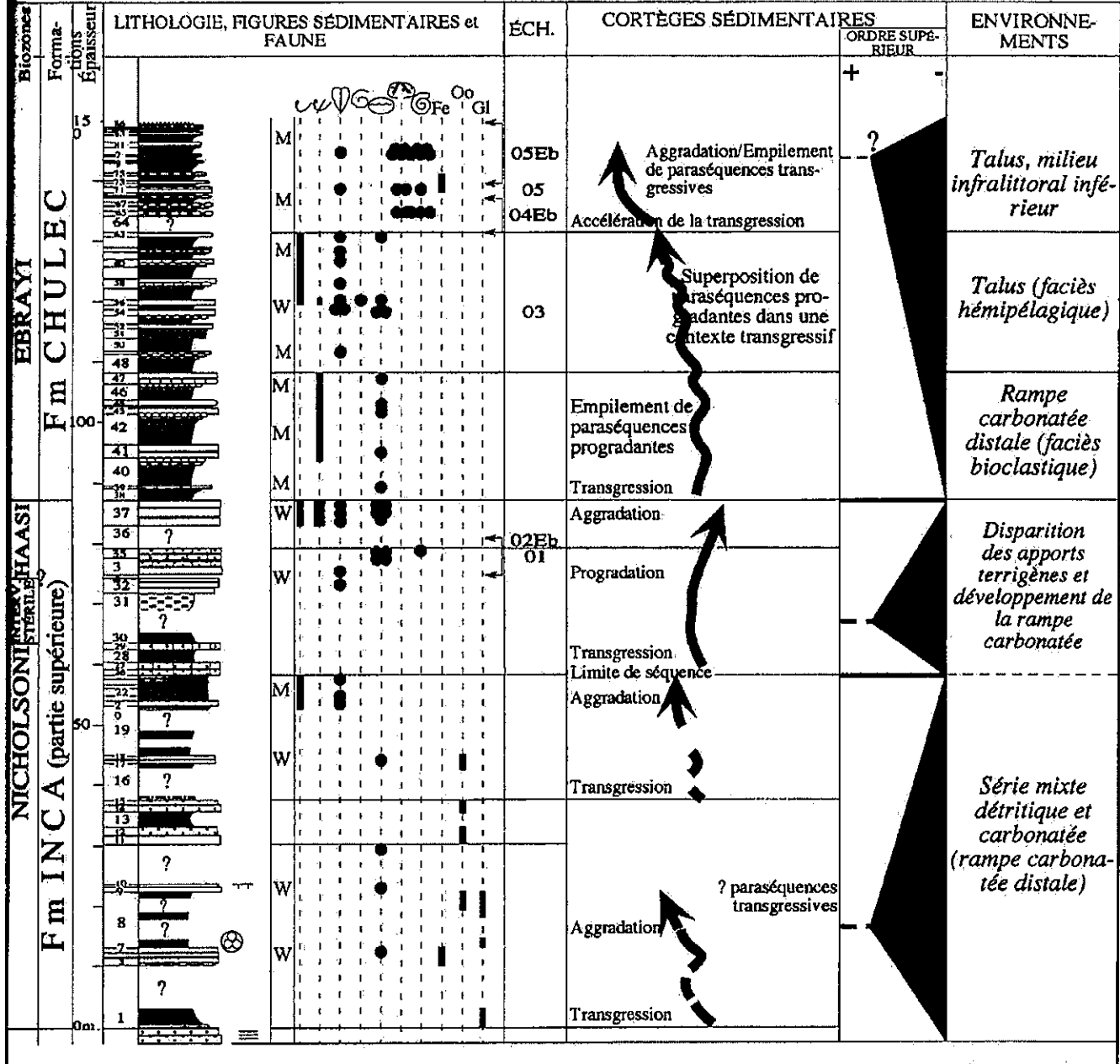


Figure 66. Coupe de la Tamberia Este (Andes centre-nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

TAMBERIA OESTE (PÉROU CENTRE-NORD).

Formations Inca et Chulec.

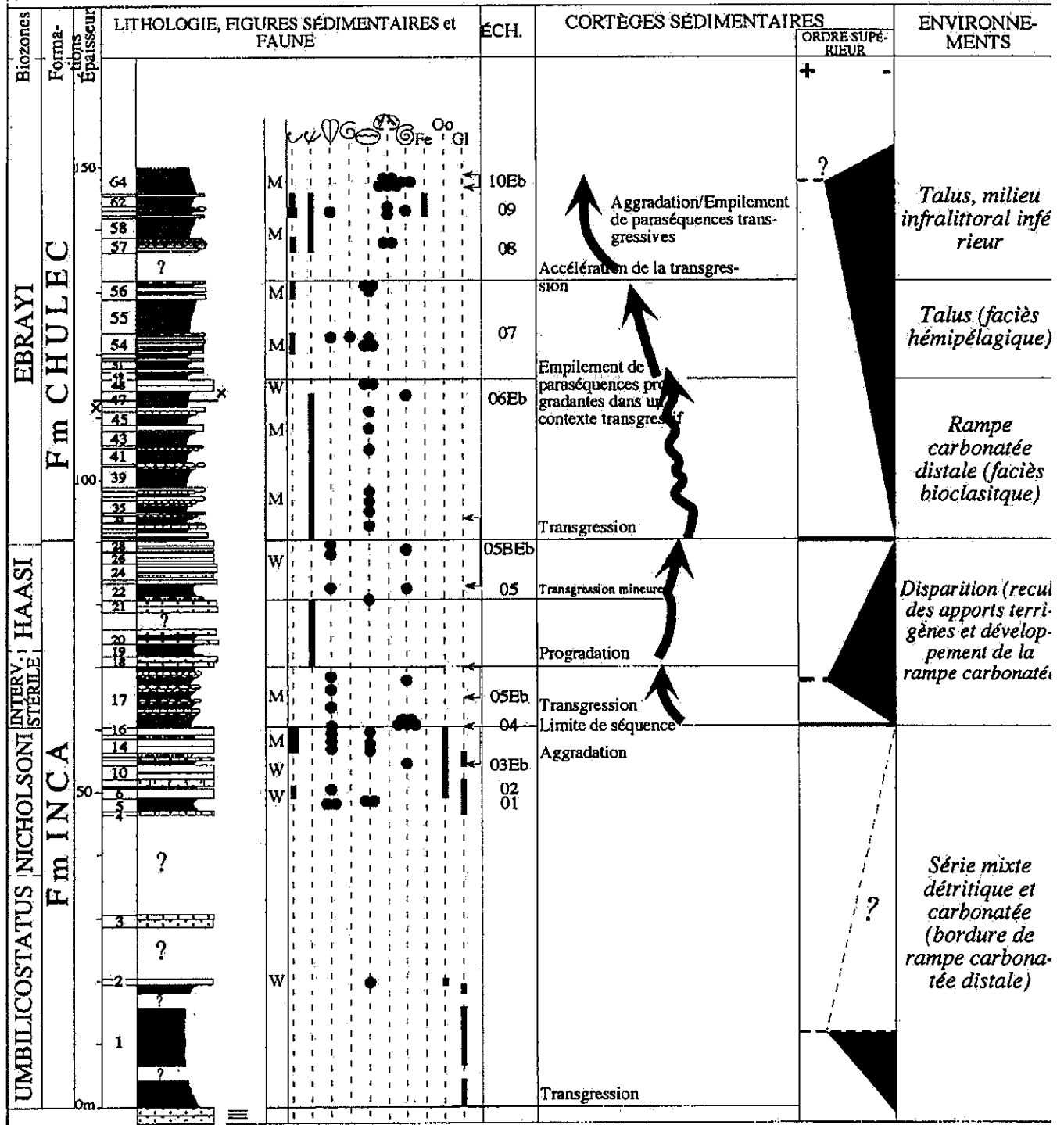


Figure 67. Coupe de la Tamberia Oeste (Andes centre-nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

CHINCHIN (PÉROU CENTRE-NORD).

Formation Chulec.

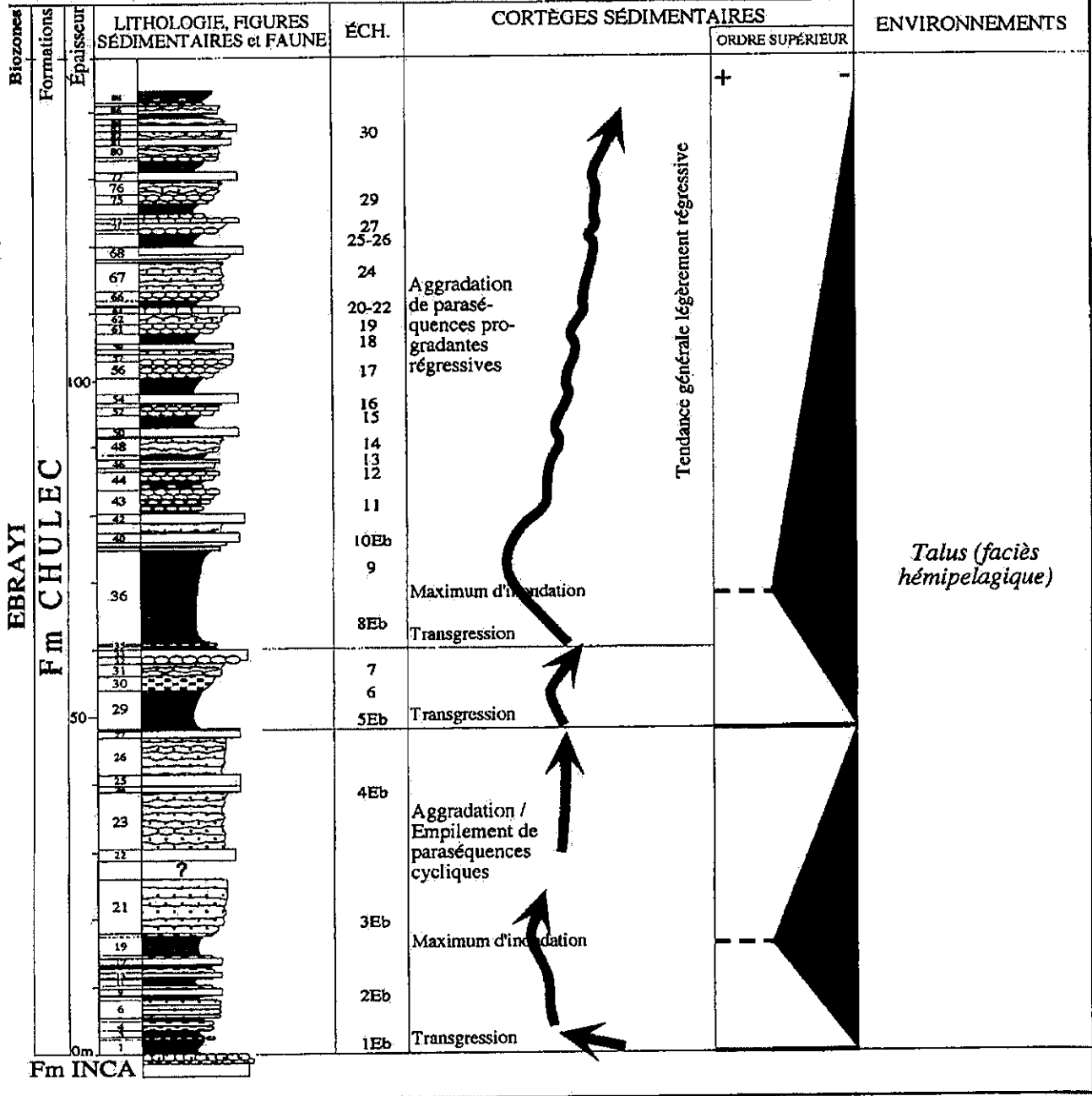


Figure 68. Coupe de la Chinchin (Andes centre-nord). Succession lithologique, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

Un nouveau changement important de la composition faunique de la formation Chulec intervient au-delà de l'unité 63 de la coupe de Tamberia Este (fig. 66) et de l'unité 56 de Tamberia Oeste (fig. 67). Les calcaires argileux, les marno-calcaires et les marnes grises contiennent de très nombreux oursins (*Coenholectypus* gr. *planatus*, *Heteraster roscheni*, *Heteraster obliquatus*) et ammonites (TE4Eb-5Eb; TO8-10). On note la présence de minéraux ferreux. Les oursins témoignent d'un environnement infralittoral inférieur de rampe carbonatée distale. On interprète ce passage comme un empilement de séquences rétrogradantes, traduisant une accélération de la transgression.

La suite de la formation Chulec est observée sur les coupes de Chinchin (fig. 68) et de Baños del Inca (fig. 69). Sur cette dernière coupe, au-delà de la continuité de l'alternance de calcaires «mudstones» et de marnes calcaires grises (jusqu'à l'unité 104), la composante carbonatée domine. Les derniers 40 mètres sont constitués d'une succession de bancs calcaires de texture ? «mudstone/wackestone» et de quelques intervalles marneux peu épais. Aucune ammonite n'a été récoltée. Ces niveaux semblent traduire un environnement de rampe profonde et une légère progradation des faciès depuis le banc 105.

4.2.2.3. Les Formations Pariatambo et Yumagual

Comme nous l'avons déjà mentionné, le levé présenté ici (fig. 69 et 70) a été réalisé par E. Jaillard. Nous n'avons pas fait de nouvelles observations précises des faciès et de la composition faunique. Nous pouvons cependant tenter une interprétation séquentielle de ces dépôts.

Il semble que la Formation **Pariatambo** de la coupe de **Baños del Inca** puisse être ici divisée en deux parties, inférieure et supérieure. La première moitié (unités 117-133, fig. 69) se compose d'une alternance équilibrée de bancs peu épais de calcaires «mudstones» bitumineux et des marnes argileuses. Elle n'a livré que peu de fossiles. Seul le banc 126 a livré de rares ammonites (I13). Néanmoins, Benavides Cáceres (1956, p. 414) mentionne plusieurs niveaux fossilifères (voir la partie biostratigraphique), renfermant en particulier le bivalve *Inoceramus concentricus*, dans des niveaux qui pourraient être les équivalents de notre niveau I13. Cette partie est interprétée comme un épisode transgressif sur les derniers dépôts de la formation Chulec. Les derniers 35 mètres semblent correspondre à une aggradation de séquences transgressives.

La seconde partie de la formation Pariatambo (unités 134-148, fig. 69) est beaucoup plus carbonatée. Elle se compose d'une superposition de bancs minces de calcaires «mudstones» à «wackestones» sombres bitumineux, à «cherts» et de quelques interbancs argileux. Nous n'avons malheureusement pas récolté de faune dans cet ensemble. À partir de l'unité 143, on observe une progradation des dépôts vers des environnements moins profonds de la rampe carbonatée.

Sur la coupe de **Baños del Inca**, la Formation **Yumagual** se compose de trois ensembles distincts (fig. 70).

- La base de la partie inférieure est constituée de calcaires argileux noduleux (unité 149). Elle se poursuit par des calcaires à texture «wackestone» de 50 cm à 1 mètre d'épaisseur, des calcaires argileux noduleux et quelques niveaux de marnes intercalaires. Nous n'avons pas trouvé de faune dans ce tiers basal mais Benavides Cáceres (1956, p. 414) y mentionne une ammonite (*Oxytropidoceras* sp.) et *Ostrea scyphax*.

BANOS DEL INCA (PÉROU CENTRE-NORD). Partie médiane.
Formations Chulec, Pariatambo et Yumagal basal.

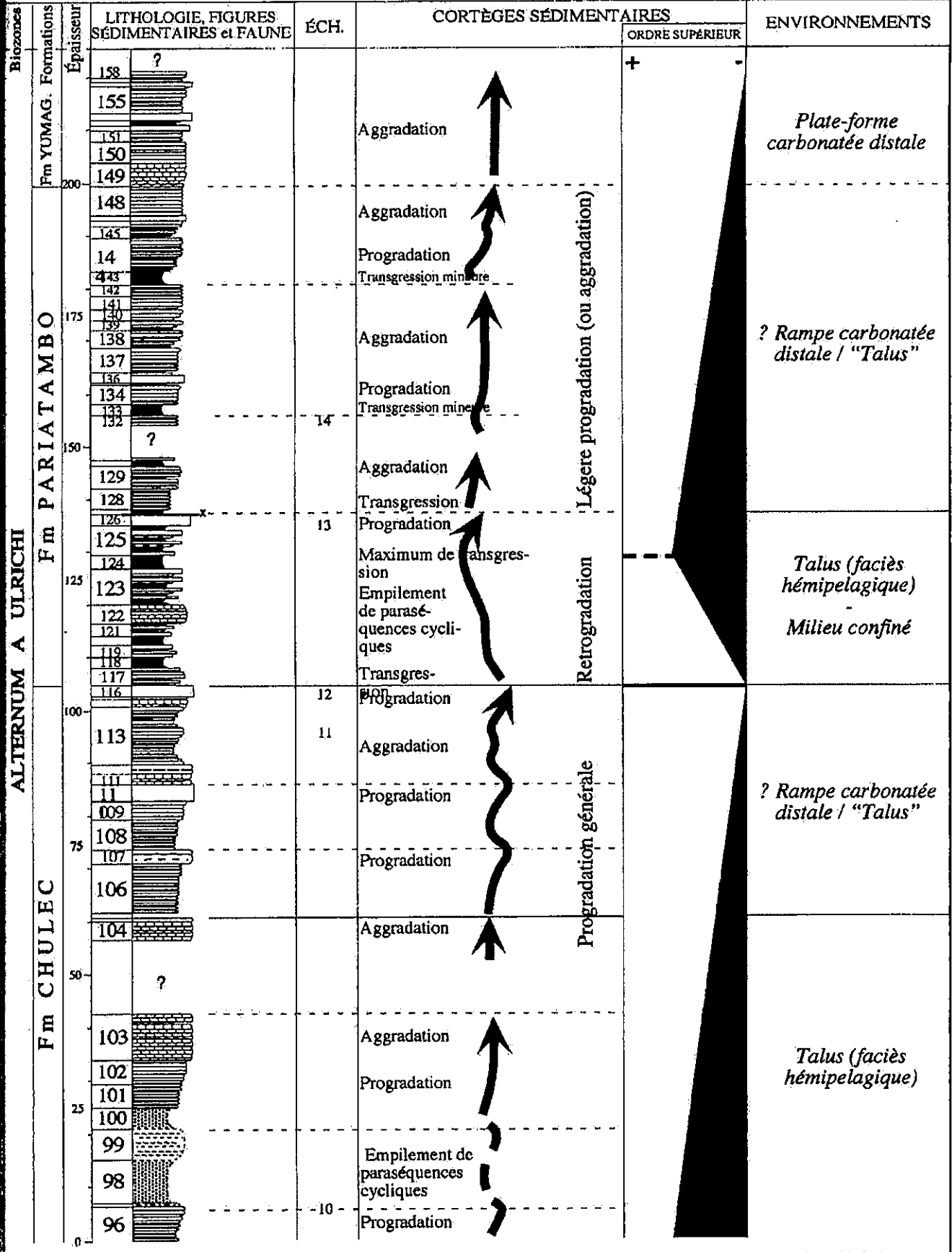


Figure 69. Coupe de la Baños del Inca, partie médiane (Andes centre-nord). Succession lithologique, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

BANOS DEL INCA (PÉROU CENTRE-NORD). Partie supérieure.
Formation Yumagual.

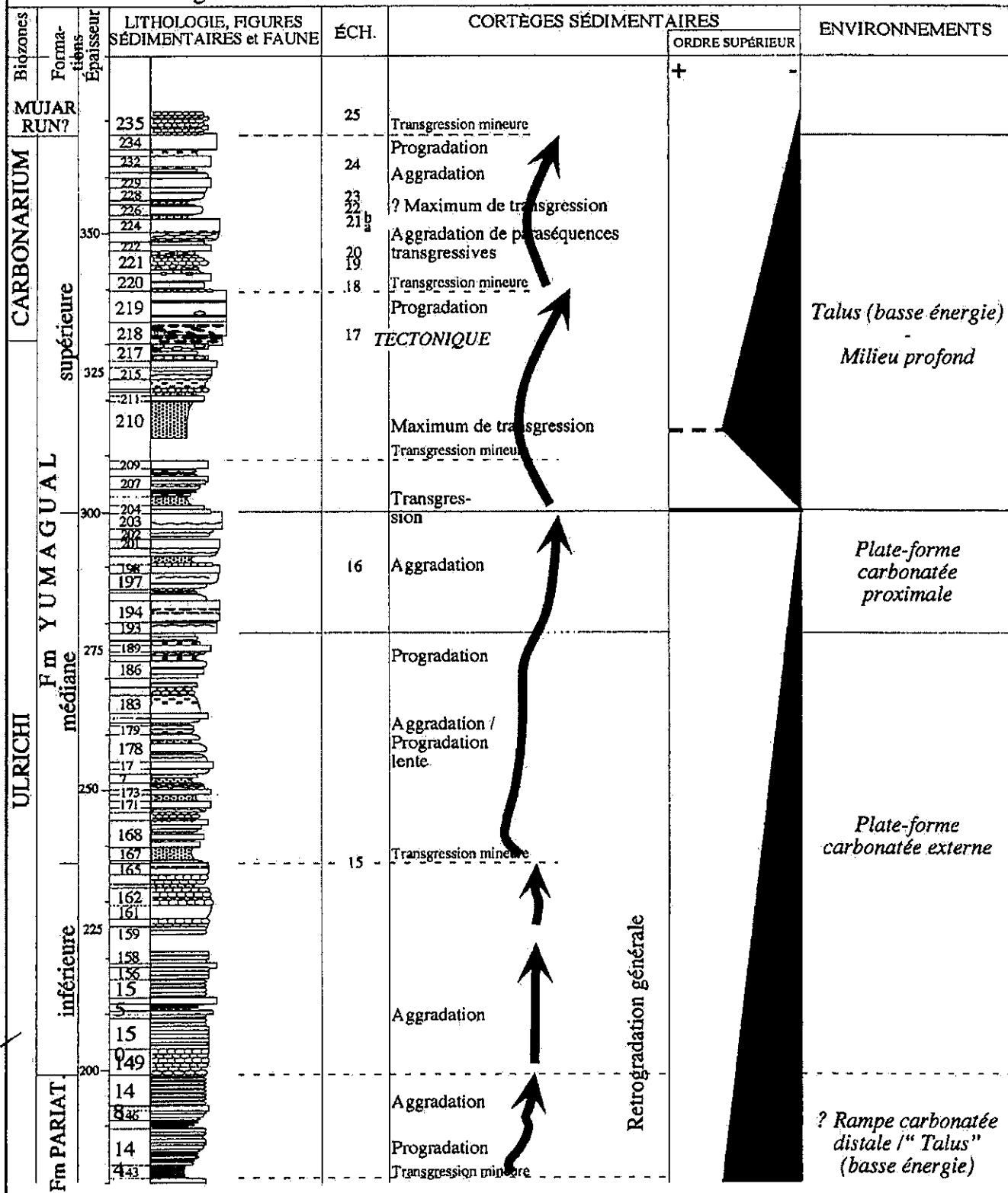


Figure 70. Coupe de la Baños del Inca, partie supérieure (Andes centre-nord). Succession lithologique, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

- Après une lacune de visibilité s'observe une alternance de calcaires noduleux et de marnes calcaires, seulement interrompue par un banc massif épais (banc 161, fig. 70). Ces dépôts homogènes d'environnement de plate-forme peu profonde (Jaillard, 1986) s'organisent de manière agradante.
- L'ensemble médian débute par un intervalle de marnes laminées sombres au-dessus duquel alternent des calcaires argileux, massifs et noduleux, d'épaisseur moyenne et des marnes calcaires (unités 168 à 182). Sa moitié supérieure se caractérise par des calcaires argileux à tendance noduleuse intercalés dans un faisceau de calcaires massifs organisés en bancs de plus en plus épais, organisés en séquence progradante. Le seul fossile reconnu est *Ostrea scyphax*. Mis à part l'épisode transgressif de la base (unité 183), la série s'organise en séquences de progradation jusqu'à des environnements de plate-forme carbonatée externe et peu profonde.
- La partie supérieure de la formation Yumagual débute par un nouvel intervalle de marnes calcaires et de petits bancs de calcaires argileux (unités 204 à 209). L'unité 210 correspond à des marnes calcaires. Après un retour à des calcaires massifs argileux et des marno-calcaires (unités 211 à 216), les faciès varient. La série se compose de calcaires massifs localement à silex. Les surfaces de bancs sont ondulées. Les interbancs sont constitués de calcaires argileux noduleux. Les silex et la présence d'ammonites (I17) indiquent une tectonique synsédimentaire pour le banc 218, qui a pour conséquence l'approfondissement du milieu, attestée par la riche faune d'ammonites (I18 à I24, voir la partie biostratigraphique) des niveaux suivants (unités 220 à 234, fig. 70). Benavides Cáceres (1956, p. 414) mentionne la présence d'oursins (*Exogyra mermeti*).

4.2.2.4. Les Corrélations entre les coupes de la région des Andes centre-nord (fig. 71)

La formation Inca est cohérente entre les coupes de Baños del Inca et de Tamberia. Elle montre trois unités majeures :

- Un premier ensemble de grès grossiers et de calcaires glauconieux à oolites. Les bancs gréseux fins intercalaires sont riches en ammonites (bancs 7 et 9 de la coupe de Baños del Inca). Elles caractérisent l'assemblage de la sous-zone à *N. umbilicostatus*. Ce passage atteste d'un approfondissement du milieu de dépôt. Le sommet se compose de calcaires glauconieux fins, très riches en ammonites. Ils témoignent d'un épisode transgressif. Ce «paquet» gréso-carbonaté affleure mal dans la région méridionale de Tamberia.
- Un second faisceau, de calcaires glauconieux et oolitiques et de grès fins, est séparé du premier ensemble par une vire de marnes argileuses, interprétée comme le maximum bathymétrique. Le sommet de cet ensemble a livré une faune à *Neodeshayesites nicholsoni* sur l'ensemble des coupes. Les sédiments s'organisent en paraséquences agradantes puis progradantes (faciès détritiques plus fréquents au sommet).
- La partie supérieure de la Formation Inca débute par un niveau marneux azoïque, interprété comme un intervalle transgressif suivi du maximum de transgression (fig. 71). Au-dessus se développe une succession de calcaires fins et d'argiles bitumineuses. Ils sont associés sur les coupes de Tamberia Este et Oeste à des calcaires gréseux et des grès fins. Ils semblent s'organiser en paraséquences de progradation. Les derniers bancs de la coupe de Baños del Inca sont riches en ammonites; ils sont datés de la sous-zone à *P. haasi*.

Seule la base de la formation Chulec est représentée sur les coupes de Tamberia Este, Tamberia Oeste et Chinchin. Au-dessus de la surface de transgression, deux phases se distinguent. Une alternance de calcaires bioclastiques et de marnes calcaires, organisés en paraséquences de progradation.

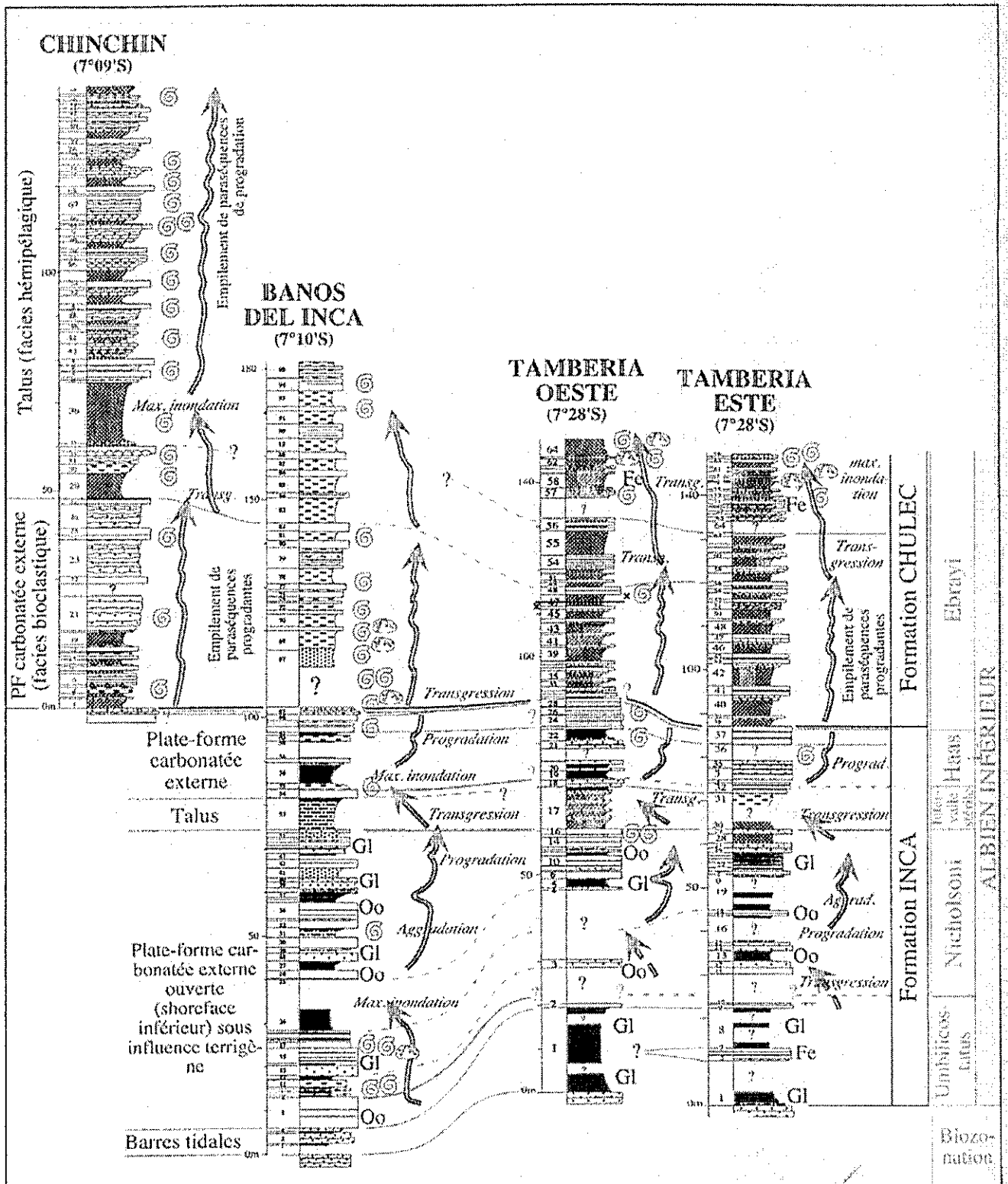


Figure 71. Corrélations lithostratigraphiques et séquentielles entre les coupes de la région de Cajamarca (Andes centrales). (légende : figure 83)

Vient ensuite un cycle marnes / calcaires «mudstones» noduleux transgressifs, très riches en faune de mer ouverte (ammonites, oursins), contenant des minéraux ferreux. Ces niveaux sont datés de la sous-zone à *P. ebrayi* sur l'ensemble des coupes.

La coupe de Chinchin montre vers le haut le retour à des paraséquences progradantes, encore datées de la sous-zone à *P. ebrayi*.

4.2.3. LES ANDES NORD-EST (RÉGION DE CELENDIN) COUPE DE PARIÀ PUQUIO (fig. 73)

La localité de Paria Puquio est située à 2 kilomètres à l'Ouest de Celendin suivant une direction Ouest / Nord-Ouest, sur le chemin qui mène à Melendez (Département Cajamarca, Nord Pérou). Cette coupe est l'équivalent de la coupe de Celendin de Benavides Cáceres (1956). Par souci de précision géographique, j'ai cependant retenu la dénomination de Paria Puquio, mentionnée par Benavides Cáceres (1956, p. 406).

Cette coupe se situe sur la bordure est du Bassin Occidental péruvien.

Benavides Cáceres (1956, p. 379, fig. 10) n'a pas reconnu les formations marines du Bassin Ouest (Inca, Chulec et Pariatambo). Il indique un passage direct entre les faciès deltaïques du groupe Goyllarisquisga et carbonatés supérieurs regroupés sous la Formation Crisnejas. Il suggère cependant (p. 390) que la première moitié de celle-ci, représentée par des calcaires massifs, est proche du faciès de la Formation Chulec. Les calcaires plus fins et bitumineux supérieurs ressemblant à la Formation Pariatambo. Cette mention n'est cependant que secondaire. Le levé réalisé lors de ce travail nous amène à distinguer les formations Chulec et Pariatambo dans ce travail.

Au-delà de cette équivalence, Benavides Cáceres (1956) ne nomme pas la formation Inca. Une nouvelle fois, cet auteur indique néanmoins page 388 l'existence probable de ces niveaux par sa description de «marno-calcaires en bancs fins ou nodules, fossilifères, de couleur jaune à verdâtre (donc glauconieux) alternant avec des unités fines de calcaires et marnes gris clair». Dans ce travail, nous mettons en évidence l'existence effective d'un ensemble gréso-carbonaté que nous considérons comme typique de la Formation Inca (fig. 72).

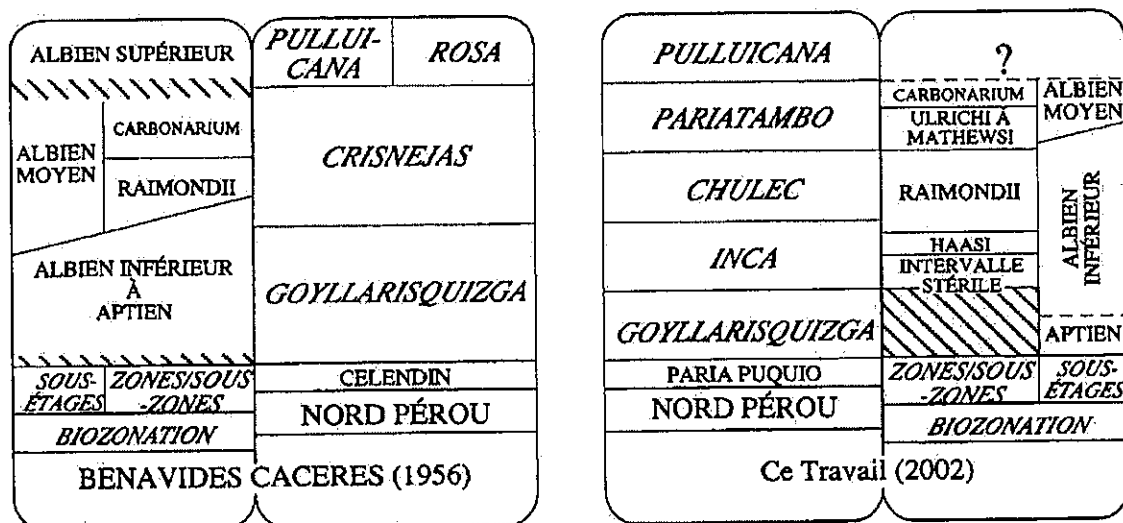


Figure 72. Comparaison de la terminologie lithostratigraphique et de la biostratigraphie de l'Albien de la région de Celendin (Andes nord-est), développées par Benavides Cáceres (1956), avec celle élaborée dans ce travail.

Les trois faciès caractéristiques des formations transgressives marines sur la bordure est du Bassin Occidental péruvien sont ainsi reconnus : les alternances de grès, de calcaires et d'argiles de la Formation Inca; les calcaires bioclastiques et les marnes calcaires alternants de la Formation Chulec; les calcaires argileux de la Formation Pariatambo.

4.2.3.1. La Formation Inca

La coupe de **Paria Puquio** débute, au-dessus de la Formation Goyllarisquizga, par 5 mètres d'alternance de grès roux très altérés et de marnes sableuses (bancs 1 à 7, fig. 73). Cette unité contient de rares *Pecten* au sommet de bancs gréseux. Elle est scellée par 5 mètres de marnes marron-gris (unité 8).

Les niveaux 9-12 se composent de calcaires gréseux massifs ou nodulaires oolithiques, à très nombreux gastéropodes, à grandes huîtres et à petits bivalves. Les argiles intercalaires sont très riches en oursins (PP1; *Coenholectypus* gr. *planatus*, *Tetragramma deshayesi*, *Orthopsis* sp., *Heteraster tschudii-roscheni*).

Les unités 13 à 25 correspondent à des calcaires noduleux ou massifs de texture «wackestones». Ces bancs contiennent de nombreux bioclastes d'oursins, huîtres et/ou bivalves; ainsi que du fer (banc 25). Les grandes huîtres et les bivalves sont parfois très abondants. Ils alternent avec des marno-calcaires et des marnes grises à nombreux oursins : PP2A et PP2B (*Coenholectypus* gr. *planatus*, *Temnocidaris* sp., *Heteraster tschudii-roscheni*), PP3Eb (*Heteraster tschudii-roscheni*). Ces associations indiquent un environnement infralittoral supérieur et des profondeurs entre 15 et 35 mètres, dans un milieu relativement agité (bioclastes).

Le banc 29 de calcaires gréseux bioclastique massifs, à débit en nodules, contient des fragments de micas et du quartz détritique. Le banc 31, de même lithologie, contient des bivalves, des huîtres et des pectens. Ils sont intercalés avec des marnes à oursins (*Holectypus* sp.).

L'ensemble 33 à 46 se compose de calcaires bioclastiques en majorité de texture «wackestone». Ils sont riches en composés ferrugineux et contiennent une faune variée : de nombreux bivalves, des pectens, des huîtres et des gastéropodes sont présents dans l'unité 33. Des ammonites ont été récoltées dans les marnes intercalaires 41 et 43. Les sommets des bancs de calcaires fins 45 et 46 sont de véritables «dalles à *Parengonoceras pernodosum*» (PP 7B et PP7C). On interprète cet ensemble comme une aggradation de paraséquences transgressives en contexte de plate-forme carbonatée non barrée (faciès bioclastique).

4.2.3.2. La Formation Chulec

Un intervalle de marnes grises homogènes sans macrofaune (unité 47, fig. 73) marque la **transition avec la formation Chulec**. Il est suivi par 20 mètres d'alternance de calcaires «mudstones» noduleux et de marnes calcaires qui contiennent de nombreuses bioturbations (unités 48 à 59). Des ammonites ont été récoltées en éboulis (PP8Eb, PP9Eb). Ces dépôts semblent caractériser un environnement de talus profond, voire de transition talus-bassin.

Au-dessus vient un «paquet» (unité 60) de calcaires massifs «wackestones» en bancs fins superposés. Ils sont riches en fer, bioturbations, bioclastes et huîtres. Ils sont séparés par des passées de marnes calcaires.

PARIA PUQUIO (PEROU NORD-EST).
Formations Inca, Chulec et Pariatambo.

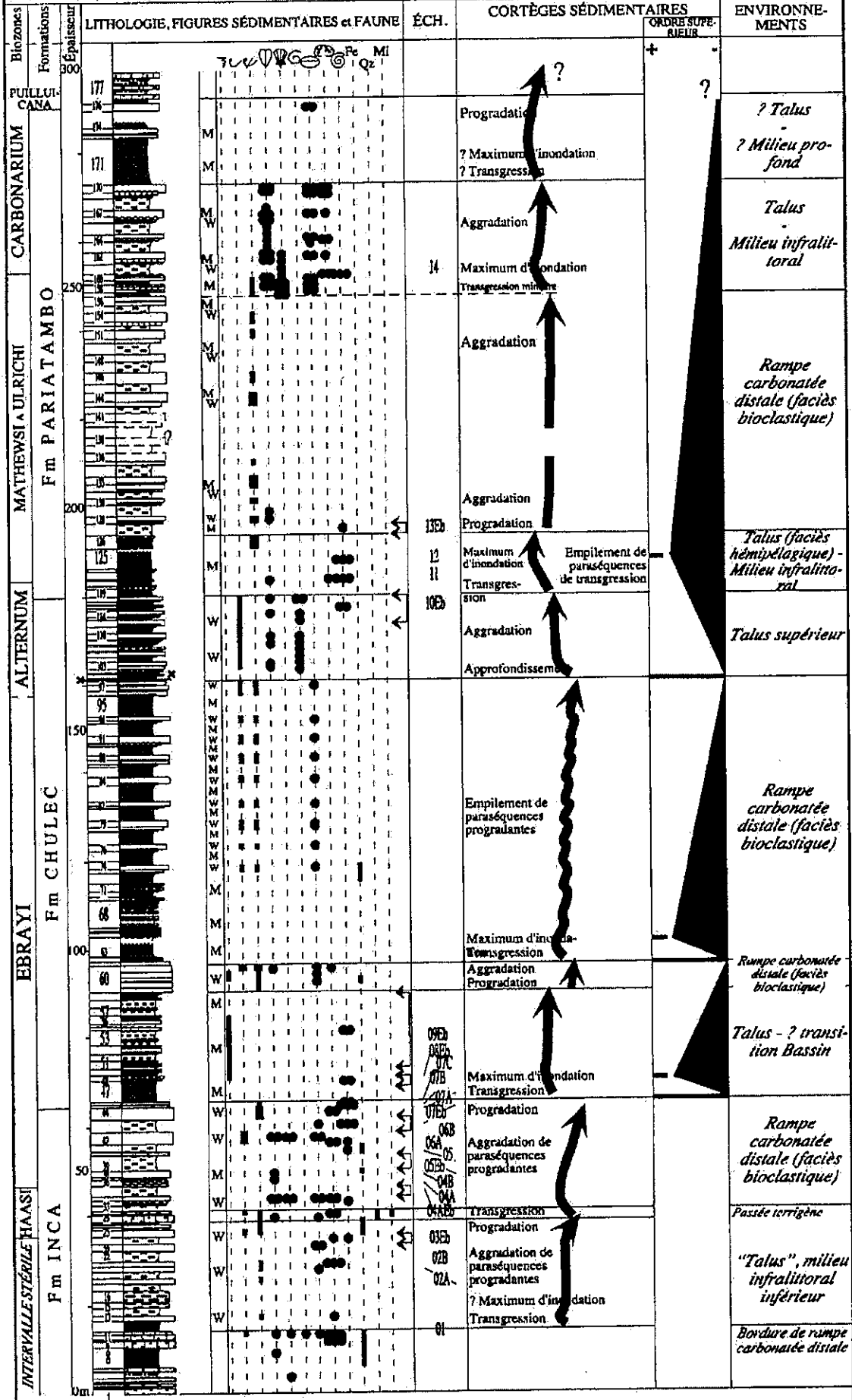


Figure 73. Coupe de la Paria Puquio (Andes nord-est). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

Le dernier banc, bioclastique (lamellibranches), métrique, contient des petits bivalves, des huîtres, des gastéropodes et des spicules d'oursins. On interprète ces dépôts comme correspondant à un retour vers des dépôts plus proximaux de rampe carbonatée.

Une alternance de marno-calcaires et de marnes grises (unité 62), et un intervalle marneux (unité 63) dont la base est masquée, marquent la transition avec des calcaires «mudstones» noduleux et des marnes alternants (unité 64 à 72). Ces faciès semblent caractériser des dépôts assez profonds, de talus inférieur ou de bassin. Nous manquons toutefois d'indices pour confirmer cette hypothèse.

Les 50 mètres suivants sont composés de calcaires massifs «wackestones» bioclastiques à petits bivalves et huîtres. Ils alternent avec des marnes calcaires «mudstones» parfois masquées (unité 73 à 98). La mauvaise qualité d'affleurement de cet ensemble rend malheureusement leur description et leur interprétation délicates. Par comparaison faciologique, on les interprète néanmoins comme correspondant à un environnement de talus.

Au-dessus d'un accident mineur, la série (unité 99 à 118) se poursuit par une alternance de calcaires massifs «wackestones». Ils contiennent de petits bivalves «ronds», des gastéropodes, et sont intercalés de marnes calcaires grises. Des ammonites en éboulis ont été récoltées dans les derniers bancs (PP10Eb). Le faciès semble identique à l'ensemble précédent. Mais l'absence de bioclastes semble indiquer un léger approfondissement.

4.2.3.3. La Formation Pariatambo

À partir du banc de calcaires «mudstones» noduleux 119 (fig. 73), la série se poursuit avec une alternance de marno-calcaires et de marnes grises très riches en ammonites (PP11 et PP12). Ces niveaux contiennent quelques bivalves «ronds» à leur base. Des oursins (*Heteraster tschudii-roschnei*) sont présents dans l'interbanc 121. Ce passage caractérise un environnement de rampe distale, en milieu infralittoral supérieur. Il est la conséquence d'une nouvelle phase transgressive importante.

L'unité 126 correspond à 3 mètres de calcaires bioclastiques et de marnes calcaires alternants. Elle traduit une progradation vers des dépôts de rampe profonde.

Les 50 mètres suivants (unité 127 à 156) présentent une qualité d'affleurement médiocre. Une ammonite éboulée (PP13Eb) a été récoltée sur la vire de marnes calcaires de la base (banc 127). Le banc calcaire bioclastique 128 contient quelques bivalves «ronds». La série se poursuit par une alternance de calcaires de texture «mudstone/wackestone» bioclastiques et de marnes calcaires souvent masquées, qui n'ont pas livré de faune. Ces faciès semblent caractériser un environnement de rampe carbonatée distale.

L'intervalle de marnes argileuses 157 marque un changement net dans la succession. À l'instar des unités 158 à 160, il se compose de calcaires bioclastiques d'aspect noduleux. Leur faune est constituée d'huîtres, de bivalves et de pectens de grande taille. Ces dépôts caractérisent un milieu de type rampe carbonatée distale. La transition avec l'ensemble précédent est difficile à interpréter. Le sommet du dernier banc calcaire contient de très nombreuses ammonites (PP14Eb). On interprète ce passage comme une surface de transgression.

L'intervalle marneux sus-jacent (unité 161) contient de nombreux oursins, des huîtres et des grands bivalves.

Les niveaux suivants (unités 162-170, fig. 73) composés de marnes calcaires à oursins (*Coenholectypus* gr. *planatus*, *Heteraster* sp.) et de calcaires «mudstones/wackestones» à grands bivalves et à huîtres traduisent un retour à un milieu infralittoral dans un environnement de rampe profonde.

La série se termine par une vire de marnes «mudstones» grises-vertes homogènes. Deux bancs calcaires (172 et 174) sont intercalés en son sommet. Ce passage marque la transition avec les faciès du groupe Pulluicana (unités 176 et 177, fig. 73).

4.2.4. LES ANDES NORD (RÉGION DE BAGUA CHICA / JAEN)

COUPES DU PONGO DE RENTEMA (figs. 74 et 78), DE CORRAL QUEMADO (figs. 75 et 77) ET DE PUENTE ZONANGA (figs. 76)

Comme pour les Andes centre-nord, l'exposé de la sédimentologie de la série albienne se base sur des informations d'une précision hétérogène. Une tentative de corrélation est réalisée sur la figure 79. La description de certains passages découle de la mise en commun des données de plusieurs coupes.

4.2.4.1. La Formation Inca

La quasi totalité de la formation Inca est observée sur la coupe du Pongo de Rentema (malgré des zones masquées). Elle n'est représentée que par ses 20 derniers mètres sur la coupe de Corral Quemado. La coupe du Puente Zonanga ne concerne que la partie terminale. La description détaillée qui suit se base principalement sur la coupe du **Pongo de Rentema**. Des précisions apportées par les deux autres coupes sont intégrées dans cette analyse.

La Formation Inca peut être divisée en deux parties :

- inférieure, principalement détritique, dominée par des grès fins et des marnes argileuses et se terminant par un faisceau de grès grossiers;
- supérieure composée de calcaires gréseux et de marnes gréseuses (faciès mixte).

Les premiers mètres de la Formation Inca ne sont pas visibles. Les premiers niveaux observés sont composés de calcaires noduleux (bancs 1 et 2, fig. 74). Leur sommet contient des terriers. Les bancs 3 à 5 consistent en une alternance de grès fins à rides de vagues et d'argiles. Ce premier faisceau, riche en composés ferriques, se termine par une vire de marnes gréseuses. On interprète ces niveaux comme du «shoreface» inférieur.

Le faciès de grès fins à rides de vagues domine également l'unité 7. Un passage de calcaires et d'argiles (unité 8) marque le passage à un banc épais de grès fins à laminations horizontales et stratifications obliques (banc 9). La teneur en fer est toujours forte. Ces dépôts traduisent une séquence régressive depuis le «shoreface» inférieur vers le «shoreface» supérieur de haute énergie.

PONGO DE RENTEMA (PÉROU NORD). Partie inférieure.
Formations Inca, Chulec et Pariatambo.

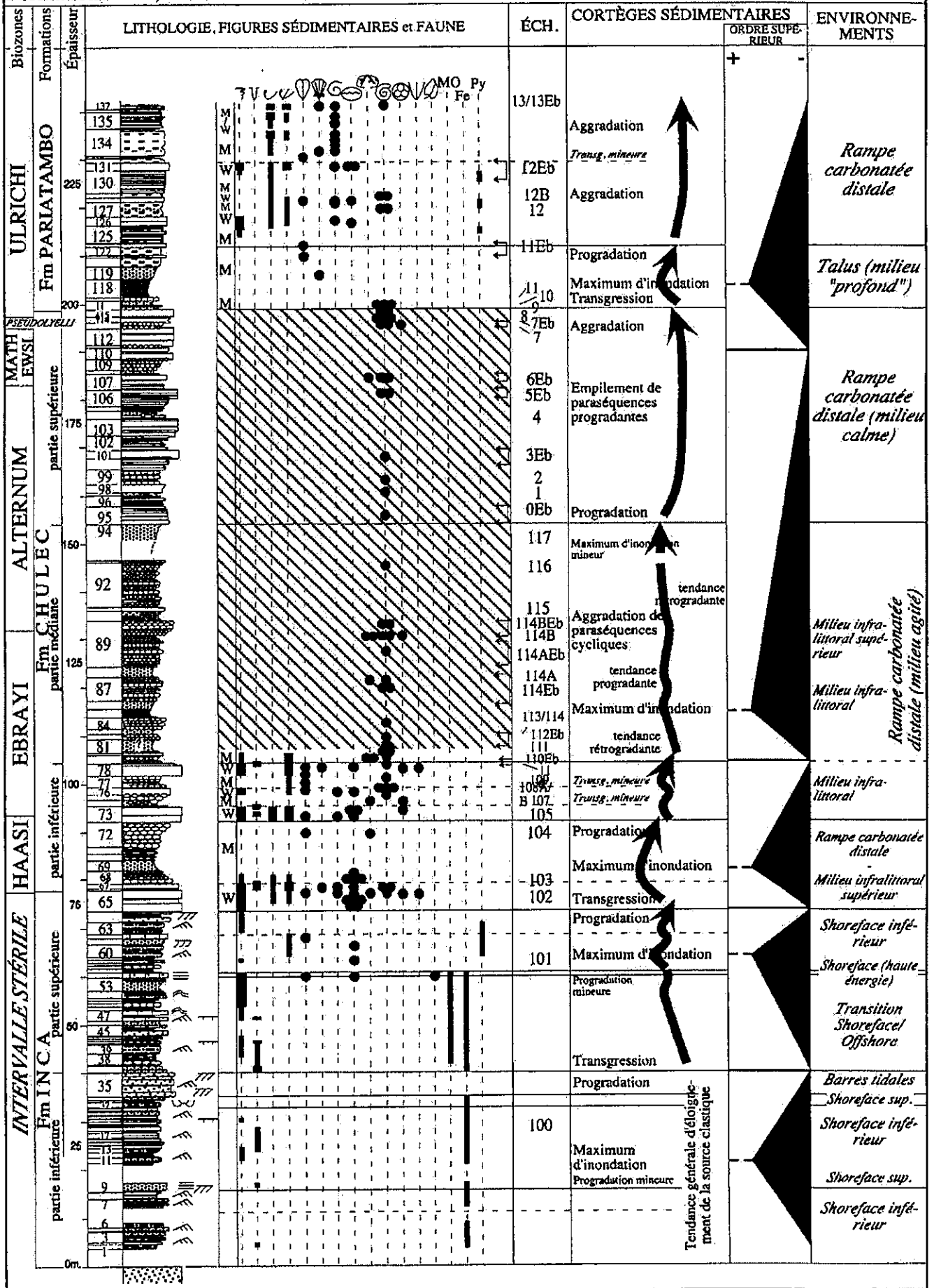


Figure 74. Coupe du Pongo de Rentema, partie inférieure (Andes nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

Les unités 10 à 34 se composent d'une alternance de grès fins à rides de vagues, de calcaires massifs, de marnes gréseuses et d'intercalations de marnes argileuses toujours riches en composés ferreux. Des bioturbations jalonnent cet ensemble. Les bancs calcaires 16 à 19 contiennent des terriers. Le sommet du banc 24 montre une surface durcie associée à des bioturbations. Le banc 32 présente des stratifications entrecroisées («flaser-bedding») typique des chenaux distributaires (milieu intertidal). Cette séquence est rétrogradante depuis le «shoreface» inférieur vers la «breaker zone» du «shoreface» (Walker & James, 1992).

Le faisceau 35 se compose de grès grossiers à stratifications entrecroisées et rides de vagues. On considère ce faciès comme caractéristique de barres sableuses. Il semble traduire la poursuite de la régression.

La partie supérieure de la Formation Inca débute par une alternance de grès fins à rides de vagues, de marnes gréseuses et d'argiles (unités 36 à 41). Le sommet du banc 41 consiste en une surface durcie. Les premiers bancs contiennent de nombreux terriers. Les niveaux suivants sont riches en bioturbations. Ils sont riches en matière organique et fer.

La formation se poursuit par des grès grossiers (unités 45), sans structure interne définie. L'unité 47 se compose de calcaires gréseux à matrice fine à rides de vagues. Ils sont surmontés d'une surface durcie, à terriers et bioturbations. Ce faciès est caractéristique de la zone de transition «shoreface» / «offshore» (Moulin, 1989, p. 168).

Au-dessus se développe une alternance de calcaires gréseux et de grès fins présentant des stratifications lenticulaires, à nombreuses bioturbations, matière organique et fer (unités 48 à 53). Il semble caractériser un environnement intermédiaire «shoreface» / «offshore». Nous retrouvons l'équivalent latéral de cet ensemble à la base de la coupe de Corral Quemado (unités 1 à 9, fig. 75); les deux bancs gréseux glauconieux, numérotés 1-2, contiennent des huîtres et des bioclastes.

Cet ensemble est surmonté par un banc de grès calcaires à laminations horizontales (banc 54, fig. 74). Il contient des petits bivalves et des huîtres. Il est riche en matière organique et en oxydes de fer. Il semble caractériser le «shoreface» de haute énergie, en domaine de bordure continentale. La même séquence est observée à Corral Quemado où le banc 10 de grès fins glauconieux, contenant des huîtres et des bioclastes, recouvre les dépôts transgressifs 1 à 9.

Les unités 55 à 62 sont constituées d'une alternance de calcaires noduleux et d'argiles bioturbés (unité 55-56), suivis de calcaire gréseux (banc 57), puis par des marnes gréseuses à rides de vagues et bioclastes pyritisés (unité 60). Les mêmes niveaux de la coupe de Corral Quemado (unités 12-14, fig. 75) ont livré une ammonite (CQ 1B, *Parengonoceras* sp.). On les interprète comme des dépôts du «shoreface» inférieur. Cet ensemble se termine par des grès fins à stratifications obliques courbes puis des calcaires gréseux bioclastiques contenant des bivalves (banc 62, fig. 74). Ces dépôts mixtes détritiques et carbonatés caractérisent la bordure littorale.

La Formation Inca se termine par des marnes gréseuses à rides de vagues du «shoreface» inférieur (unité 63) puis un banc de grès grossier bioturbé à stratifications obliques (? barre sableuse), surmonté par des argiles (unité 64). Nous avons récolté une ammonite (ZOEb, Engonoceratidae) dans les niveaux équivalents de la coupe de Puente Zonanga (fig. 76).

CORRAL QUEMADO (PÉROU NORD). Partie inférieure.
Formations Inca et Chulec.

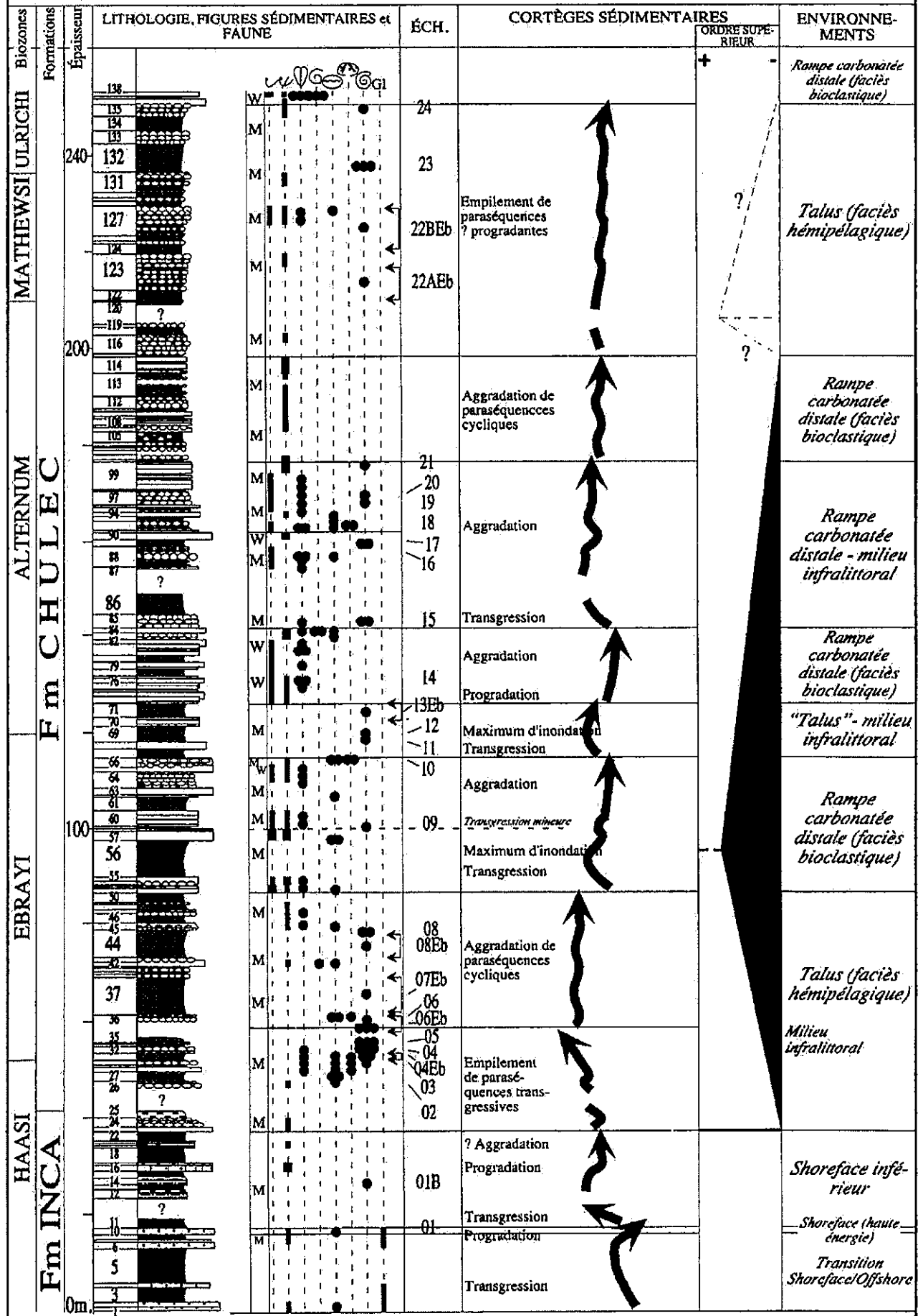


Figure 75. Coupe de Corral Quemado, partie inférieure (Andes nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

4.2.4.2. La Formation Chulec

Sur la coupe du Pongo de Rentema, la Formation Chulec montre le même découpage tripartite déjà observé dans les Andes centrales : une première partie à dominante calcaire, un niveau intermédiaire plus argileux et un dernier tiers plus calcaires (fig. 74).

Elle débute par un faisceau de calcaires à texture «wackestone» (unités 65-67), riches en bioturbations. Les deux premiers bancs contiennent de nombreuses huîtres. Les bancs biclastiques suivants sont caractérisés par une faune variée de milieu ouvert : bivalves divers, pectens, gastéropodes, huîtres, oursins (rares, *Heteraster tschudii*), foraminifères benthiques (*Pseudocyclamina rugosa*), algues vertes (*Neomeris cretacea*) et ammonites (R102-103, Engonoceratidae). Les oursins indiquent un milieu infralittoral supérieur (15-30 mètres de profondeur) en environnement de rampe carbonatée distale. Cet ensemble calcaire, traduisant une superposition de paraséquences transgressives, ne semble pas avoir d'équivalent latéral sur les coupes de Corral Quemado et de Puente Zonanga (voir discussion ci-après).

Les unités 68 à 72 se composent de calcaires «mudstones» noduleux riches en huîtres, de marnes calcaires et puis de calcaires noduleux fins. Les derniers bancs contiennent des bivalves et l'oursin *Heteraster tschudii*, typique du milieu infralittoral supérieur. Ce passage traduit vraisemblablement une transgression et un environnement plus profond. Les faisceaux identiques des coupes de Corral Quemado (unités 22-26, fig. 75) et de Puente Zonanga (unités 1-13, fig. 76) sont organisés en séquences cycliques agradantes. On note que l'épaisseur de cette série augmente en direction de Corral Quemado et de Puente Zonanga. Des ammonites éboulées (Z1B-3Eb, *Desmoceras* sp., Engonoceratidae) ont été récoltées sur la coupe de Puente Zonanga.

Le double banc de l'unité 73 (fig. 74) se compose de calcaires «wackestones» bioclastiques, qui contiennent une faune variée à foraminifères (*Pseudocyclamina rugosa*, *Hedbergella* sp.), bivalves (indéterminés), gastéropodes et huîtres. Cette unité est caractéristique d'un environnement de rampe carbonatée profonde. Les unités sus-jacentes 74 à 78 ont le même faciès. Mais des oursins (*Heteraster karsteni*), des pectens, des algues et des végétaux (indéterminés) sont aussi présents. Ces dépôts sont interprétés comme caractérisant un milieu infralittoral dans un environnement de rampe carbonatée distale. Les niveaux marneux intercalés contiennent de très nombreuses ammonites (R105-110). Ils traduisent des épisodes de transgression. Les dépôts s'organisent en paraséquences stratocroissantes de progradation (coupe de Puente Zonanga, unités 28 à 60, fig. 76).

La série continue avec des calcaires à texture «mudstone» noduleux contenant de nombreuses ammonites (R110Eb-113, Engonoceratidae) et *Heteraster karsteni*. Ces niveaux marquent la transition avec la deuxième partie, plus argileuse, de la formation Chulec (unités 79 à 94, fig. 74). Ils traduisent le début de l'ennoisement de la rampe carbonatée caractéristique du tiers inférieur de la formation Chulec. Les données faciologiques et de composition faunique de cet intervalle ne sont pas disponibles sur la coupe du Pongo de Rentema. Les niveaux de même âge de la coupe de Corral Quemado se composent d'une succession monotone de calcaires fins et de marnes calcaires. Les sommets de faisceaux calcaires sont caractérisés par une intense bioturbation. Ils sont riches en bivalves (divers, indéterminés), huîtres et gastéropodes.

PUENTE ZONANGA (PÉROU NORD).

Formation Chulec.

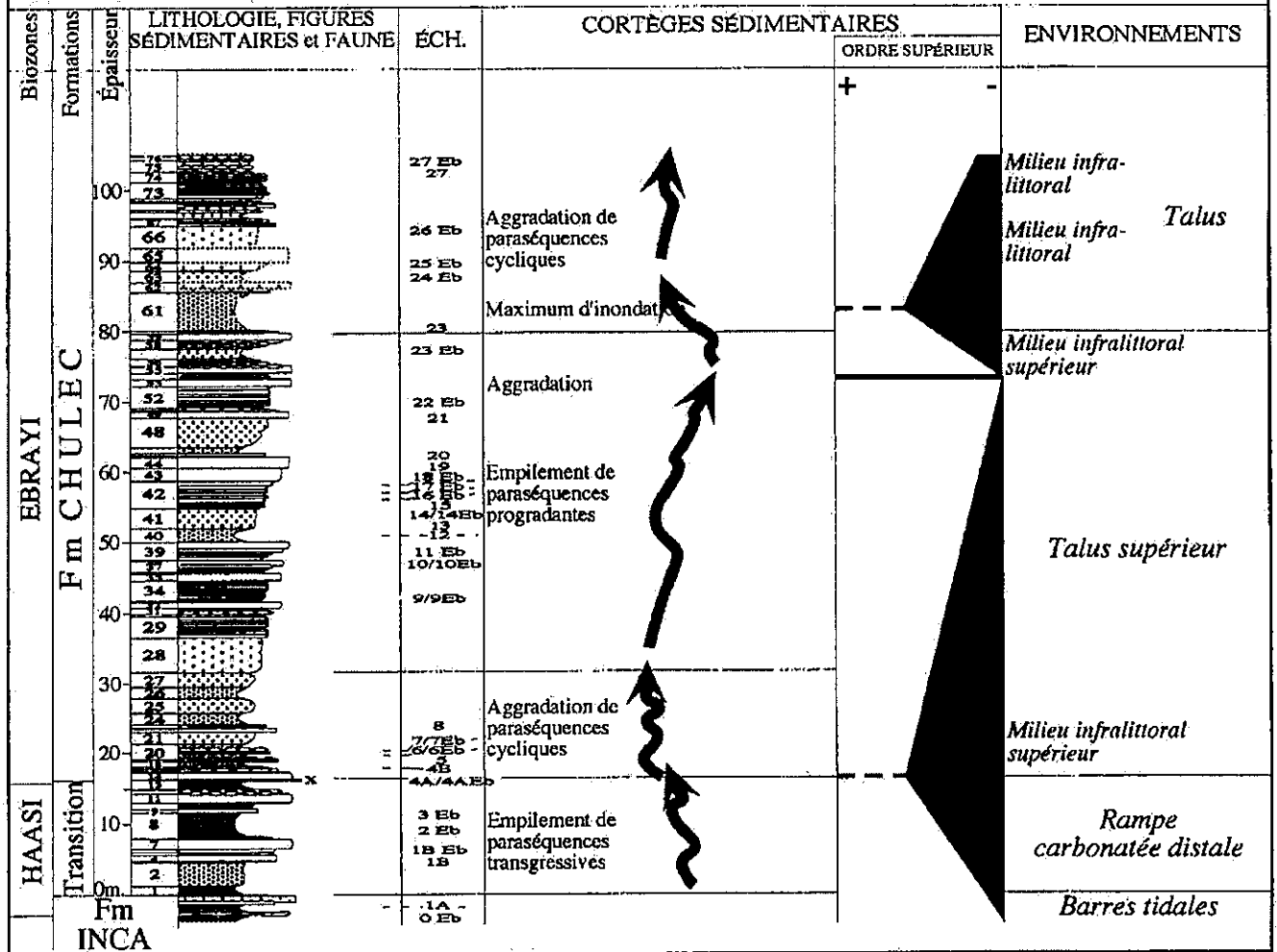


Figure 76. Coupe de Puente Zonanga (Andes nord). Succession lithologique, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

L'oursin *Heteraster karsteni*, présent dans les unités 85, 86 et 87 de la coupe du Pongo de Rentema, indique un milieu de dépôts infralittoral. *Heteraster tschudii* et *Coenholectypus gr. planatus*, de l'unité 89, caractérisent une légère régression vers un milieu infralittoral supérieur (15-30 mètres de profondeur). Des ammonites, parfois nombreuses, sont présentes (R114B-114BEb, fig. 74; CQ23, fig. 75). L'ensemble de ces dépôts, organisés en séquences aggradantes, semble traduire un environnement de rampe carbonatée distale dans un milieu assez ouvert.

Au-delà d'une vire de marnes calcaires (unité 94), la coupe du Pongo de Rentema se poursuit par une succession de calcaires (de texture «mudstone» à «wackestone») bioclastiques, plus massifs, à intercalations de marnes calcaires plus rares et moins épaisses. Nous n'avons pas de données précises de la composition faunique et du faciès pour ce tiers supérieur de la coupe du Pongo de Rentema. Les niveaux équivalents de la coupe de Corral Quemado (fig. 77) sont constitués de calcaires bioclastiques de texture «mudstone/wackestone». Les premiers bancs contiennent des lammellibranches et bivalves divers. Des gastéropodes ont été observés dans la partie sommitale. Les dépôts s'organisent

en séquences de progradation. Les intervalles marneux, parfois riches en ammonites (CQ25) sont interprétés comme des épisodes transgressifs dans un environnement de rampe carbonatée distale (faciès bioclastique).

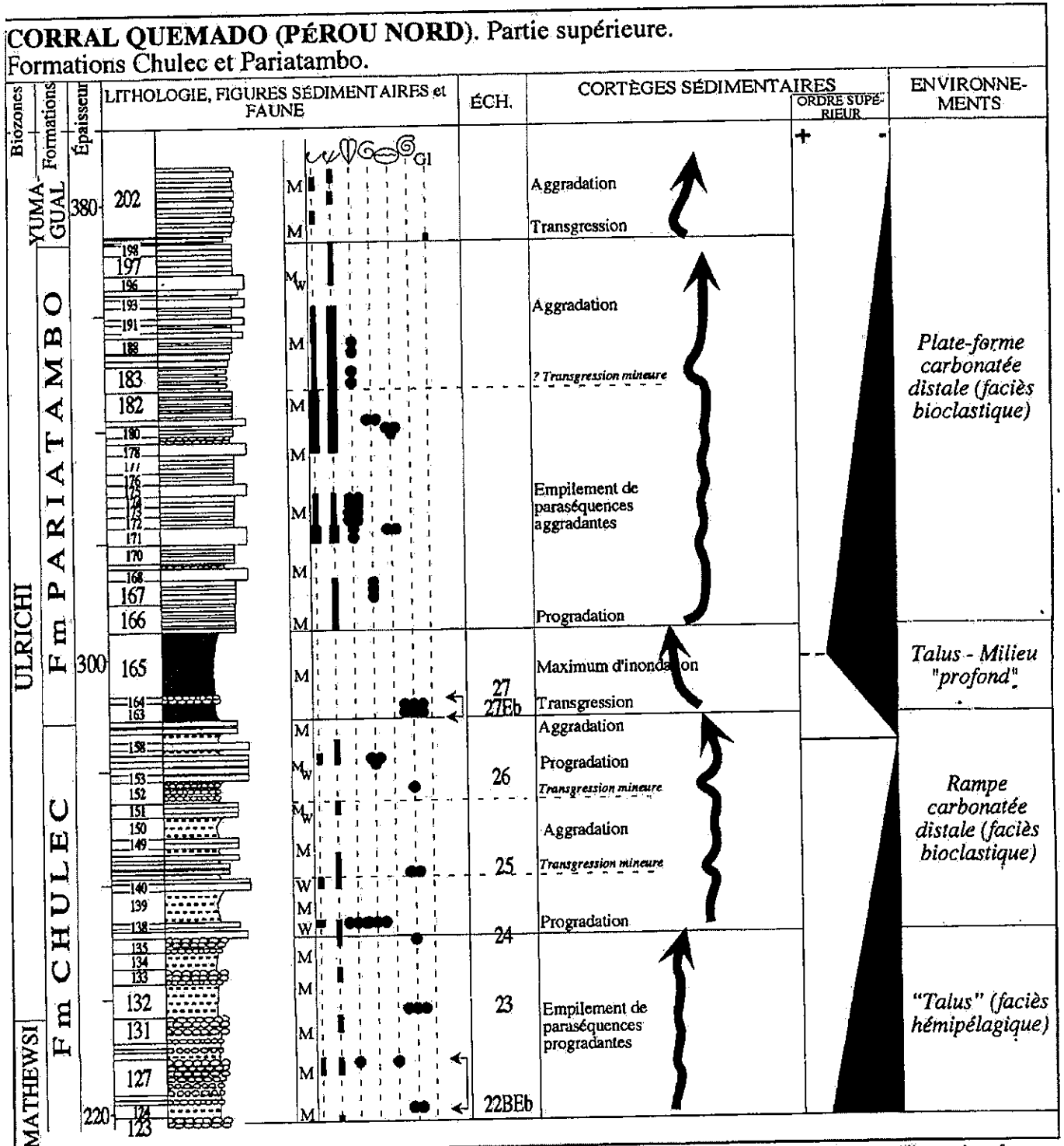


Figure 77. Coupe de Corral Quemado, partie supérieure (Andes nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

Le banc 107 de la coupe du Pongo de Rentema (fig. 74) contient *Heteraster* sp. (R6Eb). *Hedbergella* sp. (foraminifère planctonique) et *Pseudocyclamina rugosa* (foraminifère benthique) sont présents dans les calcaires noduleux de l'unité 113. Les bancs 113 à 115 de la coupe du Pongo de Rentema sont très riches en ammonites (R8). Le sommet de la formation Chulec traduit le début d'un épisode transgressif majeur (unité 113-115, fig. 74).

4.2.4.3. La Formation Pariatambo

Comme dans les régions plus méridionales des Andes centre-nord, nord-est et centrales, la formation Pariatambo débute par une vire de marnes argileuses. Des calcaires noduleux de texture «mudstones» y sont intercalés. Ce niveau caractérise le pic majeur de transgression daté de la base de l'Albien moyen observé à l'échelle du Bassin Ouest péruvien et dans les régions occidentales et septentrionales du Bassin «Orienté» du Pérou et de l'Équateur. Sa signification est exposée en détail dans la partie consacrée à l'organisation des séquences de dépôts.

Sur les coupes du **Pongo de Rentema** (unités 116-119, fig. 74) et de **Corral Quemado** (unités 163-165, fig. 77), le passage transgressif de la base se compose de marnes argileuses fines et de bancs calcaires «mudstones» à débits en nodules. Les seuls témoins fauniques sont de très nombreuses ammonites (R9-11 et CQ27-27Eb).

La série se poursuit par une succession de calcaires de texture «mudstone» à «wackestone», organisés en bancs fins. Des bancs bioclastiques plus épais à texture moyenne («wackestone») y sont intercalés (bancs 126 et 131 du Pongo de Rentema, fig. 74; banc 171 de Corral Quemado, fig. 77). Cet ensemble contient de nombreux lamellibranches (présents sur la totalité de la formation), de grands bivalves, des gastéropodes, de rares pectens, des huîtres (dans les bancs plus massifs) et des ammonites. On observe la présence de pyrite.

Un passage de marno-calcaires (unités 136-138 du Pongo de Rentema, figs. 74 et 78; unités 179 de Corral Quemado, fig. 77) contient de la glauconie sur la coupe de Corral Quemado. Les unités 139, 141 et 143 de la coupe du Pongo de Rentema (fig. 78) sont constituées de calcaires «wackestones/packstones» où se développent des figures de chenaux. Ils sont intercalés dans un ensemble de bancs fins de calcaires «mudstones» dont le faciès est identique à celui observé dans la partie inférieure de la formation. Le banc 143 a livré des ammonites (R15).

La formation se termine par un empilement de bancs de calcaires «mudstones» bioclastiques riches en gastéropodes (unité 144). Cet ensemble contient des huîtres (à sa base) et des lamellibranches et bivalves (divers). Il est riche en minéraux ferreux.

Le faciès est quasi identique sur l'ensemble de la formation Pariatambo. La faune variée de milieu ouvert, la présence de bioclastes et la présence d'oxydes de fer attestent d'un environnement de rampe carbonatée ennoyée. Les chenaux sont les témoins des circulations marines facilitées par l'approfondissement des milieux de dépôts.

PONGO DE RENTEMA (PÉROU NONRD). Partie supérieure.

Formation Pariatambo, Groupe Puillucana et Formation Romiron.

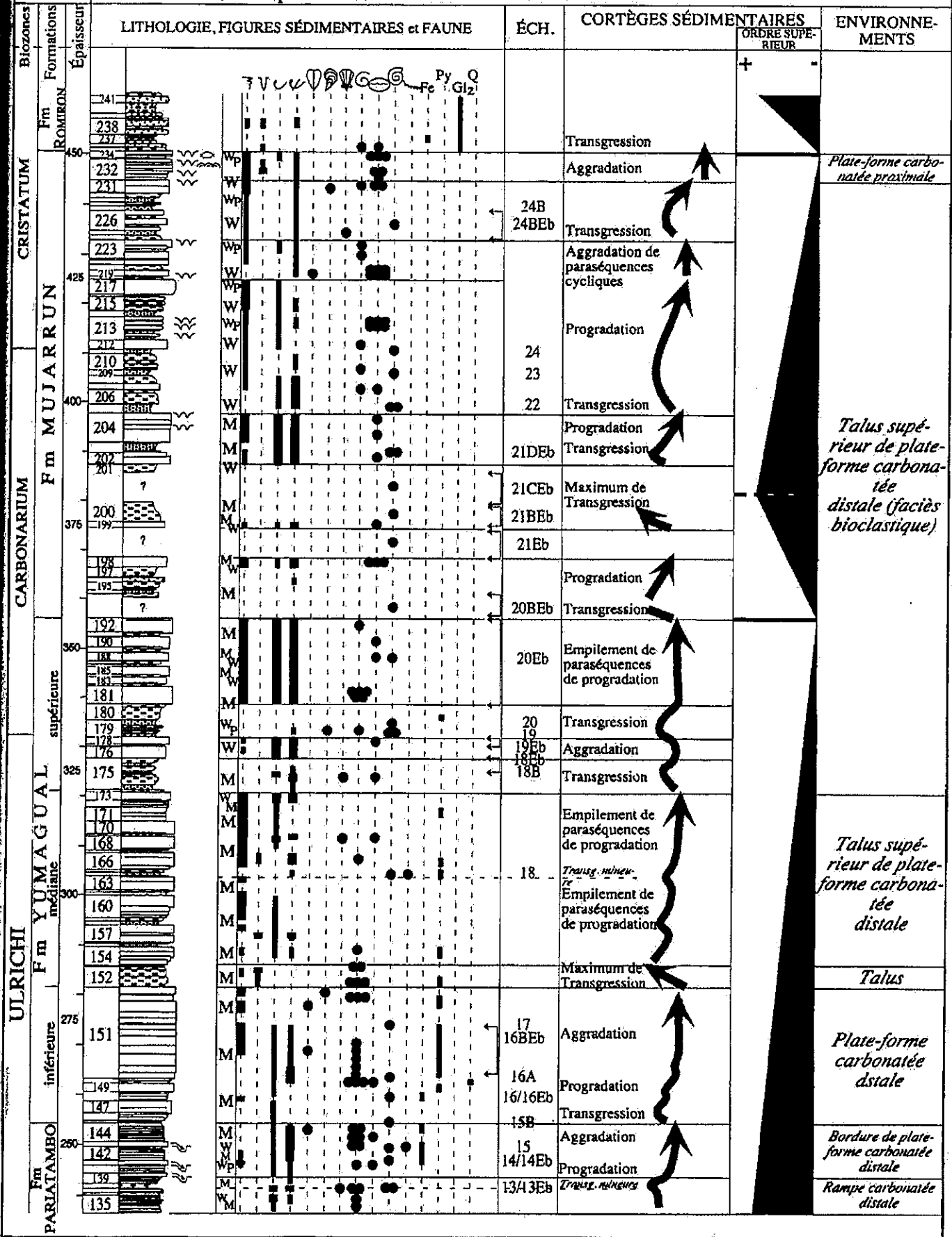


Figure 78. Coupe du Pongo de Rentema, partie supérieure (Andes nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (Légende : figure 83)

4.2.4.4. Les Corrélations entre les coupes de la région de Bagua / Jaen (fig. 79)

La formation Inca de la coupe de Puente Zonanga n'a pas été étudiée en détail. La coupe de Corral Quemado n'expose que sa partie supérieure. Elle se compose de grès grossiers, de calcaires gréseux, de marnes gréseuses et d'argiles riches en matière organique et en éléments ferreux. Ces dépôts s'organisent en paraséquences cycliques entre des environnements de «shoreface» inférieur et de haute énergie plus proximaux. Ces niveaux n'ont livré aucune faune.

Sur toutes les coupes, la formation Chulec débute par une phase transgressive attestée par l'arrivée d'ammonites et d'oursins. L'empilement de bancs de calcaires riches en ammonites, observé sur la coupe du Pongo de Rentema ne trouve pas d'équivalent sur la coupe de Puente Zonanga; le premier banc de la coupe de Corral Quemado pourrait être son équivalent. Le sommet du faisceau calcaire est daté de la base de la sous-zone à *P. haasi*. À cette période, le secteur de Puente Zonanga est encore le siège d'une sédimentation mixte (bancs gréseux de la base).

Après une vire marneuse, interprétée comme le maximum d'inondation, des calcaires «wackestones» bioclastiques s'organisent en paraséquences progradantes de plus en plus fines. Ils contiennent une faune de milieu ouvert (haut niveau marin). Ces séquences sont datées de l'intervalle sous-zone à *P. haasi* - bio-horizon à *P. ebrayi* sur les trois coupes.

Les intervalles 85, 56 et 61, composés de marnes argileuses, semblent marquer un nouvel épisode transgressif (azoïque?). Les paraséquences progradantes sus-jacentes, constituées de calcaires «mudstones» riches en ammonites et oursins, sont datés du sommet du bio-horizon à *P. ebrayi*. Au-dessus, un nouveau passage transgressif (unités 94 et 86) se développe.

Les formations Chulec et Pariatambo sont ensuite beaucoup plus délicates à corrélérer entre les coupes du Pongo de Rentema et de Corral Quemado. En dehors du passage de marnes calcaires homogènes, les dépôts n'ont pas du tout la même organisation verticale. Les corrélations sont uniquement basées sur les données de la biostratigraphie.

4.2.4.5. Le Groupe Pulluicana

Tafur (1950, p. 29) introduit le terme de «groupe Pulluicana» pour désigner les calcaires bitumineux de l'Albien moyen (Yacu-Ushco) et les calcaires noduleux et marnes sus-jacents qu'il désigne sous les noms de formations Yumagual (première moitié plus calcaire) et Mujarrún (seconde partie plus argileuse). Ce groupe est nommé d'après le village de Pulluicana, situé à sept kilomètres au Nord-Est de Cajamarca (Département de Cajamarca, Andes nord du Pérou). Ce hameau se situe sur le sommet de la coupe type Baños del Inca (Cajamarca pour Benavides Cáceres, 1956), qui inclut aussi le lithostratotype de la formation Inca.

La formation Yacu-Ushco est placée à juste titre en synonymie avec la formation Pariatambo par Benavides Cáceres (1956, p. 381). Le groupe Pulluicana est donc restreint aux formations Yumagual et Mujarrún (fig. 63). Il est exprimé dans le Nord du Bassin Occidental péruvien. Nous avons observé ce groupe sur la coupe-type de Baños del Inca. Benavides Cáceres (1956, p. 381) mentionne sa présence jusqu'à la localité de Huamachuco dans la partie andine du département de La Libertad (Nord Pérou).

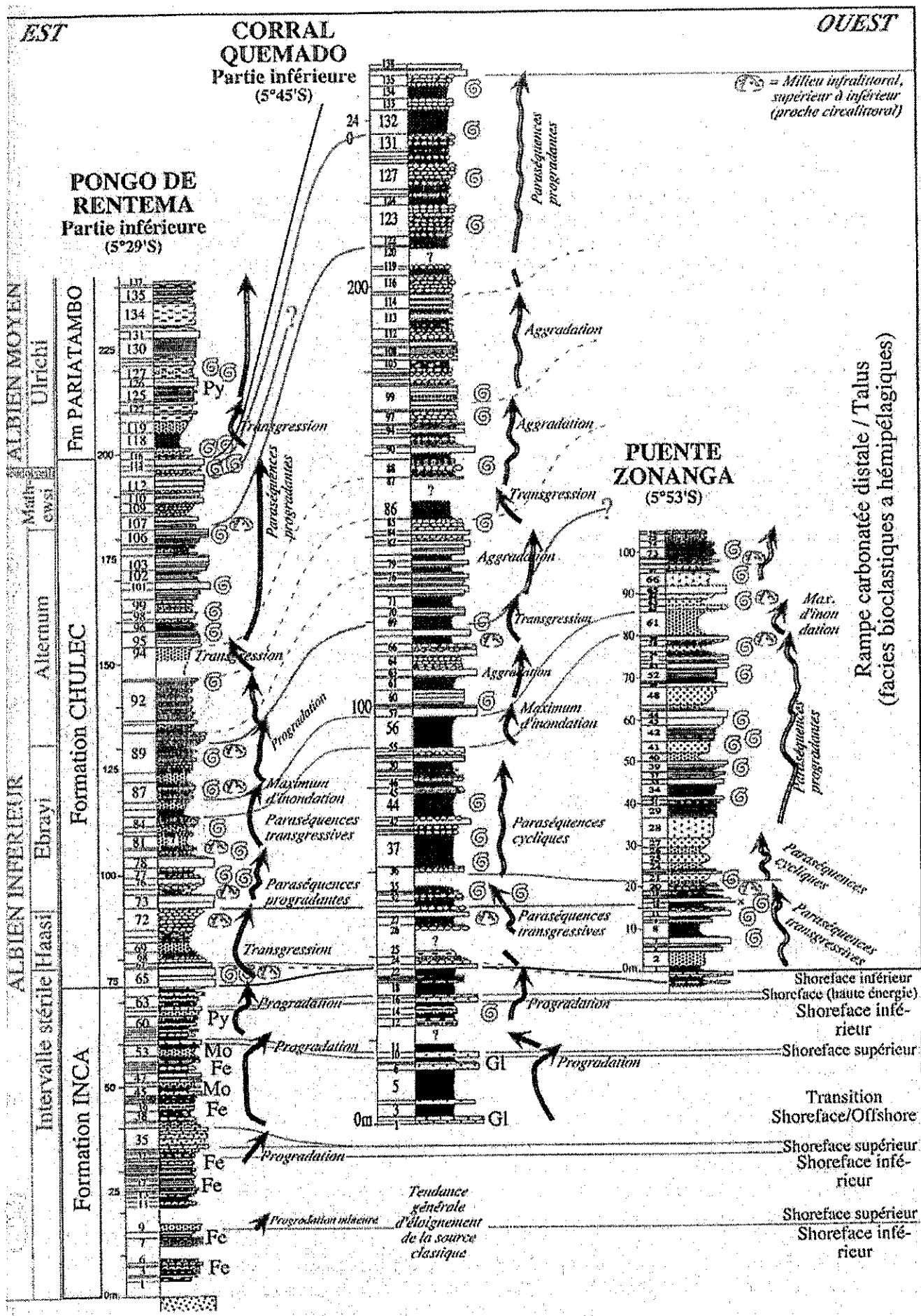


Figure 79. Corrélations lithostratigraphiques et séquentielles entre les coupes de la région de Bagua Chica / Jaén (Andes nord). (légende : figure 83)

Le groupe Pulluicana est l'équivalent temporel de la partie inférieure de la formation Jumasha (Mc Laughlin, 1924) des Andes centrales actuelles.

Sur la coupe du Pongo de Rentema, les deux formations Yumagual (déjà observée à Baños del Inca) et Mujarrún ont été distinguées.

La Formation Yumagual

Cette formation est nommée à partir du «Cerro Yumagual», localisé au Sud-Ouest de Cajamarca (Département de Cajamarca, Andes nord). La formation Yumagual se compose de calcaires bioclastiques massifs, de textures variées et fortement bioturbés. Son épaisseur est de 100 mètres. Lors de ce travail, nous l'avons observée sur la coupe-type (Andes centre-nord) et sur la coupe du **Pongo de Rentema** (dont la description suit).

Du point de vue biostratigraphique, Benavides Cáceres (1956, p. 381) reprend la liste faunique citée par Tafur (1950). Il mentionne une association inférieure à *Oxytropidoceras carbonarium* d'âge Albien inférieur. La partie supérieure de la formation était toutefois considérée d'âge Cénomanién inférieur (*Sharpeiceras occidentale*, *Parraturillites lewesensis*, *Exogyra mermeti* cités in Tafur, 1950).

Les ammonites récoltées dans la formation Yumagual lors de ce travail sont en nombre restreint. Néanmoins, la formation est datée de l'intervalle sous-zone à *R. ulrichi* - base de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* (biozone à *O. carbonarium*, Albien moyen) sur les coupes de Baños del Inca (type) et du Pongo de Rentema (voir partie consacrée à la biostratigraphie).

La formation Yumagual débute par une alternance de calcaires fins massifs, en bancs épais (métriques) superposés, et d'intercalations de marnes calcaires (unités 146 à 151, fig. 78). Le faciès est de plus en plus bioclastique vers le sommet. L'unité 148, riche en bioturbations et en fer, contient des ammonites (R16). De nombreux gastéropodes sont présents dans l'unité 150. La base de l'unité 151, bioclastique, a une faune variée de bivalves, d'ammonites (R16A) et de nombreux gastéropodes. On note la présence de pyrite. Cet ensemble se termine par des niveaux constitués de véritables lumachelles de gastéropodes. On interprète ce faisceau comme traduisant un environnement de plate-forme distale. Les dépôts semblent s'organiser en paraséquences progradantes, puis agradantes (empilées).

La partie médiane de la formation Yumagual débute par un intervalle marno-calcaire (unité 152), riche en gastéropodes. Il contient des terriers, des bioturbations et de la pyrite. Ce faciès hémipélagique caractérise le talus distal. Il traduit un épisode transgressif.

La série se poursuit par une alternance de bancs épais de calcaires massifs bioclastiques de texture «mudstone» à «wackestone», de bancs métriques de calcaires «mudstones» et de marnes calcaires. Ces unités 154 à 173 montrent des passées très bioclastiques. Elles contiennent de nombreuses bioturbations, quelques terriers, des bivalves de petite taille. Les pectens, les gastéropodes et les huîtres sont plus rares. La vire de marnes calcaires 164 contient des ammonites (R18) et des ? conodontes. Elle traduit une phase de transgression mineure. L'ensemble semble caractériser un environnement de sommet de talus (? bordure) de plate-forme. Les dépôts s'organisent en paraséquences strato-croissantes de progradation.

La troisième partie de la formation Yumagual débute par un niveau plus argileux. L'unité 175 se compose d'une alternance de marnes calcaires et de marno-calcaires bioclastiques à

bivalves, pectens et huîtres. Le sommet de cette unité n'est pas bioclastique et ne contient pas de faune apparente. Cet ensemble de base est interprété comme une période de transgression.

Il est surmonté par un «paquet» (bancs 176 et 178) de calcaire de texture «wackestone», bioclastiques, agencés en bancs très épais (métriques) à bioturbations et nombreux lammellibranches (indéterminés). Le sommet du banc 178 contient des huîtres. Ces deux bancs caractérisent un environnement de bordure de plate-forme carbonatée. La teneur plus importante de bioclastes amène à considérer ces dépôts comme plus proximaux que les niveaux sous-jacents de la partie médiane de la formation Yumagual. Ils traduisent donc une progradation des milieux de dépôts.

La série se poursuit par une vire de marnes calcaires de texture grossière «wackestone/packstone» (unité 179). Elle est d'abord bioclastique. Ses derniers mètres contiennent des ammonites (R19-20), des inocérames et des gastéropodes. Ces dépôts traduisent une transgression (arrivée de faune de milieu ouvert) dans l'environnement général de bordure de plate-forme distale (fig. 78).

Les unités 181 à 192 marquent le retour à des bancs métriques de calcaires bioclastiques massifs, de texture «mudstones/wackestones». Ils contiennent de nombreuses bioturbations et lamellibranches identiques à ceux des bancs 176 et 178. Les interbancs sont constitués de marnes calcaires. Ces niveaux sont caractéristiques du talus supérieur de plate-forme carbonatée distale. On note que le banc 181 développe une lumachelle à gastéropodes. Des huîtres et des gastéropodes sont présents. Des ammonites apparaissent dans les intervalles marneux (R20Eb).

D'une manière générale, la formation Yumagual montre une faune plus abondante et des bioturbations plus nombreuses que dans la formation Pariatambo. Le milieu de dépôt nettement plus oxygéné et ouvert.

La Formation Mujarrún

La localité-type de la formation est le «Cerro Mujarrún», situé au Nord-Est de Cajamarca (Département de Cajamarca, Andes du Nord Pérou). Cette formation a été observée sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 78) lors de cette étude. Son épaisseur y est de 95 mètres. Son faciès est proche de celui de la partie supérieure de la formation Yumagual : alternance de calcaires bioclastiques massifs, bioturbés et de marnes calcaires.

Sur la coupe du Pongo de Rentema, la partie supérieure de la formation Mujarrún contient un grand nombre de surfaces de dessiccation, non vues dans la formation Yumagual. Les derniers niveaux indiquent un environnement de plate-forme carbonatée proximale. Le contexte paléogéographique de la formation Mujarrún se traduit par l'augmentation des apports terrigènes. La production carbonatée est moins abondante. L'évolution de la faune montre le développement de formes vivant sur les fonds argilo-sableux, tels que les huîtres et les pectens. Des transgressions mineures sont attestées par la présence de vires marneuses contenant des ammonites.

Sur la coupe-type (région de Cajamarca), Benavides Cáceres (1956, p. 382) mentionne une faune de bivalves qu'il considère d'âge Cénomaniens. Dans la région des Andes nord ici décrite, nous datons au contraire cette formation de l'intervalle Albien moyen (sommet de la sous-zone à *R. ulrichi*) - Albien supérieur (zone à *D. cristatum*).

Au **Pongo de Rentema** (fig. 78), les affleurements de la partie inférieure de la formation **Mujarrún** sont de qualité moindre. Les 30 premiers mètres comprennent de grandes zones masquées. Des ammonites éboulées y ont été récoltées (R20BEb, R21Eb, R21CEb).

Les faciès de la base de la formation **Mujarrún** sont proches de ceux de la partie supérieure de la formation **Yumagual**. La série se compose d'une alternance de bancs de calcaires massifs bioclastiques, de texture «mudstone/wackestone». Les bioturbations sont nombreuses. La faune se compose de lamellibranches. Ces bancs caractérisent le talus supérieur des plate-forme distale. Des marnes calcaires sont intercalées. Ces vires marneuses sont nombreuses dans la mesure où l'on peut considérer que les intervalles masqués correspondent à des passages plus argileux. Les bancs calcaires massifs sont nettement moins fréquents que dans la formation **Yumagual**.

Les faisceaux 202 et 204 marquent le retour à des dépôts en bancs métriques de calcaires «mudstones/wackestones», bioclastiques, très bioturbés. Ces niveaux contiennent des lamellibranches et des huîtres. Des ammonites (R21DEb) ont été récoltées dans les marnes argileuses de l'unité 203. L'unité 204 contient des surfaces de dessiccation, qui traduisent des phases d'émersions. L'environnement de bordure de plate-forme est soumis à des périodes de régression marine qui vont jusqu'à l'émersion.

La série se poursuit par une alternance de marnes calcaires, de marno-calcaires et de bancs plus ou moins épais de calcaires bioclastiques de texture «wackestone» à «packstone», à nombreuses bioturbations et figures de dessiccation en sommet de banc. Ces bancs ont la même composition faunique que l'ensemble des bancs de la formation **Mujarrún** mais leur matrice est nettement plus grossière. Les huîtres sont localement très nombreuses (unités 213, 219 et 234). On note la présence ponctuelle de gastéropodes, de bivalves, de pectens, d'inocérames et d'ammonites (R24B). Les derniers bancs des unités 231 à 234 caractérisent une nette progradation des faciès de milieu intertidal à «birdseye» dans un environnement de plate-forme proximale, attesté par les stromatolites. Des bioturbations très nombreuses, des terriers et des huîtres sont présents.

Ce dernier faisceau est suivi par les grès grossiers et les marnes gréseuses de la base de la formation **Romirón**, considéré d'âge Cénomaniens.

4.2.5. LE PÉROU NORD (RÉGION DU CAMPANQUIZ) COUPE DU PONGO DE MANSERICHE (fig. 82)

La coupe du Pongo de Manseriche se situe sur la bordure ouest du Bassin «Oriente» du Pérou et de l'Équateur. Entre les régions des Andes nord (Bagua Chica / Jaen) et du Campanquiz, la physionomie de la série de l'Albien se modifie : les faciès sont fortement diachrones par rapport au Bassin Occidental péruvien, leur épaisseur est très réduite. Nous ne pouvons donc plus employer les noms de formations cités jusqu'ici.

Zegarra Ciquero (1963) utilise le nom de formation **Chonta** (subdivisée en deux membres, inférieur et supérieur) pour les dépôts albiens du Pongo de Manseriche. Ce terme est introduit par Moran & Fyfe (1933, p. 56) à partir d'affleurements de l'île de «Chonta» (fleuve Pachitea, Nord-Est du Pérou) pour désigner la série albienne marine du Bassin «Oriente» (fig. 80). Ils décrivent cette formation comme «l'arrivée, en concordance apparente sur les grès néocomiens, de calcaires, de marnes et d'argiles schistosées contenant une riche faune (...) cette formation, d'épaisseur approximative de 400 mètres, consiste en calcaires de couleur crème à gris clair, de marnes, de schistes marneux et gréseux.

NORD		SUD						Lithostratigraphie					
NAPO	NAPO BASAL	CALCAIRES "B" GRÈS "T" CALCAIRES "T" ARGILES DU NAPO BASAL CALCAIRES "C"	NAPO BASAL		CHONTA	SUPÉRIEUR	CHONTA	CHONTA	CHONTA	AGUA CALIENTE	RIO PACHITEA	CENTRE/NORD PÉROU (ORIENTE)	MORAN & FYFFE (1953)
			ARGILES DU NAPO BASAL CALCAIRES "C"	CHONTA	INFÉRIEUR					AGUA CALIENTE	RIO HUALLAGA		
HOLLIN	HOLLIN		HOLLIN	HOLLIN	AGUA CALIENTE	AGUA CALIENTE	ORIENTE	ORIENTE	ORIENTE	AGUA CALIENTE	RIO CUSHABATAY		KUMMEL (1944)
"ORIENTE" ÉQUATEUR	MISAHUALLI CENTRE ÉQUA- TEUR (ORIENTE)		CHINIMBIMI SUD ÉQUATEUR		PONGO DE MANSERICHE		NORD PÉROU (ORIENTE)			AGUA CALIENTE	RIO HUALLAGA		ROSENZWEIG (1953)
TSCHOPP (1945)	JAILLARD ET AL (1997)				CQUERO ZEGARRA (1963)					AGUA CALIENTE			

Figure 80. Terminologies comparées des formations de l'Albien du Bassin Oriental du Pérou et de l'Équateur.

Une ou deux couches de calcaires roux sont présentes en sommet de formation. À la base de celle-ci, apparaît une zone de transition entre les niveaux de grès de la formation Agua Caliente et les calcaires propres des niveaux de la formation Chonta; dans cette zone, alternent des schistes sombres, des grès roux et des bancs de calcaires; ces derniers contiennent des fossiles».

Moran and Fyfe (1933, p. 57) citent une liste de faune caractéristique du Coniacien - ? Sénonien inférieur. Sur l'ensemble du Bassin Oriental, le toit de la formation Chonta, décrite par de nombreux auteurs (voir fig. 80), a un âge Crétacé supérieur. Plus précisément, la base des Formations Cachiyacu et Vivian (placée en équivalence de la première par Kummel, 1948), sus-jacentes, sont successivement datées du Campanien moyen à supérieur et du Maastrichien inférieur (Jaillard, *comm. pers.*).

La base et la partie inférieure de la formation Chonta n'a pas le même âge sur l'ensemble du bassin (Kummel, 1948, p. 1245-1246). Les dépôts détritiques de la formation Agua Caliente (= Oriente in Kummel, 1944, 1948), provenant des cratons du Brésil et de Guyane, reculent vers l'Est au fur et à mesure de la transgression du Crétacé supérieur, jusqu'au Turonien inférieur. La base de la série gréseuse est diachrone de l'Ouest vers l'Est.

Ce phénomène est aussi observé en Équateur (bien qu'à une moindre échelle) où les «calcaires T» transgressifs (formation «Napo basal»), présents sur la coupe de Chinimbimi sont absents sur la coupe de Misahualli plus au Nord (Jaillard *et al.*, 1997). Les nouvelles récoltes d'ammonites effectuées au Pongo de Manseriche datent la formation Chonta; équivalent latéral de la formation Napo basale d'Équateur, de la sous-zone à *R. mathewsi* de l'Albien inférieur.

Du point de vue biostratigraphique, Wilson (1963, p. 18) indique l'équivalence temporelle de la formation Chonta avec la formation Pariatambo du Pérou central et nord et la formation Muerto du Nord-Ouest du Pérou; par la présence systématique d'*Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *carbonarium*.

Au Pongo de Manseriche, Singewald (1927, p. 487) décrit «une série de marnes, de calcaires et de grès du Crétacé, dont la plus grande partie consiste en des marnes grises fracturées. Il mentionne des niveaux de marnes très calcaires qui passent à des calcaires argileux noduleux. Plusieurs faisceaux de calcaires massifs proéminents sont aussi intercalés dans la série. Des passages de grès, «proches» des grès de la formation Agua Caliente (appelées «Pongo sandstone» par cet auteur), sont intercalés à la base et au sommet de la série». Cette dernière remarque peut être interprétée comme indiquant la présence de faille(s) qui redoublent la série.

Singewald (1927) divise la formation Chonta de la coupe du Pongo de Manseriche en deux membres :

- un membre inférieur, constitué d'argiles grises, de marnes et de calcaires compacts interstratifiés. Des lentilles de grès fins à nodules glauconieux, jamais rencontrés plus au Sud, sont présentes. Cet ensemble est très fossilifère;
- un membre supérieur composé d'argiles de couleur grise à gris sombre, bien stratifiées, en partie micacées et non calcaires. Le contact avec le membre inférieur se caractérise par la disparition des calcaires et marnes argileuses qui forment les faisceaux proéminents. Ce membre n'est pas très fossilifère, mis à part quelques lamellibranches, gastéropodes et «mollusques». Par la présence de fossiles marins et sa lithologie, Singewald relie ce membre à la transgression majeure du Sénonien.

Dans ce travail, nous décrivons le seul membre inférieur de la formation Chonta. Le membre supérieur, dominé par les argiles anoxiques, n'a pas fourni d'ammonites ou autres fossiles marqueurs, et n'est pas daté. Les corrélations latérales sont impossibles. Cependant, par corrélation latérale lithologique avec la partie supérieure de la coupe de Chinimbimi (Sud de l'Équateur) décrite par Jaillard (1997, p. 105-109), nous considérons que :

- les grès du sommet de la formation Chonta inférieur sont potentiellement équivalents avec le membre des «grès T» de la formation Napo basale de la coupe de Chinimbimi (Jaillard *et al.*, 1997);
- la base du membre Chonta supérieur semble être corrélable avec les «calcaires B» de la formation Napo inférieure, datée de la partie moyenne de l'Albien supérieur à Misahualli (Jaillard *et al.*, 1997).

4.2.5.1. La Formation Chonta inférieure

Les conditions d'affleurement de la coupe du Pongo de Manseriche sont médiocres. De nombreux niveaux sont masqués par la végétation, l'accès à d'autres est difficile et l'état de conservation général est mauvais. Ces facteurs rendent l'observation des surfaces clés, des figures sédimentaires et la localisation des fossiles difficiles. Plusieurs «zones d'ombre», imputables à ce contexte, rendent difficile l'interprétation de la coupe du Pongo de Manseriche (fig. 82).

De la même façon que pour ses membres supérieurs, les diverses unités de la partie inférieure de la formation Chonta sont faciologiquement corrélables avec les membres de la formation Napo basale définis par Jaillard *et al.* (1997). Nous adapterons donc la terminologie créée pour les séries d'Équateur par Jaillard *et al.* (1997). Les termes de «Grès de base», «calcaires C», «calcaires T» et «Grès T» sont utilisés tels quels. Nous introduisons le terme nouveau d'«Argiles du Chonta inférieur» (fig. 81).

ALBIEN SUP.		PARTIE INFÉRIEURE		NAPO BASAL	CALCAIRES "T"	CHONTA	CALCAIRES "B"	SUPÉRIEUR	?	- ? -	
ALBIEN MOYEN		PARTIE BASALE			ARGILES DU NAPO BASAL		ARGILES DU CHONTA BASAL	AGUA CALIENTE	AGUA CALIENTE	BÖSEI	ALB. INF.
? ALBIEN INFÉRIEUR		PARTIE SUPÉRIEURE			CALCAIRES "C"					RAIMONDII / MATHEWSI	
ZONES/SOUS-ZONES		SOUS-ÉTAGES		HOLLIN		PONGO DE MANSERICHE		BIOZONATION			
BIOZONATION		CHINIMBIMI		SUD ÉQUATEUR		NORD PÉROU		Ce Travail (2002)			
JAILLARD ET AL (1997)		JAILLARD ET AL (1997)				Ce Travail (2002)		CIQUERO ZEGARRA (1963)			

Figure 81. Terminologies lithostratigraphique et biostratigraphie comparatives de l'Albien du Nord Pérou, développées par Zegarra Ciquero (1963) et dans ce travail, avec celle élaborée par Jaillard *et al.* (1997) pour le Sud Équateur.

Membre des «Grès de base»

Au-dessus des quartzites et des grès grossiers de la formation Agua Caliente, la série transgressive de l'Albien débute par 7 mètres de grès fins à stratification légèrement ondulée et laminations horizontales, intercalés de fins niveaux de marnes gréseuses (unité 1-5, fig. 82). Cet ensemble est appelé «Grès de base», par référence avec le membre «Arenisca basal» des coupes de Chinimbimi et Misahualli décrites par Jaillard *et al* (1997). Le dernier banc de l'unité 1 comporte des rides de vagues. Ces grès semblent traduire un environnement de haute énergie du «foreshore» ou du «shoreface» supérieur.

Jaillard *et al.* (1997, p. 56) suggèrent une équivalence lithologique probable des «grès de base» avec la formation Inca. Nous observons effectivement les mêmes faciès sur la coupe du Pongo de Rentema.

Membre des «Calcaires C»

Le banc 7 (fig. 82), entouré de marnes calcaires fines, contient des galets silicoclastiques remaniés (grès, quartzite), des bioclastes (dont de nombreux débris de lamellibranches) et des nodules ferrugineux. Nous l'interprétons comme un remaniement de la surface d'inondation, conséquence de l'instabilité des sédiments liée à la montée eustatique. L'unité 9 se compose de calcaires «mudstone» bioclastiques. Il contient du quartz détritique et des fragments de micas. Une intercalation d'argiles sombres (interbanc 10) marque la transition vers une alternance de calcaires «wackestones» bioclastiques et de marnes argileuses. Des huîtres sont très nombreuses au sommet de ce faisceau. Elles sont associées à des lamellibranches entiers ou en débris. Les unités 7 à 11 indiquent un milieu de rampe carbonatée distale.

Les calcaires noduleux à huîtres de l'unité 12 traduisent un approfondissement ponctuel de l'environnement de dépôts. La série se poursuit avec une succession de calcaires «mudstones» bioclastiques à huîtres, bivalves (variés, indéterminés) et d'interbancs d'argiles noires bitumineuses (unités 13 et 14). La composante bioclastique augmente sensiblement dans les derniers bancs plus fins de l'unité 14. Les bivalves de taille «moyenne» sont localisés dans les bancs calcaires fins. Les huîtres, présentes, dans l'unité 13 disparaissent dans l'unité 14.

Une faille sépare ces niveaux des argiles noires bitumineuses de l'unité 15. Son jeu n'a pu être déterminé.

Le banc calcaire bioclastique 16 sus-jacent contient de nombreux pectens. Il est suivi par une alternance de marnes calcaires et de calcaires bitumineux, d'abord noduleux, puis organisés en bancs peu épais (unités 17-20). Ces niveaux contiennent une faune variée d'ammonites (PM3-7) et des gastéropodes. Cette assise est interprétée comme un empilement de paraséquences transgressives dans un environnement de rampe carbonatée profonde. La présence de matière organique atteste des conditions de dépôt réductrices. Cet événement anoxique semble se poursuivre (marnes argileuses sombres de l'unité 21) mais une zone masquée empêche son observation.

Nous considérons ce membre des «calcaires C» comme l'équivalent faciologique de la formation Chulec du Bassin Occidental: faciès bioclastique, présence de nombreux lamellibranches, de passées lumachelliques d'huîtres et de pectens, typiques des milieux de rampe profonde; intervalles de niveaux hémipélagiques à ammonites et gastéropodes.

PONGO DE MANSERICHE (PÉROU NORD).

Formation Chonta inférieure.

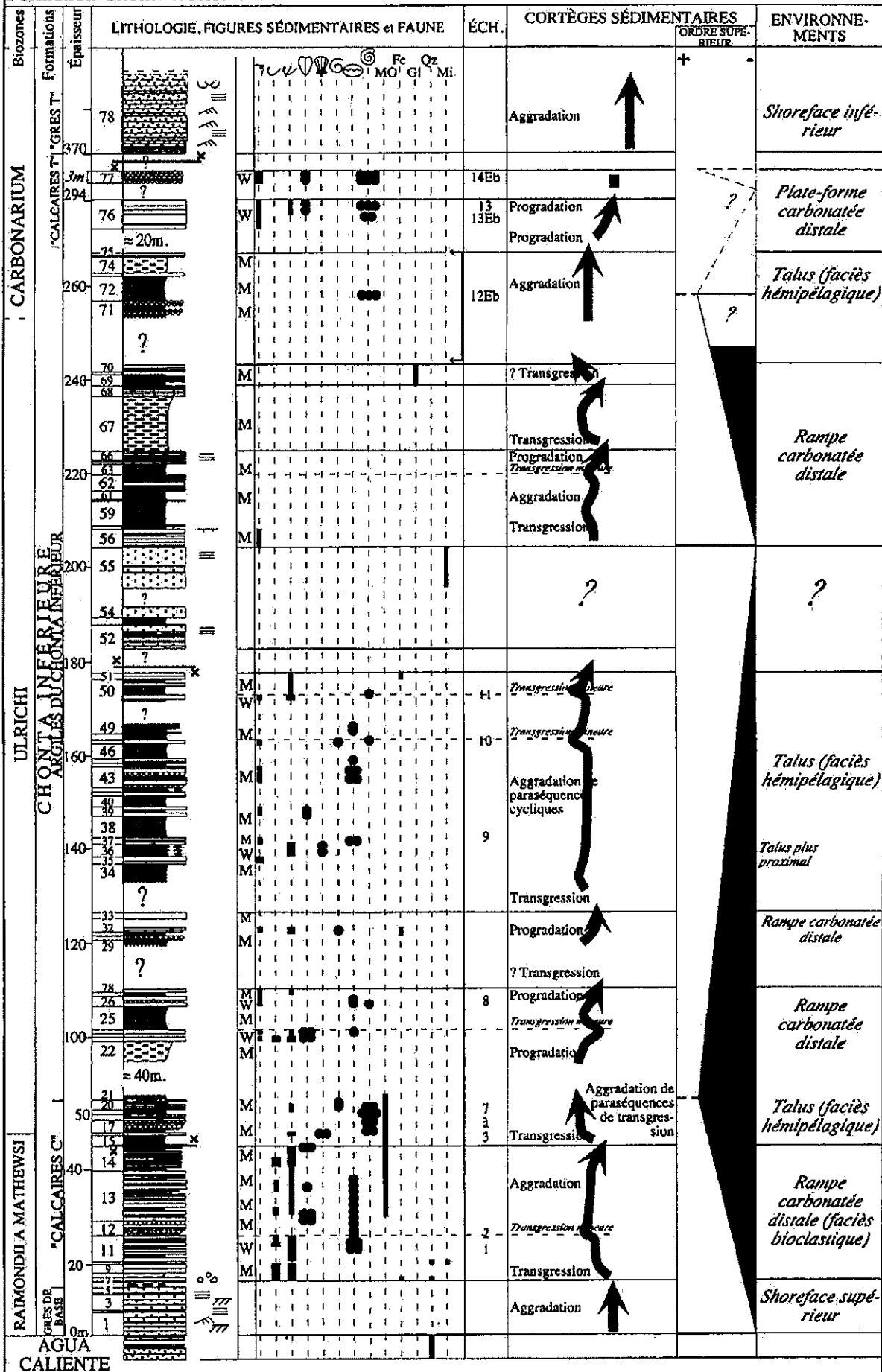


Figure 82. Coupe du Pongo de Manseriche (Pérou Nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements. (légende : figure 83)

Par contre, la forte teneur en matière organique observée sur la coupe du Pongo de Manseriche implique un milieu confiné, dont l'origine n'est pas expliquée dans l'état actuel de nos connaissances.

Membre des «Argiles du Chonta inférieur»

La série est masquée sur 40 mètres (fig. 82). Elle se poursuit par un faisceau de marnes calcaires fines sans faune (unité 22). Les bancs 23 et 24 se composent de calcaires bioclastiques, de texture «wackestone», à nombreuses bioturbations et lamellibranches et le banc 24 contient des huîtres. Ils sont surmontés par une vire de marnes calcaires sombres et fines (unité 25). Les unités 26 à 28 consistent en des calcaires bioturbés organisés en bancs ou noduleux. Ils contiennent des huîtres. Une ammonite y a été récoltée (PM8). L'ensemble 22 à 28 traduit un environnement de rampe distale (bioturbations). La vire marneuse 25 traduit une transgression mineure. Les 10 mètres suivants n'affleurent pas.

Le faisceau 29 à 33 se compose de marnes, de calcaires «mudstones» organisés en nodules ou en bancs fins. Le double banc bioclastique de l'unité 32 est bioturbé et contient quelques gastéropodes (altérés en fer). On considère ce faisceau comme d'environnement de talus.

Après une lacune de visibilité, la série se poursuit par 45 mètres de calcaires de texture «mudstone/wackestone», de calcaires noduleux et de marnes argileuses noires en alternance (unités 34 à 51). Les bancs calcaires, parfois bioclastiques, sont très bioturbés. Ils contiennent une faune de lamellibranches, de pectens et d'huîtres. Le dernier banc est riche en fer. Des ammonites (PM10, PM11) sont présentes à la base des intercalations argileuses 48 et 50. Elles caractérisent des transgressions mineures. Ces dépôts n'ont pas livré beaucoup de fossiles, ni de figures sédimentaires. Nous les interprétons néanmoins comme traduisant un environnement de talus.

Le sommet de cet ensemble calcaire est tronqué par une faille, au-delà de laquelle le pendage est différent. Le jeu de cet accident semble assez important, mais nous n'avons pas pu le quantifier. Zegarra Ciquero (1963) considère que les failles réduisent nettement la série. Il cite une épaisseur de 700 mètres pour la formation Chonta sur le flanc est du Pongo de Manseriche (zone étudiée lors de ce travail) et de 1280 mètres sur son flanc ouest. Cependant, si l'on compare ces valeurs avec celles mesurées à proximité du Pongo de Manseriche, l'épaisseur donnée pour le flanc est est plus cohérente. On pourrait envisager, à l'opposé, un redoublement de la série sur le flanc ouest.

La série se poursuit, au-delà de cet accident, par une alternance d'argiles bitumineuses à nodules et de grès quartzitiques massifs, localement micacés, organisés en bancs fins à la base puis de plus en plus épais (unités 52-55, fig. 82). Les grès montrent des lamines horizontales. Ces dépôts sont inconnus sur les coupes du Sud de l'Équateur ou du Bassin «Orienté» du Nord du Pérou. Dans l'état de connaissance actuel, leur place dans le contexte paléogéographique de la bordure du Bassin «Orienté» n'est pas clairement expliquée; on pourrait toutefois les rattacher aux bancs gréseux 194 et 196 de la base de la formation Mujarrún, de même âge, de la coupe du Pongo de Rentema (fig. 78).

L'unité 56 consiste en un faisceau de calcaires «mudstones» très bioturbés et d'intercalations argileuses. Ils marquent l'arrêt des arrivées terrigènes et le retour aux conditions dominantes de talus.

Les dépôts suivants n'ont pas livrés d'indications faciologiques ou paléontologiques précises. On observe cependant une alternance de marnes fines argileuses (unités 59-61 et 63) et de calcaires argileux en bancs fins (unité 62). Ils sont considérés, avec beaucoup de précaution, comme d'environnement de talus profond.

Les unités 64 à 66 sont constituées de bancs peu épais de grès fins à laminations horizontales identiques à ceux de l'unité 52. Ils sont suivis par 13 mètres de marnes calcaires (unité 67) puis par un faisceau de calcaires gréseux (unité 68). Les unités 69 et 70 se composent d'une alternance de calcaires et marnes argileux, riches en glauconie. Les dépôts de l'ensemble 56-70 sont interprétés comme d'environnements de talus assez distal soumis de manière épisodique à des influences détritiques dont l'origine n'est pas connue.

Ces faciès de talus semblent continuer jusqu'aux unités 71 à 75, composées de calcaires «mudstones» argileux et noduleux et de marnes d'abord argileuses puis calcaires. De très nombreuses ammonites éboulées ont été récoltées dans cet intervalle (PM12Eb). Elles traduisent un milieu ouvert.

La description de la fin de la coupe du Pongo de Manseriche est aléatoire. Quelques affleurements sont isolés dans un contexte tectonisé. L'unité 76 se compose d'un faisceau de calcaires «wackestones» bioclastiques. Ils contiennent de nombreuses bioturbations et des bivalves. De très nombreuses ammonites en place ou éboulées y ont été récoltées (PM13, PM13Eb). Ces calcaires semblent traduire une progradation vers un environnement de plate-forme profonde plus agité (bioclastes en sommet de faisceau).

L'unité 77, elle aussi isolée, se compose de marno-calcaires noduleux, à nombreux terriers de grande taille. Ces couches sont très riches en ammonites (PM14Eb).

Bien qu'ils n'aient pas été trouvés en place, de très nombreux blocs de lumachelles à petites huîtres sont les témoins d'un environnement de plate-forme distale, marquant la transition avec les Grès «T» supérieurs.

Le membre des «Argiles du Chonta inférieur» est placé en équivalence lithologique avec les formations Pariatambo et Yumagual.

? Membre des «Grès T»

Seule la partie inférieure est représentée sur la figure 82.

Ce membre se compose de grès quartzeux à stratifications lenticulaires et entrecroisées. Les bancs ont une épaisseur de 50 à 80 centimètres. La moitié supérieure contient de fines intercalations d'argiles gréseuses. On interprète ces dépôts comme traduisant un estuaire, ou la topographie plane implique la création de vallées incisées. Ce faisceau gréseux pourrait être l'équivalent latéral du membre des «Grès T» de l'Équateur. Sur la coupe de Misahualli, ces «Grès T» sont interprétés comme traduisant un environnement marin saumâtre, passant vers leur sommet à des dépôts de plaine deltaïque et de marais (Jaillard *et al.*, 1997, p. 88-89).

Un faciès identique est décrit dans le membre Choro (fig. 63) de la formation Mujarrún par Benavides Cáceres (1956, p. 382).

Les «Grès T» de l'Équateur sont datés de l'Albien supérieur (Bulot, *comm. pers.*, 1995).

LITHOLOGIE

	Grès grossier
	Grès moyen à fin
	Argile sableuse
	Argile
	Marne argileuse
	Marne
	Calcaire
<i>M : Mudstone (calcaire à grains très fins), W : Wackestone, P : Packstone</i>	
	Dolomie
	Calcaire gréseux
	Quartzite

FIGURES SEDIMENTAIRES ET AUTRES

	Bioturbation
	Terrier
	Stratification oblique
	Stratification oblique courbe
	Stratification lenticulaire
	Ondulite
	Lamination horizontale
	<i>Flaser-bedding</i>
	Surface de dessiccation
	Stromatolite
	Oolites
	<i>Birds-eyes</i>
	Convolutés
	Surface durcie (<i>Hard-ground</i>)
	Base de banc érosive
	Niveau de remaniement
	<i>Slump</i>
	Faille syn-sédimentaire
	Canal
	Faille

FAUNE

	Bioclastes
	Bivalves
	Grands Bivalves
	Inocerames
	Pectens
	Gastéropodes
	Huîtres
	Échinodermes
	Ammonites
	Conodontes
	Foraminifères
	Algues
	Végétaux (feuille)

MINERAUX

Fe	Fer
Py	Pyrite - Chalcopyrite
Gt	Glaucanie
MO	Matière organique
Qz	Quartz - géodes
Si	Silice
Mi	Micas

DENSITE ET NOMBRE

Minéraux et figures sédimentaires

	faible densité
	forte densité

Faune

	1 à peu nombreux
	significativement présents
	très nombreux à lumachelle

Figure 83. Légende des figures 62 à 82 (coupes sédimentologiques détaillées et corrélations lithostratigraphiques).

4.3. L'ÉVÈNEMENT ANOXIQUE DE L'ALBIEN INFÉRIEUR DE LA COUPE DE YANARAJO (Nord des Andes centrales) (fig. 37)

Dans le Bassin Ouest Péruvien, les niveaux bitumineux sont interprétés comme la conséquence d'un «upwelling» lié au pic de transgression de l'Albien moyen basal, («oceanic anoxic event», Jenkyns, 1980; de Graciansky *et al.*, 1986). Ils caractérisent et définissent la formation Pariatambo.

Plusieurs des coupes décrites dans ce travail contiennent des intervalles d'argiles et de calcaires bitumineux datés de la sous-zone à *R. ulrichi* (base de l'Albien moyen).

Sur la coupe de Yanarajo (fig. 37), les faciès riches en matière organique, équivalents lithologiques de la formation Pariatambo, apparaissent dès l'Albien inférieur. La transition depuis les calcaires massifs gris sous-jacents (équivalents lithologiques de la formation Chulec) est datée de la biozone à *G. raimondii* (Albien inférieur) par la présence de *Prolyelliceris* sp. Les sous-zones à *R. mathewsi*, *R. ulrichi* et *O. (O.) carbonarium* sont représentées par des dépôts bitumineux mais ceux-ci apparaissent beaucoup plus haut dans la série. **L'anoxie apparaît donc plus tôt que dans le reste des régions étudiées.**

La coupe de Yanarajo montre des témoins d'une activité à la fois volcanique et tectonique :

- un sill (filon-couche) de roche volcanique (banc 20);
- un «debris-flow» (banc 24);
- une zone slumpée (unité 27);
- des failles syn-sédimentaires (unités 43 à 47).

Une explication peut être le développement plus important de l'arc volcanique dans cette région. Un «seuil» est créé. Il conduit à l'isolement partiel de la rampe carbonatée. Les échanges avec le domaine marin diminuent. L'environnement de dépôt devient confiné.

Les autres régions étudiées n'apportent que peu de donnée sur des conditions tectoniques particulières pendant l'Albien, hormis pour le groupe Pullucana (tectonique distensive *sensu* Jaillard 1987, 1994). Le contexte paléogéographique général du Bassin Occidental péruvien semble assez homogène depuis sa limite nord jusqu'à la région des Andes centrales actuelles. Néanmoins, par cet exemple, nous devons envisager une organisation plus complexe et le développement de conditions locales particulières. L'échelle géographique de cette étude (plus de 1000 kilomètres en longitude) ne nous permet pas de commenter cette question plus en détail. Une observation beaucoup plus exhaustive serait nécessaire, tant du point de vue du «maillage» des coupes de terrain que de la sédimentologie de détail, à l'égal des travaux de Moulin (1989).

4.4. L'ÉVOLUTION SÉQUENTIELLE ET LES CORRÉLATIONS POTENTIELLES DES SÉRIES DE L'ALBIEN DU BASSIN ANDIN

Dans la zone d'arrière-arc (Bassin Andin), les effets de l'activité tectonique semblent faibles. Les dépôts de l'Albien inférieur et moyen ne montrent pas de déformations majeures, mis à part dans l'extrême Nord-Ouest du Pérou et le Sud-Est de l'Équateur (Massif des Amotape-Tahuin actuel) et des secteurs géographiques réduits (région de Yanarajo). À l'Albien supérieur apparaît une tectonique en compression dans les zones d'avant-arc et d'arc,

pendant que les régions d'arrière-arc demeurent en tectonique extensive, confirmée par une subsidence différenciée et des slumps, des failles syn-sédimentaires ou des dykes.

L'épaisseur des séries de l'Albien est très variable entre les différentes zones paléogéographiques du Bassin Andin (Wilson, 1963). Ces variations sont la conséquence de taux de subsidence inégaux. Dans le Bassin Occidental péruvien (domaine central de ce travail), cette subsidence correspond à un enfoncement du substratum donc à une création d'espace disponible. Elle joue le rôle d'amplificateur des variations eustatiques, et de déplacement des zones de faciès.

Nous considérons donc que les variations eustatiques du niveau de la mer sont le facteur principal de l'organisation séquentielle des séries de l'Albien dans les régions d'arrière-arc du Pérou et de l'Équateur.

Cette évolution des dépôts du Bassin Andin s'intègre ainsi dans le modèle de stratigraphie séquentielle développé par Vail *et al.* (1977), et actualisé par Van Wagoner *et al.* (1988), Sarg (1988), ou encore Emery & Myers (1996).

La terminologie utilisée est celle définie par Van Wagoner *et al.*, 1988), dont la nomenclature est : Surface de Transgression (ST, «transgressive surface»), Intervalle transgressif (IT, «transgressive systems tract»), maximum de transgression (mt, «maximum flooding surface»), Prisme de Haut-Niveau (PHN, «Highstand systems tract»), Limite de séquence de dépôt (LS, «Sequence boudanry»).

Nous proposons une approche de l'histoire séquentielle majeure des séries de l'Albien (grande extension géographique) : l'étude des paraséquences de dépôt est réalisée avec le maximum de détail pour chaque coupe de terrain mais les corrélations ne sont envisagées que pour un ordre supérieur.

Benavides Cáceres propose, en 1956, une étude des séries du Crétacé à l'échelle du Bassin Occidental péruvien. Cet auteur, suivi par d'autres, a envisagé une analyse corrélative des dépôts selon un axe Est-Ouest, afin de comprendre la géométrie des relations latérales des faciès et leur relation avec le substrat. Une observation selon un transect Nord-Sud, parallèle à la direction de l'arc volcanique et des structures d'arrière-arc (perpendiculaire à la vergence de la subduction), complémentaire des travaux antérieurs, est envisagée pour la première fois lors de ce travail.

La reconnaissance des séquences de dépôt se base sur la mise en évidence de surfaces clés (maximum de transgression, surfaces de transgression et de discordance) et sur l'évolution verticale et latérale des faciès. Les noms de formations sont néanmoins cités (entre parenthèse) pour faire le lien avec les descriptions sédimentologiques (voir partie 4.2) et dans un souci de lien avec les travaux antérieurs.

Cette partie se base sur les informations sédimentologiques décrites dans la partie qui lui est consacrée. Nous ne les exposerons donc pas en détail.

4.4.1. LES DISCONTINUITÉS SÉDIMENTAIRES

Dans le but de proposer un découpage séquentiel des dépôts de l'Albien, l'observation des surfaces d'interruption de la sédimentation est capitale. Une série de surfaces-clé a été mise en évidence à partir de divers critères :

- des surfaces durcies, riches en minéraux néoformés (glauconie, phosphates);
- des surfaces de dessiccation;
- des surfaces durcies bioturbées;
- des bird's eyes;
- des remaniements gravitaires et slumps;
- des ravinements et chenaux;
- des influx de minéraux détritiques : quartz et micas;
- des arrivées et des renouvellements de faunes.

Leur description est faite dans la partie consacrée à la sédimentologie des séries, développée plus haut. Elles sont mentionnées dans l'exposé de l'évolution séquentielle des dépôts qui suit.

4.4.2. LES SÉQUENCES DE DÉPÔT

4.4.2.1. La séquence N1 (non datée)

Uniquement observée sur la coupe du Pongo de Rentema, où de plus elle n'est malheureusement pas datée, la séquence N1 débute par un cortège transgressif. Ce dernier, témoin de l'éloignement de la source clastique, se caractérise par une rétrogradation des faciès depuis des dépôts gréseux fins à rides de vagues du «shoreface» inférieur vers des dépôts mixtes à intercalations carbonatées, jusqu'à un niveau d'argiles, marqueur du maximum d'inondation.

Le prisme de haut niveau progradant, sus-jacent, montre une régression des faciès depuis le «shoreface» inférieur jusqu'à la «breaker zone», attestée par le passage de grès fins à rides de vagues et de calcaires massifs vers des dépôts de type chenaux distributaires (milieu intertidal) puis des barres sableuses.

4.4.2.2. La séquence N2 (bio-horizon à *N. umbilicostatus* - intervalle stérile)

La séquence est datée dans la région de Cajamarca (Andes centre-nord). Les premiers mètres sont malheureusement masqués sur les coupes de Baños del Inca, de Tamberia Este et Oeste et du Pongo de Rentema où elle est décrite. Nous supposons toutefois qu'ils correspondent à des argiles sombres.

Sur la coupe de Baños del Inca (fig. 84), la séquence N2 débute par un intervalle transgressif, marqué depuis des dépôts de barres tidales vers des calcaires de rampe carbonatée. Les bancs gréseux suivants, riches en ammonites, caractérisent des niveaux condensés, typiques d'un épisode transgressif. Ils sont suivis par un empilement de paraséquences transgressives à riche faune de mer ouverte diversifiée (ammonites, foraminifères,...), oolithes et autres minéraux glauconieux. Sur la coupe du Pongo de Rentema, il se caractérise par un faciès de marnes gréseuses (fig. 86).

Le maximum d'inondation, daté du bio-horizon à *N. nicholsoni* sur les coupes de Tamberia Este et Oeste (fig. 71), est marqué par le passage d'argiles bitumineuses (coupes de Baños del Inca, fig. 84 et de Paria Puquio, fig. 85).

Les dépôts sus-jacents s'organisent en paraséquences de progradation caractéristiques d'un prisme de haut niveau.

BANOS DEL INCA (PÉROU). Formations Inca, Chulec, Pariatambo et Yumagual.

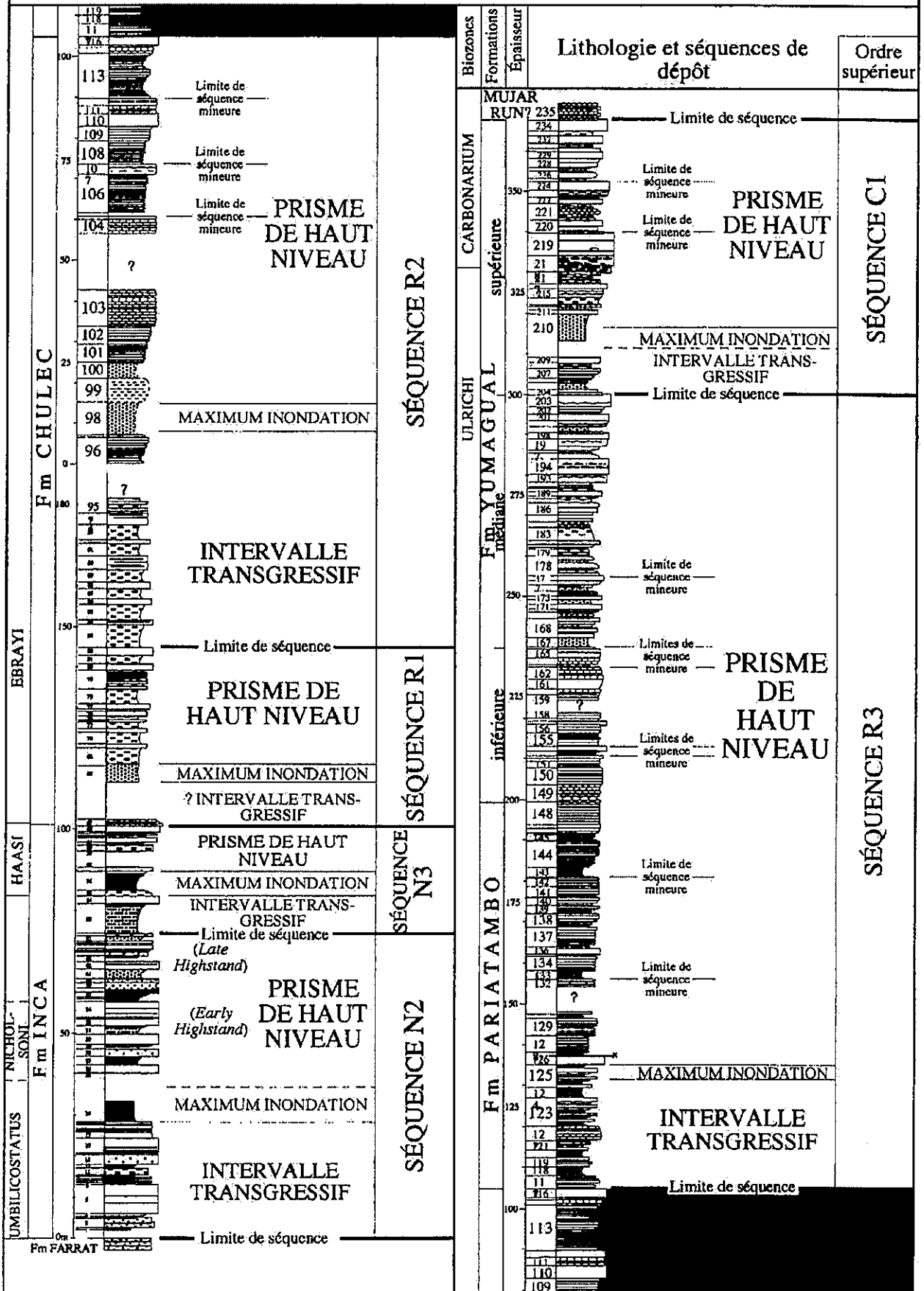


Figure 84. Coupe de Baños del Inca (Andes centre-nord). Succession lithologique, cortèges sédimentaires et séquences de dépôt.

À Baños del Inca (fig. 84), celles-ci sont de plus en plus fines vers le sommet et de plus en plus riches en dépôts détritiques (progradation des faciès). La coupe du Pongo de Rentema (fig. 86) montre des paraséquences progradantes montrant des bioturbations et une forte teneur en matière organique (confinement du milieu de dépôt par diminution de la tranche d'eau et baisse des courants marins). La coupe de Paria Puquio (fig. 85) montre la poursuite de paraséquences progradantes régulières. La faune est rare, comme nous l'observons sur la coupe de Baños del Inca (fig. 84). La fin de ce cortège est «daté» de l'intervalle stérile.

Vers le Sud, l'analyse de la séquence N2 dans les Andes centrales n'a pas été entreprise à cause des nombreuses lacunes de visibilité. On note toutefois que la série est plus épaisse. Elle mesure 150 mètres sur la coupe de Chulec alors qu'elle est constante autour de 90 mètres sur le reste du bassin. La subsidence est plus importante dans les régions méridionales à cette période.

Le Bassin Oriental du Pérou et de l'Équateur n'enregistre pas de sédimentation marine pendant cet intervalle de temps.

4.4.2.3. La séquence N3 (intervalle stérile - sous-zone à *P. ebrayi*)

L'intervalle transgressif de la base de la séquence N3 n'a pas révélé de faune. Il est mis en évidence sur la coupe de Baños del Inca (unité 53, fig. 84) par un niveau de marnes gréseuses. À Paria Puquio (fig. 85), on observe la présence de quartz et de micas détritiques dans des calcaires gréséo-glaucוניeux. La coupe du Pongo de Rentema montre un empilement de paraséquences carbonatées à faune variée de milieu ouvert (fig. 86).

Le maximum d'inondation est daté de la sous-zone à *P. haasi* grâce aux coupes de Baños del Inca (fig. 65) et du Pongo de Rentema (fig. 74). Celui-ci se caractérise par un intervalle argileux homogène (Baños del Inca, unité 56, fig. 84), par un pic de la quantité et de la diversité faunique (Paria Puquio, fig. 85), ou par le passage plus argileux de marnes et marno-calcaires «mudstones», organisés en une paraséquence de rétrogradation (Pongo de Rentema (fig. 86) et de Puente Zonanga). Elle se caractérise par des bases de paraséquences érosives et un faciès glauconieux sur la coupe de Chulec (fig. 87).

La fin de la séquence N3 correspond à un prisme de haut niveau, attesté par la superposition de paraséquences de progradation. La faune est peu abondante (coupes de Baños del Inca, fig. 84 et de Paria Puquio, fig. 85) voire absente (milieu plus proximal des Andes centrales). Ce prisme se termine par un niveau de nodules de grès sur les coupes de Baños del Inca et de Chinchin (fig. 71). La coupe de Paria Puquio enregistre un faciès mixte de calcaires gréseux glauconieux et d'argiles (type Formation Inca).

La partie supérieure du prisme de haut niveau, daté du bio-horizon à *P. ebrayi*, se caractérise par la diminution progressive de l'épaisseur des paraséquences. Un grand nombre d'ammonites est observé sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 86). Son sommet est marqué par une surface durcie sur la coupe de Chulec (fig. 87).

Il est important de noter que les faciès carbonatés bioclastiques (type Formation Chulec) apparaissent dès la base de la séquence N3 dans la région du Pongo de Rentema alors que les sédiments gréséo-carbonatés (type Formation Inca) se déposent encore dans les régions des Andes nord-est (Celendín) et centre-nord (Cajamarca). Ils mettent en évidence l'existence d'un diachronisme des faciès albiens transgressifs dans le Bassin Andin (voir discussion dans la partie 4.4.4.).

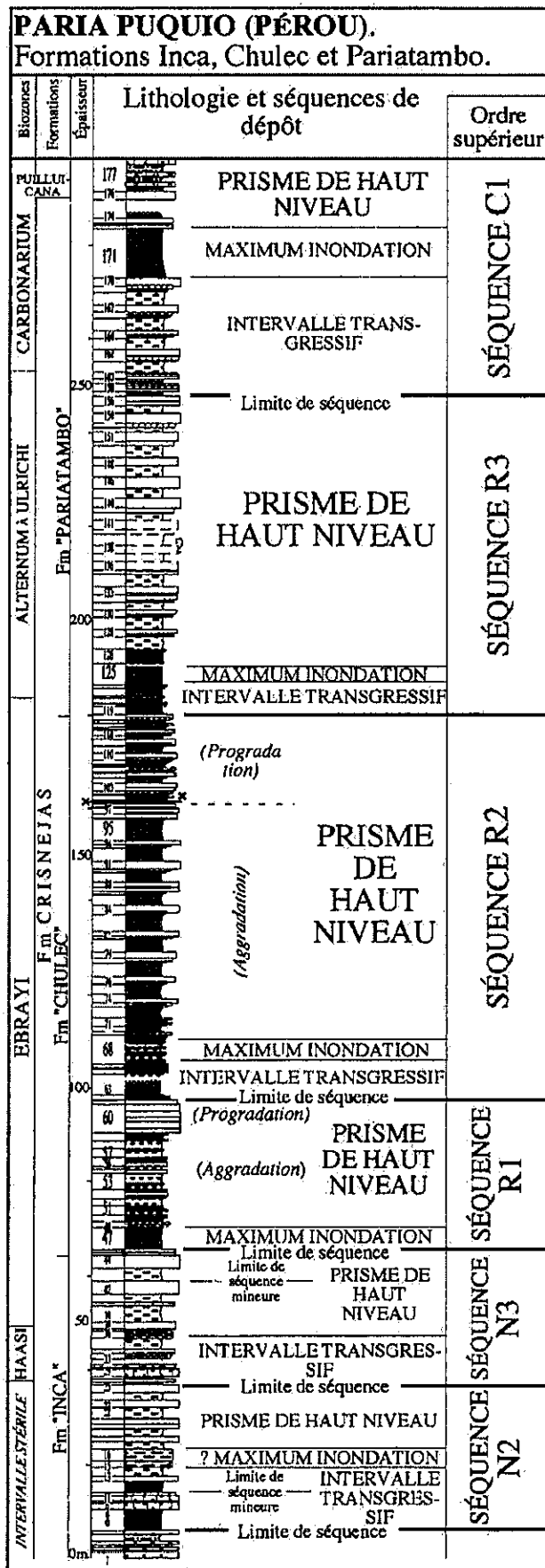


Figure 85. Coupe de Paria Puquio (Andes nord-est). Succession lithologique, cortèges sédimentaires et séquences de dépôt.

Problème de l'extension vers le seuil du Marañon des faciès gréso-carbonatés pendant la zone à *N. nicholsoni*

Benavides Cáceres (1956, p. 380) mentionne que la formation Inca est la première formation marine de la série albienne, mais qu'elle passe latéralement vers l'Est aux faciès du groupe Goyllarisquizga. La première transgression marine n'affecterait les bordures du seuil du Marañon que plus tard, lors du dépôt de la formation Chulec (= Crisnejas pour cet auteur dans ce secteur oriental).

À l'instar de López Aviles (1997), nous reconnaissons l'existence d'une sédimentation mixte gréso-carbonatée (proche des faciès de la formation Inca), à la base de la coupe de Paria Puquio. Ces dépôts sont intercalés entre les sédiments fluvi-deltaïques (groupe Goyllarisquizga) et carbonatés (formation Chulec). Ils semblent donc présents sur l'ensemble des aires paléogéographiques du Bassin Occidental péruvien (au moins jusqu'à la région des Andes centrales actuelles). La transgression marine de l'Albien inférieur semble affecter des régions assez proximales de sa bordure est.

4.4.2.4. La séquence R1 (bio-horizon à *P. ebrayi* - base bio-horizon à *R. alternum*)

Sa base est datée du bio-horizon à *P. ebrayi* sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 86).

Elle débute par un intervalle transgressif, attesté par une vire de marnes argileuses homogènes sur l'ensemble des coupes des Andes du Nord. Dans les Andes centrales (coupe de Chulec, fig. 87), celui-ci est marqué par la transition rapide vers des calcaires fins noduleux et bioclastiques, à faune variée de mer ouverte. La coupe de Paria Puquio (fig. 85) a livré des ammonites, alors que ce cortège est azoïque sur les autres coupes du Bassin Occidental péruvien (? faune déplacée vers des régions plus proximales). Il est masqué par une lacune de visibilité sur la coupe de Baños del Inca (fig. 84).

Daté du bio-horizon à *P. ebrayi* sur les coupes de Paria Puquio (fig. 85) et du Pongo de Rentema (fig. 86), le maximum d'inondation est marquée par la présence de très nombreux ammonites et oursins sur les coupes de Baños del Inca et de Chulec.

Le prisme de haut niveau sus-jacent, composé de paraséquences de progradation, montre la présence d'une faune de milieu ouvert (coupes des Andes nord; Chinchin, fig. 71). Sur la coupe de Paria Puquio (fig. 85), ce cortège se termine par la brusque progradation des faciès depuis des marnes calcaires et calcaires «mudstones» noduleux (faciès hémipélagique) vers des calcaires massifs bioclastiques dans un système de rampe carbonatée.

L'épaisseur de la série est beaucoup plus grande dans les Andes centrales (fig. 89). La série se compose de calcaires bioclastiques massifs, de rampe carbonatée (voir partie consacrée à la sédimentologie). Leur environnement de dépôt est donc situé plus haut sur la bordure du Bassin, où l'accumulation biogénique est maximale. Par contre, la coupe de Chulec n'a pas livré de fossiles marqueurs. La distinction des séquences est contrainte par la datation des séquences supérieures et par les corrélations séquentielles (fig. 89), et doit être considérée avec prudence.

PONGO DE RENTEMA (PÉROU). Formations Inca, Chulec et Pariatambo et Groupe Pullucana.

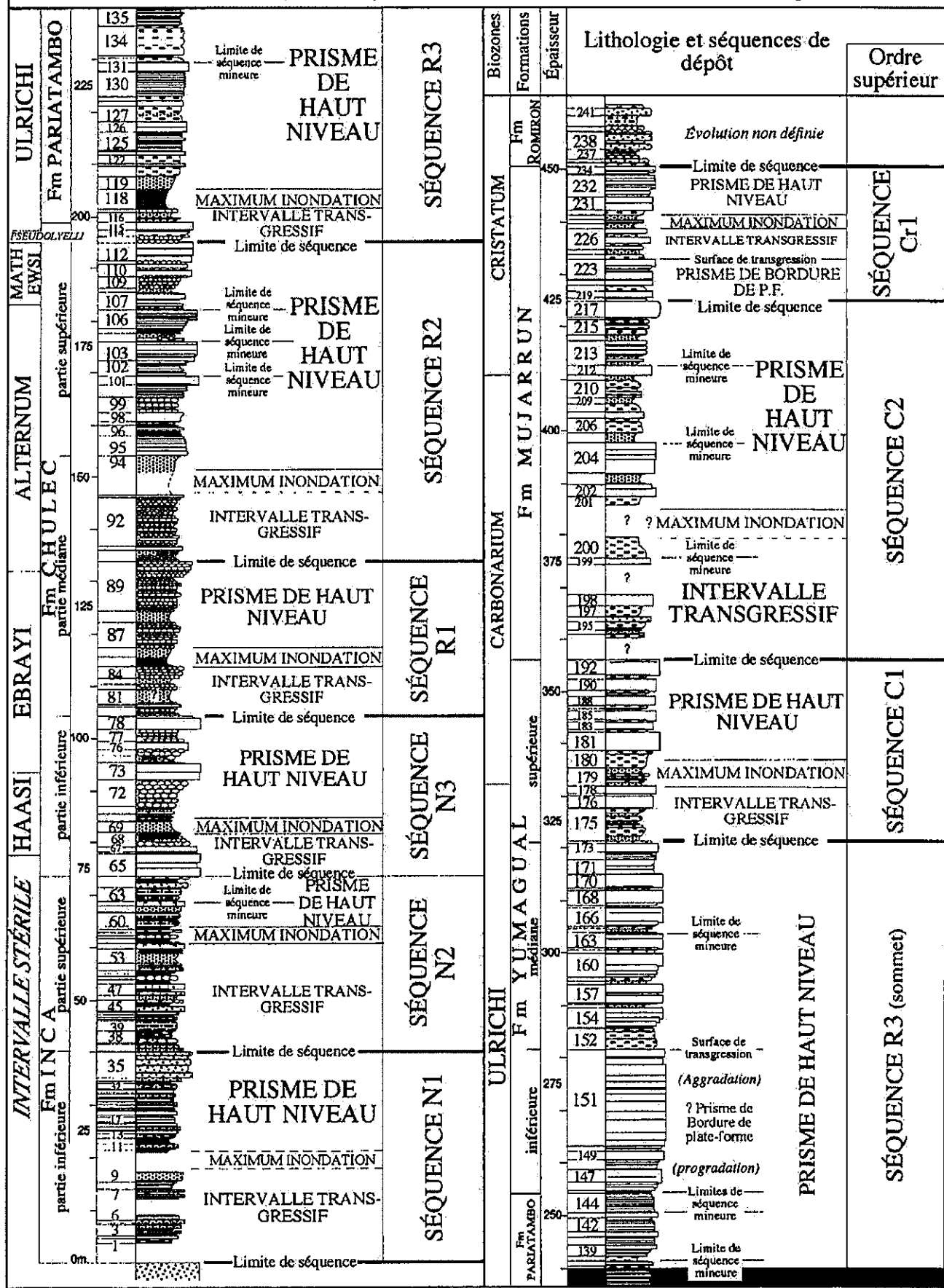


Figure 86. Coupe du Pongo de Rentema (Andes nord). Succession lithologique, cortèges sédimentaires et séquences de dépôt.

4.4.2.5. La séquence R2 (bio-horizon à *R. alternum* - base sous-zone à *R. mathewsi*)

L'intervalle transgressif basal est constitué de paraséquences transgressives de rétrogradation des faciès. Ces niveaux contiennent une faune variée de milieu ouvert (ammonites, oursins) sur les coupes du Pongo de Rentema (fig. 86), de Tamberia Este et Oeste. Ce cortège est très réduit sur la coupe de Paria Puquio (fig. 85 et 89), mais ces niveaux sont mal datés, et l'interprétation proposée doit être considérée avec précaution. On peut toutefois envisager l'hypothèse de niveaux condensés liés à la position haute de cette région. Cet intervalle se caractérise par des bases de séquences érosives et la présence de quartz détritique sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 87).

Il est scellé par un maximum d'inondation attesté par une intercalation de marnes, localement très riches en ammonites et autres organismes variés (coupe de Quebrada Geshgash, fig. 87), daté du bio-horizon à *R. alternum* sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 86).

L'évolution séquentielle se poursuit par le retour à des paraséquences de progradation et vers des faciès bioclastiques de rampe carbonatée distale. La diversité faunique est faible. On observe des pics de transgression mineurs épisodiques, riches en ammonites (coupes du Pongo de Rentema, fig. 86 et de la Quebrada Geshgash, fig. 87).

L'épaisseur des sédiments déposés pendant la séquence R2 diminue progressivement vers le Nord du bassin (fig. 89). Son maximum est enregistré sur la coupe de Baños del Inca. Cette observation, déjà mise en évidence par Wilson (1963), indique une vitesse de subsidence plus importante pour la région actuelle des Andes centre-nord (Cajamarca) pendant l'Albien inférieur terminal et l'Albien moyen.

Sur la bordure ouest du Bassin Oriental, cette période marque l'arrivée des premiers dépôts marins transgressifs sur les grès fluviodeltaïques crétacés (formation Agua Caliente). Les premiers dépôts gréseux (Grès de base) n'ont pas livré de faune. Néanmoins, les dépôts carbonatés sus-jacents sont datés de la sous-zone à *R. mathewsi*. Les premiers dépôts marins sont donc considérés comme d'âge *R. mathewsi* ou plus ancien. Par corrélation faciologique avec les dépôts gréso-carbonatés du Bassin Occidental péruvien, les grès de la base de la coupe du Pongo de Manseriche (fig. 88) sont interprétés comme caractéristiques de la partie inférieure de l'intervalle transgressif (présence de remaniements, quartz et micas détritiques) de la séquence R2. Le maximum d'inondation sus-jacent consiste en des calcaires noduleux fins à nombreux bivalves.

La base du prisme de haut niveau de la séquence R2, organisée en paraséquences progradantes épaisses empilées (base d'un «Late Highstand») est datée du sommet du bio-horizon à *R. alternum* sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 86). Elle contient une forte teneur en matière organique (? remontée d'eaux pauvres en oxygène).

Sur la coupe du Pongo de Manseriche (fig. 88), le prisme de haut niveau se termine par des paraséquences progradantes de plus en plus minces et des faciès plus bioclastiques («Highstand prograding wedge»). Ce cortège est très réduit sur la coupe de Paria Puquio (figs. 85 et 89) mais il se caractérise par des paraséquences progradantes typiques du «Late Highstand».

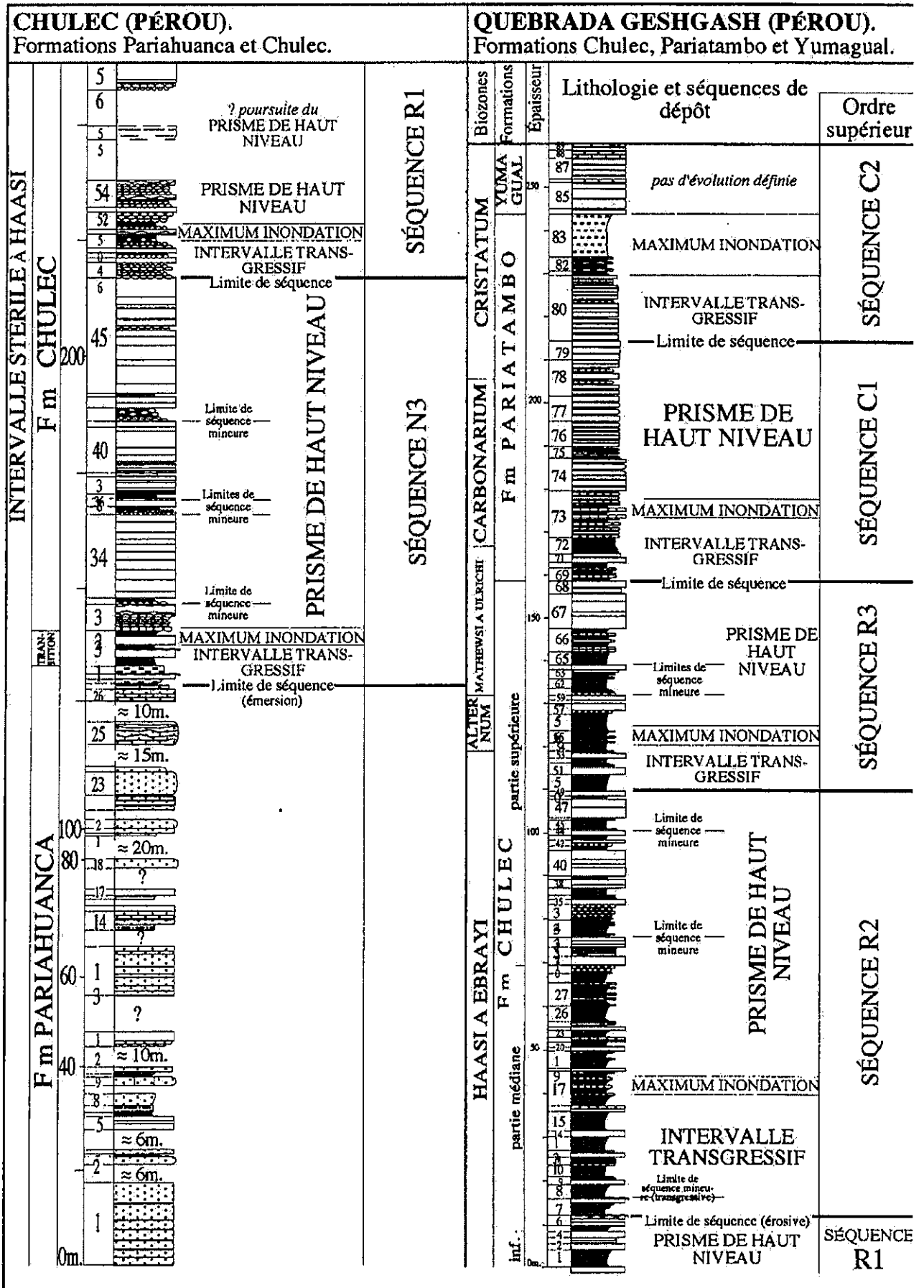


Figure 87. Coupes de Chulec et de la Quebrada Geshgash (Andes centrales). Succession lithologique, cortèges sédimentaires et séquences de dépôt.

4.4.2.6. La séquence R3 (sous-zone à *R. mathewsi* - sous-zone à *R. ulrichi*)

Elle débute par un nouvel intervalle transgressif peu épais, composé d'une aggradation de paraséquences rétrogradantes, très riches en ammonites et autres faunes de milieu ouvert.

Il se caractérise par une augmentation de la richesse faunique pour aboutir au maximum d'inondation majeur, enregistré sur l'ensemble du Bassin Andin, que l'on corrèle avec le pic de transgression de la séquence A14 de Hardenbol *et al.* (1998), daté de 106.18 Ma (fig. 90).

Ce maximum d'inondation est matérialisé par un faisceau de marnes argileuses homogènes, localement associées à des calcaires noduleux fins. Il se caractérise par le développement de conditions anoxiques qui déterminent le dépôt d'argiles bitumineuses dans les régions les plus profondes du bassin (coupes de Baños del Inca, fig. 84 et du Pongo de Rentema, fig. 86). On le corrèle avec l'«oceanic anoxic event» de Jenkyns (1980).

Par contre, les Andes centre-nord (coupe de Paria Puquio, fig. 85) et les Andes centrales (coupe de la Quebrada Geshgash, fig. 87) n'enregistrent pas cet étagement de la tranche d'eau (position plus haute). Ce pic transgressif s'accompagne des maxima de diversité et de quantité d'ammonites observés dans les séries de l'Albien du Bassin Occidental péruvien et par extension, du Bassin Andin.

L'épaisseur des niveaux représentant le maximum d'inondation est assez constante sur l'ensemble du Bassin Andin. Cette accélération de la transgression diminue l'influence de la subsidence sur l'organisation des dépôts à l'échelle du bassin.

Le sommet de la séquence R3 se caractérise par un prisme de haut niveau, très épais dans certaines parties du bassin. Les différences d'épaisseur semblent être la conséquence d'accélération locales de la subsidence. Des intervalles transgressifs mineurs apparaissent de manière épisodique.

La progradation des faciès est très nette sur l'ensemble du Bassin. Le sommet de ce cortège se caractérise souvent par des calcaires massifs bioclastiques. La diversité faunique y est faible. Ces bancs massifs sont agencés localement de manière agradante au sommet de ce cortège (coupe du Pongo de Rentema, fig. 86). Ils pourraient correspondre à des prismes de bordure plate-forme, intercalés au-dessus d'une limite de séquence mineure, dans une évolution progradante de haut niveau marin de plus grande échelle.

À partir de la séquence R3, la série de la coupe du Pongo de Manseriche (fig. 88) montre de nombreuses lacunes d'observation et une fracturation assez importante. Son étude en termes de séquences de dépôt est délicate. On considère néanmoins que la partie supérieure de la séquence R3 caractérise un prisme de haut niveau (paraséquences de progradation), dont le «paquet» gréseux intercalé (unité 55) pourrait être interprété comme la fin, liée à la progradation des faciès.

L'épaisseur des sédiments déposés pendant la séquence R3 est très variable. Elle traduit la différence des vitesses de subsidence selon les aires paléogéographiques du Bassin Andin (fig. 89). Les régions du Sud (Andes centrales) et de la bordure est (coupe de Paria Puquio) présentent des séries relativement peu épaisses. La région de Baños del Inca, et dans une moindre mesure celle du Pongo de Rentema, sont les témoins d'une subsidence importante.

L'épaisseur de la série sur la coupe du Pongo de Manseriche est à considérer avec précaution (difficultés d'observation).

PONGO DE MANSERICHE (PÉROU).
Formation Chonta inférieure.

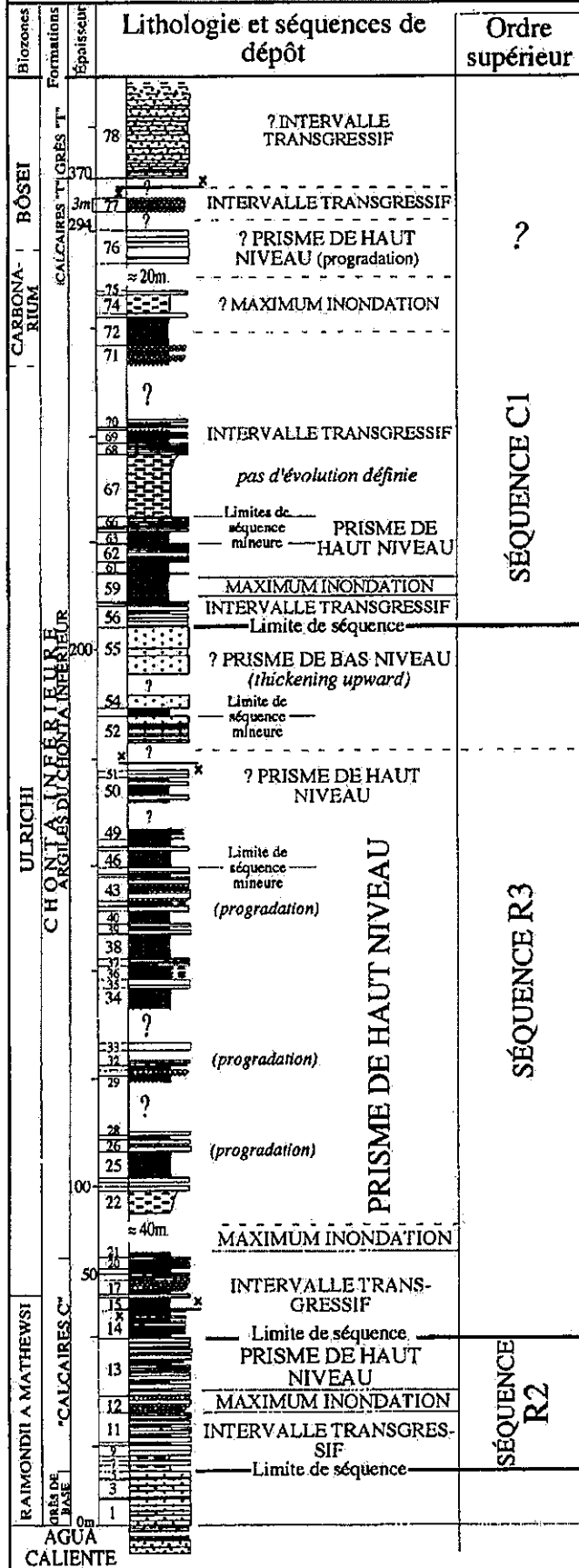


Figure 88. Coupe du Pongo de Manseriche (Pérou nord). Succession lithologique, cortèges sédimentaires et séquences de dépôt.

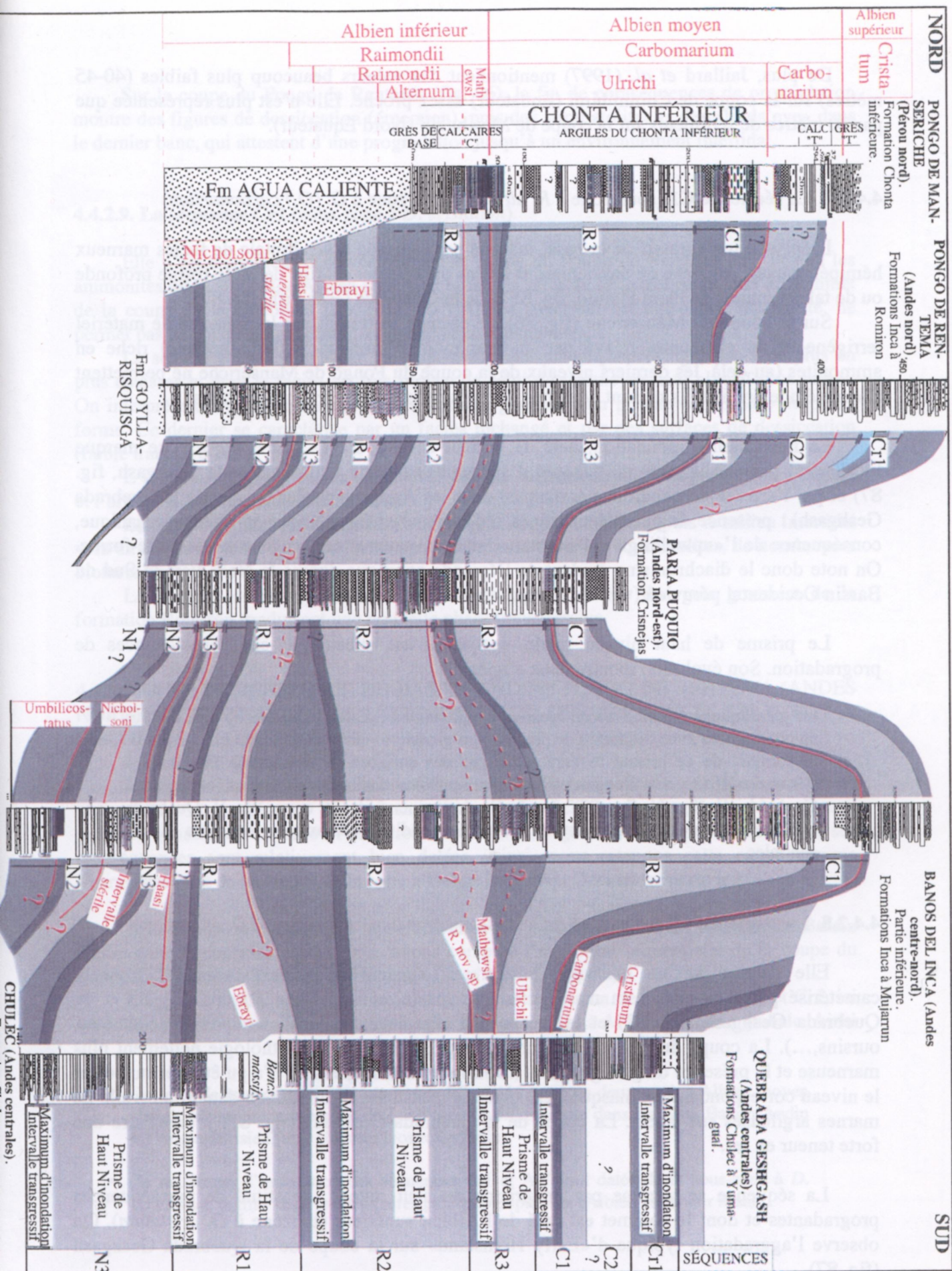


Figure 89. Corrélations des séquences de dépôt dans le Bassin Andin (Pérou) selon un transect Nord-Sud. Les coupes retenues sont chacune représentatives des 5 régions définies dans cette thèse.

De plus, Jaillard *et al.* (1997) mentionnent des valeurs beaucoup plus faibles (40-45 mètres) sur la coupe de Chinimbimi (Équateur) assez proche. Elle n'est plus représentée que par 20 mètres de sédiments sur la coupe de Misahualli (Nord Équateur).

4.4.2.7. La séquence C1 (sous-zone à *R. ulrichi* - sous-zone à *O. (O.) carbonarium*)

L'épisode transgressif de la base, marqué par l'arrivée assez brutale de faciès marneux hémipélagiques, est riche en ammonites et autres organismes marins de plate-forme profonde ou de talus (coupes de Paria Puquio, fig. 85 et de la Quebrada Geshgash, fig. 87).

Sur la coupe de Manseriche (fig. 88), ce cortège se traduit par la présence de matériel terrigène et de glauconie, relayé par un maximum d'inondation (hypothétique) riche en ammonites (au-delà, les derniers niveaux de la coupe du Pongo de Manseriche ne permettent aucune étude précise. Ils ne sont donc pas discutés dans les paragraphes suivants).

Le maximum d'inondation, daté de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium*, se marque localement par une importante quantité d'ammonites (coupe de la Quebrada Geshgash, fig. 87) et par l'arrivée de conditions anoxiques dans les Andes centrales (coupe de la Quebrada Geshgash) : présence de pyrite (conditions réductrices) et forte teneur en matière organique, conséquence de l'«upwelling» qui remonte des eaux pauvres en oxygène sur la plate-forme. On note donc le diachronisme évident de l'épisode anoxique depuis le Nord vers le Sud du Bassin Occidental péruvien (voir discussion dans la partie 4.4.4.).

Le prisme de haut niveau marin sus-jacent est attesté par ses paraséquences de progradation. Son évolution montre deux étapes :

- les paraséquences sont d'abord épaisses et agradantes («Early Highstand») puis de plus en plus minces avec des faciès de plus en plus grossiers («Late Highstand»);
- le sommet de ce prisme se caractérise par des surfaces de dessiccation (tendance à l'émersion) (coupe du Pongo de Rentema, fig. 86) et des surfaces durcies (coupe de la Quebrada Geshgash, fig. 87). Le faciès bitumineux de la coupe de la Quebrada Geshgash atteste de la poursuite locale de conditions anoxiques dans les Andes centrales.

4.4.2.8. La séquence C2 (sous-zone à *O. (O.) carbonarium* - sous-zone à *D. cristatum*)

Elle débute par un intervalle transgressif agencé en paraséquences cycliques et caractérisé par l'apparition en masse d'ammonites (coupe de Paria Puquio, fig. 85 et de Quebrada Geshgash, fig. 87) et la présence d'organismes de milieu ouvert (inocérames, oursins,...). La coupe du Pongo de Rentema (fig. 86) montre une lithologie nettement plus marneuse et la présence de grès grossiers (la surface de transgression n'a pu être reconnue car le niveau correspondant est masqué). On place le maximum d'inondation dans l'intervalle de marnes argileuses sus-jacent. La coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 87) y enregistre une forte teneur en fer.

La séquence se termine par un prisme de haut niveau, constitué de paraséquences progradantes et dont le sommet est daté de l'Albien supérieur (biozone à *D. cristatum*). On observe l'aggradation typique d'«Early Highstand» sur la coupe de la Quebrada Geshgash (fig. 87).

Sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 86), la fin de paraséquences de progradation montre des figures de dessiccation (émersion), puis des stromatolites et des «birds'eye» dans le dernier banc, qui attestent d'une progradation jusqu'à un environnement intertidal.

4.4.2.9. La séquence Cr1 (sous-zone à *D. cristatum*)

Elle n'est clairement observée que sur la coupe du Pongo de Rentema (fig. 86) où les ammonites donnent un âge Albien supérieur basal. En effet, la série très monotone du sommet de la coupe de la Quebrada Geshgash, où l'Albien supérieur est également représenté, ne permet pas de correctement identifier le découpage séquentiel.

La séquence Cr1 débute par un empilement des paraséquences aggradantes de plus en plus épaisses et dont le faciès est très proche de celui du prisme de haut niveau sous-jacent. On interprète cet agencement comme le passage graduel à un prisme de bordure de plate-forme. Ce dernier se caractérise par un faciès inchangé et par des surfaces de dessiccation (faible tranche d'eau).

L'intervalle transgressif se caractérise par une augmentation de la proportion d'argiles et l'arrivée d'une faune de mer ouverte.

Le prisme de haut niveau montre une progradation des faciès depuis le milieu intertidal vers un environnement de plate-forme proximale, attesté par les stromatolites, de nombreuses bioturbations et des terriers.

Le sommet de la séquence Cr1 est marqué par l'arrivée des grès grossiers de la formation Romirón, traduisant une nouvelle phase transgressive.

4.4.3. COUPE DE RÉFÉRENCE DU BASSIN ANDIN : PONGO DE RENTEMA (ANDES NORD). SA POSITION DANS L'ORGANISATION DES SÉQUENCES DE DÉPÔT À L'ÉCHELLE DU GLOBE (fig. 90)

La coupe du Pongo de Rentema montre une grande qualité de l'enregistrement sédimentaire et la présence d'une faune d'ammonites riche et variée. Hormis les niveaux gréso-carbonatés de la base (Formation Inca), sa stratigraphie est bien contrainte et ses paraséquences sont relativement bien datées. Ainsi, nous retenons cette coupe comme l'enregistrement de référence de la série albienne du Bassin Occidental péruvien.

Afin de mieux comprendre le déroulement de la sédimentation de l'Albien du Bassin Andin dans le contexte global, nous avons comparé l'évolution séquentielle de la coupe du Pongo de Rentema à la charte de Hardenbol *et al.* (1998) (fig. 90).

Il apparaît en particulier que les maxima de transgression des séquences R2 et Cr1, ici reconnus, peuvent être corrélés avec ceux des séquences A14 à A17 de la charte globale. Ainsi :

- les pics de transgression des séquences R2 et A14 ont tous deux un âge Albien moyen basal, attesté par la présence de *Lyelliceras lyelli*, présente dans les deux Bassin Andin et Anglo-Parisien (voir chapitre biostratigraphie);
- le maximum d'inondation des séquences Cr1 et A17 sont datés de la sous-zone à *D. cristatum*, définie dans les deux aires paléogéographiques (Albien supérieur basal).

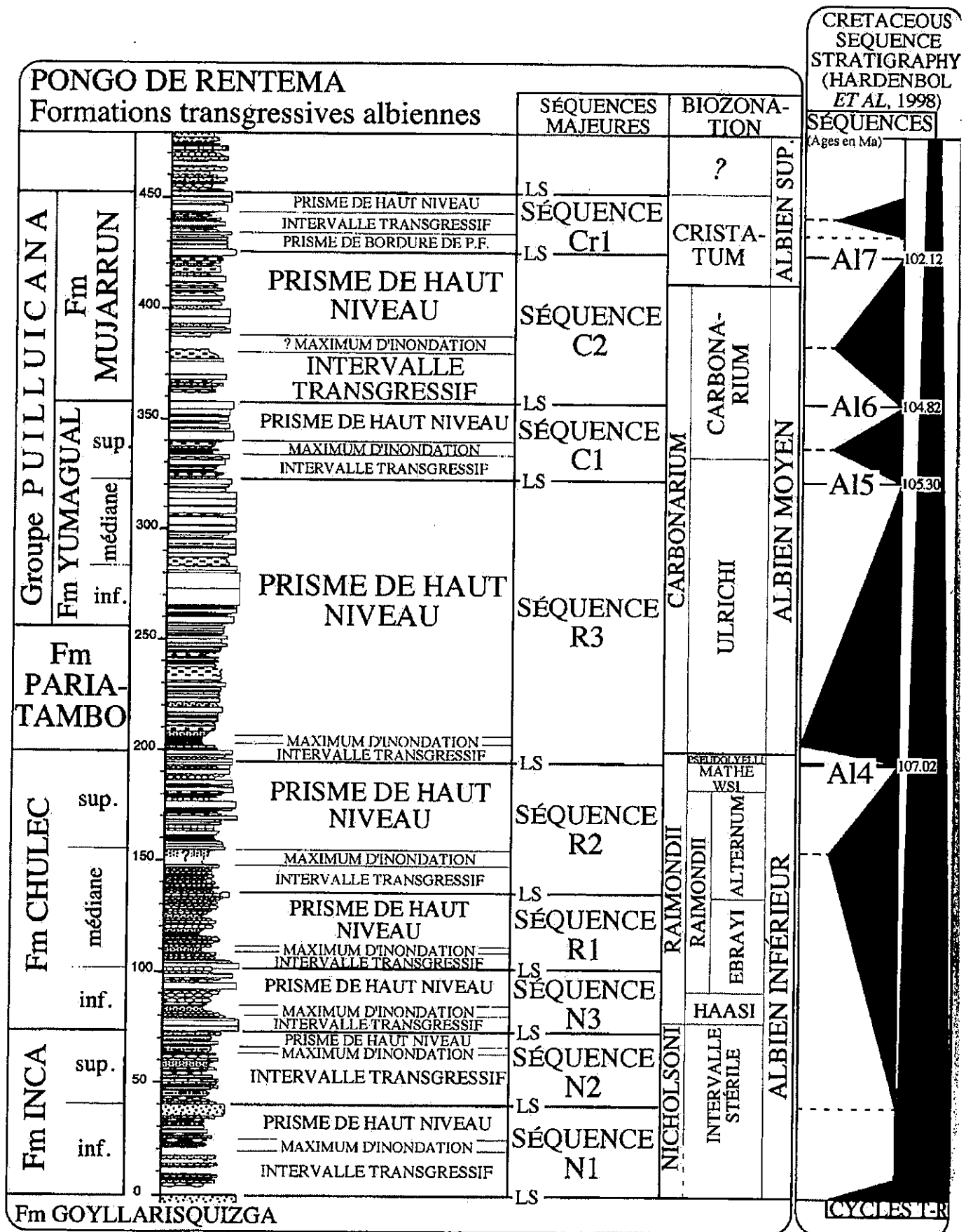


Figure 90. Coupe de référence du Bassin Andin : Pongo de Rentema. Synthèse des séquences de dépôt majeures et comparaison avec celles de la charte élaborée par Hardenbol *et al.* (1998).

Au-delà, les séquences C1 et C2, intercalaires, sont biostratigraphiquement proches des séquences A15 et A16 définies par Hardenbol *et al.* (1998). Elles sont en effet respectivement datées de la partie moyenne et supérieure de l'Albien moyen. Néanmoins, à la différence des séquences mentionnées ci-dessus, leur équivalence ne peut être attestée par la présence de taxons marqueurs communs.

L'organisation des séquences de dépôt de la base de la série, d'origine mixte carbonatée et détritique, est plus difficile à définir. La comparaison avec l'évolution proposée par Hardenbol *et al.* (1998) n'a pas tentée.

4.4.4. LE DIACHRONISME DES SÉRIES TRANSGRESSIVES DE L'ALBIEN (fig. 91)

4.4.4.1. La transgression des dépôts à sédimentation mixte (formations Inca et Pariahuanca et membre des «Grès de base»)

Dans le Bassin Ouest Péruvien, le sommet des séries fluviodeltaïques du groupe Goyllarisquizga et de la Formation Carhuaz est attribué à l'Aptien au sens large. La transition avec les formations Inca et Pariahuanca, bien que mal datée, est considérée postérieure à l'Aptien.

Lors de ce travail, nous n'avons pas rencontré d'ammonites dans la formation Pariahuanca sur la coupe de Chulec ou sur d'autres secteurs étudiés (non présentés ici). Même si, comme nous l'indiquons dans la partie 4.2, plusieurs auteurs citent des *Neodeshayesites* sp. dans cette formation Pariahuanca; la base de la formation n'est pas datée à ce jour.

Les tous premiers bancs de la formation Inca n'ont pas livré d'ammonites. Néanmoins, la coupe de Baños del Inca contient une faune dominée par *Neodeshayesites umbilicostatus* dans son tiers inférieur. Les autres coupes de la Formation Inca ne sont fossilifères que dans sa moitié supérieure voire sommitale. Dans le secteur de Cajamarca, la base de la Formation Inca est datée, par extrapolation, de la base de la zone à *N. nicholsoni* de la partie moyenne de l'Albien inférieur (équivalent de la partie inférieure de la zone à *Mammillatum* européenne).

Au Pérou, la base des formations Inca et Pariahuanca est donc attribuée à l'intervalle Albien inférieur basal - Albien inférieur moyen. Nous ne pouvons être plus précis dans l'état actuel de nos connaissances.

En Équateur, les «Grès de base», équivalents faciologiques, sont datés de l'Albien inférieur sur la coupe de Chinimbimi et de la partie supérieure de l'Albien moyen à Misahuallí (Bulot, 1995; Jaillard *et al.*, 1997). Les dépôts grésocarbonatés de la base de la transgression albiennaise sont donc nettement diachrones entre les Bassins Ouest et Est Andins. Ils sont aussi considérés comme probablement diachrones dans le Bassin Occidental mais aucun argument ne l'atteste à ce jour (fig. 91).

4.4.4.2. La transgression des formations marines *sensu stricto* (formations Chulec et Calcaires C)

La conjugaison de la biostratigraphie et des corrélations séquentielles permet de mieux dater les premières formations marines, représentées par les calcaires fossilifères de la Formation Chulec dans les différentes régions du Bassin Occidental.

Ces dépôts débutent à la base de la sous-zone à *P. haasi* dans les Andes nord (région de Jaen / Bagua Chica). Ils sont datés de la transition entre la sous-zone à *P. haasi* et le bio-horizon à *P. ebrayi* dans la région de Cajamarca / Cajabamba et du bio-horizon à *P. ebrayi* seul sur la coupe de Paria Puquio (Andes centre-nord). Dans le Sud de la zone étudiée

(Quebrada Geshgash), ils ne sont pas datés. Mais la corrélation du maximum d'inondation (fig. 89) indique un âge probable de la base de la sous-zone à *P. haasi*.

Les dépôts marins carbonatés bioclastiques («formation Chulec») sont donc diachrones dans le Bassin Occidental péruvien. Ils sont présents dès la base de la sous-zone à *P. haasi* dans le Nord-Ouest puis viennent en «onlap» vers le Sud et sur la bordure du seuil positif du Marañón (fig. 91).

L'âge de cette transgression reste discuté pour les Andes centrales.

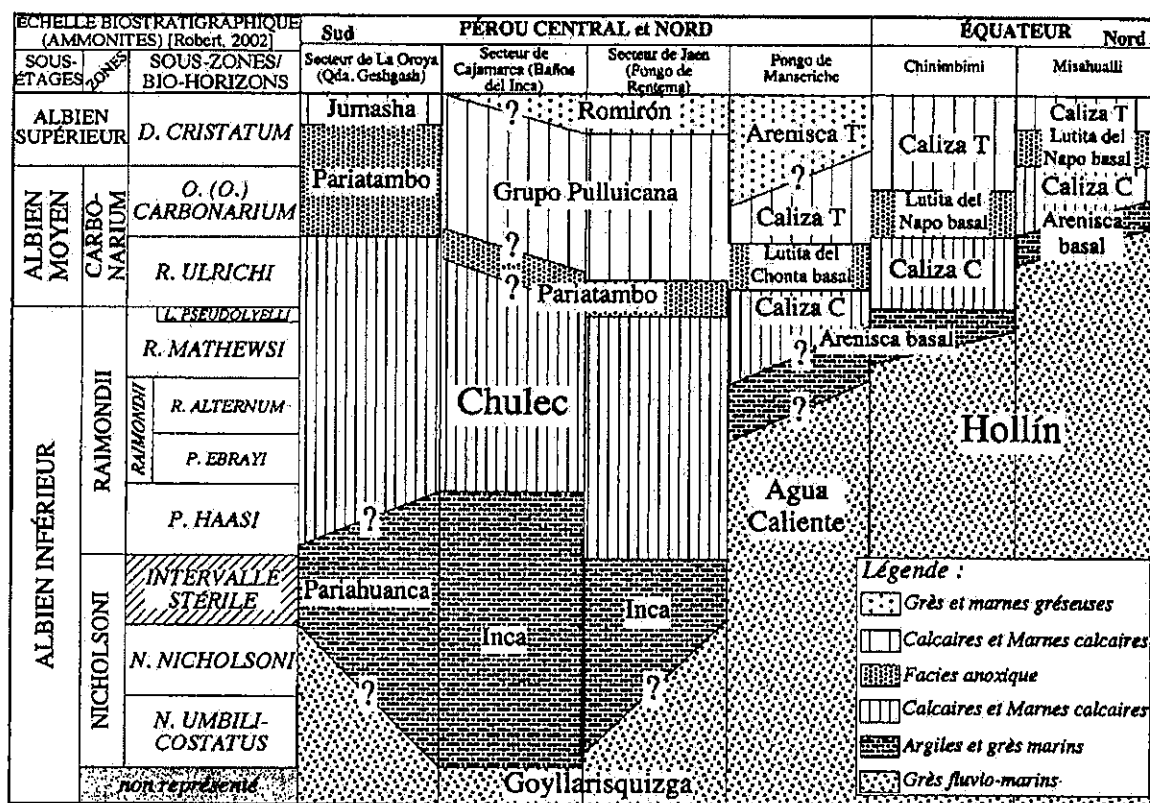


Figure 91. Répartition des formations dans le cadre stratigraphique de l'intervalle Albien inférieur - Albien supérieur basal. Il est important de noter le caractère diachrone des faciès successifs.

4.4.4.3. La transgression des dépôts anoxiques (formations Pariatambo et Argiles du Chonta inférieur)

Les dépôts anoxiques sont également diachrones à l'échelle du Bassin Occidental (fig. 91).

Les dépôts bitumineux de l'Albien inférieur de la coupe de Yanarajo (Andes centre-nord) sont considérés comme singuliers. Ils seraient la conséquence d'un isolement partiel de la rampe carbonatée par le développement local plus important d'édifices volcaniques.

Dans les régions profondes du Bassin Ouest, les dépôts bitumineux apparaissent à la transition Albien inférieur - Albien moyen (bio-horizon à *L. pseudolyelli* - sous-zone à *R. ulrichi*). On les retrouve à la base de l'Albien moyen (sous-zone à *R. ulrichi*) sur la bordure du Bassin Oriental (Pongo de Manseriche). Ils sont datés de la base de la sous-zone à *O. (O.) carbonarium* dans les Andes centrales (Quebrada Geshgash). Ils apparaissent à la base de l'Albien supérieur sur la bordure nord du Bassin «Oriente» de l'Équateur (Misahuallí).

Aucune trace évidente d'une tectonique importante n'a été mise en évidence en dehors de la région de Yanarajo, même si cette hypothèse ne peut être totalement exclue (l'échelle géographique de ce travail contraint à la prudence). Le diachronisme de ces épisodes anoxiques à l'échelle du Bassin Andin semble donc lié à l'eustatisme et/ou à la topographie du bassin. Ils apparaissent d'abord dans le Nord-Ouest du Bassin Occidental puis se déplacent d'une part vers les régions méridionales et d'autre part vers le Bassin «Oriente» (fig. 91).

L'origine de ces dépôts est la remontée d'eaux profondes pauvres en oxygène qui créent des conditions anoxiques sur les plates-formes. Ils sont la conséquence d'une importante transgression. Leur diachronisme est le témoin du déplacement vers la bordure du pic majeur de la transgression dans le Bassin Andin.

4.5. SYNTHÈSE

Dans le Bassin d'Arrière-arc de la zone de subduction péruvienne, l'étage Albien est marqué par le début d'une transgression majeure de deuxième ordre qui atteindra son paroxysme au Turonien. Plusieurs phases transgressives se succèdent. L'évolution de cette transgression est irrégulière. Des paraséquences de dépôt liées aux transgressions et régressions mineures sont mises en évidence. Elles influent sur la nature et la géométrie des sédiments qui se déposent.

Une première transgression, qui débute à la base de la biozone à *N. nicholsoni* (Albien inférieur), entraîne le dépôt de sédiments grés-carbonatés sur l'ensemble du Bassin Occidental (formations Inca et Pariahuanca). Le Bassin «Oriente» n'enregistre pas cette sédimentation marine mixte. Les bordures nord et sud du Bassin Ouest enregistrent le dépôt de grès glauconieux et de grès grossiers de barres tidales, et dans les régions plus centrales, se déposent des grès grossiers, des barres oolithiques et des calcaires de rampe carbonatée distale. La sédimentation se poursuit de manière différenciée. Les dépôts grés-carbonatés perdurent jusqu'au bio-horizon à *P. ebrayi* dans le centre du bassin et le contrefort du seuil du Marañón, alors que le Nord et le Sud enregistrent des séries carbonatées marines (formation Chulec) dès la sous-zone à *P. haasi*. La poursuite de la transgression va généraliser ces faciès calcaires sur l'ensemble du Bassin Occidental péruvien et permettre le début de la sédimentation de formations marines sur la bordure ouest du Bassin «Oriente» du Pérou et de l'Équateur (formation Napo basal).

À la base de l'Albien moyen, un pic de transgression étend les conditions anoxiques, apparues dès l'Albien inférieur dans des aires restreintes, aux parties centrales du Bassin Ouest. Il est associé à l'arrivée d'une riche faune d'ammonites sur les régions les plus proximales de la rampe. À partir de la sous-zone à *R. ulrichi* (partie inférieure de l'Albien moyen), ce bassin est le siège du développement de plates-formes carbonatées (formations Yumagual, Jumasha et groupe Pulluicana). La sous-zone à *O. (O.) carbonarium* voit apparaître un épisode anoxique dans le Sud du Bassin Occidental péruvien (voir coupe de Quebrada Geshgash), alors que les faciès de plate-forme sont ennoyés dans les régions plus septentrionales (formation Mujarrún).

La base de l'Albien supérieur (biozone à *D. cristatum*) enregistre la fin de la prédominance des séries carbonatées et le retour à des dépôts mixtes à forts apports terrigènes fins (formation Mujarrún).

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'objectif central de cette étude était l'élaboration d'une biozotation par ammonites de l'Albien de la partie péruvienne du Bassin Andin. Sur la base d'une méthodologie identique, nous avons tenté d'atteindre une précision proche des standards biostratigraphiques établis dans les secteurs de référence que sont les Bassins Vocontien et Anglo-Parisien.

Au Pérou, ce thème n'avait plus été abordé depuis 45 ans et les travaux de Benavides Cáceres (1956). Nous avons suivi les différentes étapes d'une étude biostratigraphique classique, qui comprend une collecte exhaustive de faunes (en l'occurrence d'ammonites), leur analyse systématique puis une tentative d'interprétation de la succession de leurs associations tenant compte des facteurs paléobiogéographiques, environnementaux, tectoniques, etc...

Cette étude est donc basée sur un travail de terrain, centré sur le levé de nombreuses coupes (ici très épaisses).

La détermination des ammonites récoltées a été associée à une révision de l'ensemble des collections de l'Albien du Pérou, ainsi qu'à l'étude des collections historiques les plus importantes de l'Albien du Texas et de Californie. Devant l'hétérogénéité qualitative et quantitative des associations fauniques observées, l'étude paléontologique a été abordée de manière empirique.

De nombreuses données nouvelles, notamment taxinomiques et phylogéniques, ont ainsi été recueillies et interprétées (voir chapitre 3). Nous citerons en particulier la réhabilitation des genres *Glottoceras* et *Ralphimlayites*, la première mention au Pérou de plusieurs espèces colombiennes, européennes et texanes, et la tentative d'interprétation des phylums des Engonoceratidae et Lyelliceratinae.

Sur cette base, l'approche biostratigraphique, classique, s'est axée sur la construction d'un schéma biozonal, à partir de l'analyse de l'évolution des associations fauniques. Les contraintes du caractère phylétique, donc non fortuit, des événements biologiques et de leur reproductibilité dans l'espace (sur plusieurs coupes) ont été attentivement suivies.

Notre nouvelle échelle biozonale standard pour l'Albien du Pérou, reprenant et précisant notablement le découpage quadripartite initial de Benavides Cáceres (1956), est marquée par l'introduction de onze subdivisions nouvelles.

L'Albien inférieur est ainsi représenté par :

- la biozone à *Neodeshayesites nicholsoni*, découpée en sous-zones à *Neodeshayesites umbilicostatus* et *N. nicholsoni* et dont le sommet se marque par un intervalle stérile;
- la biozone à *Glottoceras raimondii*, divisée en trois sous-zones à *Parengonoceras haasi*, à *Glottoceras raimondii* (elle-même découpée en bio-horizons à *Parengonoceras ebrayi* et à *Ralphimlayites alternum*) et à *Ralphimlayites mathewsi* (dont le sommet est caractérisé par le bio-horizon à *Lyelliceras pseudolyelli*).

L'Albien moyen est caractérisé par la biozone à *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras carbonarium*). Cette zone est découpée en deux sous-zones, à *Ralphimlayites ulrichi* et à *O. (Oxytropidoceras) carbonarium*.

La base de l'Albien supérieur est représentée par la sous-zone à *Dipoloceras* cf. *cristatum*.

Au-delà de l'aspect biostratigraphique, nous avons tenté de repérer les séquences de dépôts successives. Sur la base d'un levé de coupe axé sur une étude lithologique macroscopique, nous proposons une interprétation environnementale de chaque banc ou unité élémentaire, puis une analyse de l'évolution verticale et horizontale de ces paléo-environnements.

Neuf séquences de dépôt locales, appelées Ni 1 à Cr1, ont ainsi été reconnues depuis la base des formations transgressives (Inca et Pariahuanca) jusqu'aux formations du groupe Pulluicana datées de l'Albien supérieur basal. Une corrélation très générale avec le modèle chronostratigraphique proposé par Hardenbol *et al.* (1998) est également tentée (voir chapitre 4).

Au-delà de cette approche multidisciplinaire, des précisions supplémentaires sont apportées par l'intégration de données issues des trois disciplines utilisées dans ce mémoire, de la biostratigraphie et la paléontologie des ammonites à la stratigraphie séquentielle. Dans l'état d'avancement actuel de l'étude de l'Albien du Bassin Andin, les principaux apports sont :

- de la biostratigraphie à la stratigraphie séquentielle. Le meilleur calage biostratigraphique a révélé le caractère diachrone des dépôts;
- de la paléontologie à la biostratigraphie. Les espèces cosmopolites nouvellement citées, permettent des corrélations interrégionales fiables avec d'autres bassins paléogéographiques albiens. Les meilleurs exemples étant la présence de *Lyelliceras lyelli* et *Dipoloceras* cf. *cristatum*, espèces-index des zonations-standard européennes, ou encore *Neodeshayesites umbilicostatus*, caractéristique de la zone à Bakeri du Texas central;
- de la biostratigraphie à la paléontologie. Les positions stratigraphiques respectives des taxons contraignent l'interprétation de l'évolution phylétique des familles. Le cas le plus probant étant l'antériorité de *Parengonoceras haasi*, alors interprétée comme l'ancêtre commun de l'ensemble des Engonoceratidae péruviens;
- de la sédimentologie à la biostratigraphie. L'identification des limites de cortèges et/ou de séquences permet, par corrélation, de définir des «lignes-temps» sur des coupes mal datées. Par exemple, la vire marneuse du sommet de la coupe de Chulec, correspondant à l'intervalle transgressif de la séquence R1, est daté de la sous-zone à *P. haasi* par corrélation avec la coupe de Baños del Inca.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDALLAH H. & MEMMI L. 1994. Sur l'âge des "couches à *Knemiceras*" de Tunisie méridionale. Caractérisation de l'Albien supérieur (zone à *Inflata* et zone à *Substuder*). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 2/319: 337-340.
- ADKINS W.S. 1928. Handbook of Texas fossils. *Bulletin of the University of Texas and Economic Geology Technics*, 2838, 385 p.
- ADKINS W.S. in SELLARDS E.H., ADKINS W.S. & PLUMMER F.B. 1932. The Mesozoic system in Texas. In : Geology of Texas, 1/2 : Stratigraphy. *Bulletin of the University of Texas*, 3232: 239-518.
- ALEMAN A. 1996. Stratigraphy, sedimentology and tectonic evolution of the Río Cañete Basin, central coastal range of Peru. In: Andean Geodynamics II, 261-264, 3rd Int. Symp. And. Geodyn. ISAG, Saint-Malo, Orstom publ.
- AMEDRO F. 1980. In ROBASZYNSKI F., AMEDRO F., FOUCHER J-C., GASPARD D. MAGNIEZ-JANNIN F., MANIVIT H. & SORNAY J. Synthèse biostratigraphique de l'Albien au Santonien du Boulonnais à partir de sept groupes paléontologiques : Foraminifères, Nannoplancton, Dinoflagellés et Macrofaunes. *Rev. Micropal.*, 22: 195-321.
- AMEDRO F. 1992. L'Albien du Bassin Anglo-parisien : Ammonites, zonation phylétique, séquences. *Bulletin du centre de Recherche et d'Exploration-Production Elf Aquitaine*, 16/1: 187-233.
- AMEDRO F. & DESTOMBES P. 1978. Répartition des ammonites dans l'Albien moyen et supérieur, argileux, de Wissant (Boulonnais). *Bull. inform. Geol. Bassin Paris*, 15: 9-15.
- AMEDRO F. & DESTOMBES P. 1984. Présence du genre *Knemiceras* (Ammonoidea, Engonoceratidae) dans l'Albien moyen de l'Aube. *Bulletin Inf. Géol. Bassin Paris*, 21/4: 21-25.
- AMEDRO F., MAGNIEZ-JANNIN F., COLLETE C. & FRICOT C. 1995. L'Albien-type de l'Aude, France : une révision nécessaire. *Geologie de la France*, 2: 25-42.
- ARKELL W.J. 1933. *The Jurassic system in Great Britain*. Oxford, Clarendon Press, 681 p.
- ARNOULD-SAGET S. 1956. Contribution à l'étude des Engonoceratidae (les couches à *Knemiceras* du Sud-tunisien). *Annales Mines Géologie*, 20, 47 p.
- ASPDEN J.A., MC COURT W.J. & BROOK M. 1987. Geometrical control of subduction-related magmatism: the Mesozoic and Cenozoic plutonic history of Western Colombia. *Journal of Geological Society of London*, 144: 893-905.
- BASSE E. 1928. Quelques invertébrés crétacés de la cordillère andine. *Bull. Soc. Géol. France*, 4/28: 113-148.
- BASSE E. 1937. Les Céphalopodes des massifs côtiers syriens. *Notes Mém. Ht Comm. Rép. Fr. Syrie et Liban*, 2 : *Contrib. géol. Syrie-Liban*.
- BASSE E. 1940. Les Céphalopodes des massifs côtiers syriens. *Notes Mém. Ht Comm. Rép. Fr. Syrie et Liban.*, 3 : *Etudes paléontologiques*.
- BASSE E. 1952. Ammonoidea. In : *Traité de Paléontologie*, 2^o PIVETEAU Eds., 581-688.

- BATALLER J.R. 1954. Los Engonoceratidos en España. In "Dr. D. Francisco Pardoillo Vaquer homenaje postumo", *Fac. Cien. Univ. Barcelona*, 173-178.
- BENAVIDES-CACERES V.F. 1956. The Cretaceous system in Northern Peru. *Bull. American Mus. Nat. Hist.*, 108/4: 357-493.
- BERTHOU P.Y., AMEDRO F. y BRITO I.M. 1991. Révision bibliographique préliminaire à une étude des ammonites de l'Albien (Fm. Riachuelo) du bassin de Sergique (Nord-Est du Brésil). *Geociências*, 10: 183-190.
- BIRKELUND T., HANCOCK J.M., HART M.B., RAWSON P.F., REMANE J., ROBASZYNSKI F., SCHMID F. & SURLYK F. 1984. Cretaceous stage boundaries - Proposals. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 33: 3-20.
- BÖHM J. 1898. Über *Ammonites pedernalis* VON BUCH. *Zeit. d. Deutsch. Geol. Ges.*, 50: 183-208.
- BOSC E. A. 1963. *Geología de la región comprendida entre la Quebrada Parcca (Chilca) y el valle de Mala*. Tesis Univ. Nac. Mayor San Marcos, 84 p.
- BÖSE E. 1928. Cretaceous ammonites from Texas and Northern Mexico. *Bull. Univ. Texas Econ. Geol. Tech.*, 2748: 143-312.
- BREHERET J.G., CARON M. et DELAMETTE M. 1986. Niveaux riches en matière organique dans l'Albien vocontien; quelques caractères du paléoenvironnement, essai d'interprétation génétique. *Doc. Bur. Rech. Géol. Min.*, 110: 141-191.
- BREISTROFFER M. 1947. Sur les zones d'Ammonites dans l'Albien de France et d'Angleterre. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, 26, 88 p.
- BREISTROFFER M. 1951. Sur quelques ammonites de l'Albien inférieur de Madagascar. *Comptes rendus somm. Soc. Geol. France*, 266-268.
- BREISTROFFER M. 1952. Sur la découverte de Knemiceratinae (ammonites albiennes) en Equateur, en Colombie et au Vénézuéla. *C.R.A.S.*, 234: 2633-2635.
- BREISTROFFER M. 1983. Le Mésocrétacique à ammonites en Europe et ailleurs. *108° Congr. nat. des soc. savantes*, 1/2: 51-58.
- BRINKMANN R. 1937. Biostratigraphie des Leymeriellenstammes nebst Bemerkungen zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Alb. *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg*, 16: 1-18.
- BUCH (VON) L. 1839. *Pétrifications recueillies en Amérique par Mr. Alexander de Humboldt et par Charles Degenhart*. Imprimerie Académie Royale Scientifique, 22 p.
- BUCH (VON) L. 1849. Über Ceratiten. *Abh. K. Akad. Wiss. Berlin*, 20: 20-23.
- BULOT L. G. 1995. *Les formations à ammonites du Crétacé inférieur du Sud-Est de la France (Berriasien à Hauterivien): biostratigraphie, paléontologie et cycles sédimentaires*. Thèse Museum d'Histoire Naturelle de Paris, 396 p.
- BURGL H. 1955. El Anticlina de Apulo. *Bol. Geol.*, 3/2: 2-22.
- CANTU CHAPA A. 1963. Etude biostratigraphique des Ammonites (Jurassique supérieur et Crétacé) du Mexique (Centre et Nord). *Mém. S.G.F. n. ser.*, 42/99, 102 p.

- CARLOTTO V., CARDENAS J., GIL W. & CHAVEZ R. 1995. Sedimentología de la Formación Huancané (Neocomiano) de la región de Cusco y su relación con las variaciones del nivel del mar. *Bull. Institut Français Études Andines*, 24: 1-21.
- CASEY R. 1957. The upper part of the Lower Greensand around Folkestone. *Proc. Geol. Assoc.*, 50/3: 362-378.
- CASEY R. 1961. The Cretaceous (Albian) ammonite genus *Platinknemiceras* Bataller. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 13/4: 353-357.
- CASEY R. 1964. A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, part. 5. *Palaeont. Soc.*, 289-398.
- CASEY R. 1965. A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, part 6. *Palaeont. Soc.*, 399-546.
- CASEY R. 1996. Lower Greensand ammonites and ammonite zonation, *Proc. Geol. Ass.*, 107: 69-74.
- CIRY R. 1927. Révision de la faune albiennne du département de la Côte d'Or. *Société d'Histoire Naturelle*, 16: 549-575.
- COBBING E.J., PITCHER W.S. & GARAYAR J. 1971. Mapa Geológico de los cuadrangulos de Huacho y Huaral. Servicio de Geología y de Minería del Perú.
- COBBING E.J., PITCHER W.S., WILSON J.J., BALDOCK J.W., TAYLOR W.P., MC COURT W. & SNELLING N.J. 1981. The geology of the Western Cordillera of northern Peru. *Inst. Geol. Sci.*, 5, 143 p.
- COLLIGNON M. 1936. In BESAIRIE H. Recherches géologiques à Madagascar. I, suite. La géologie du Nord-Ouest. *Mémoire de l'Académie Malgache*, 21, 259 p.
- COLLIGNON M. 1949. Recherches sur les faunes albiennes de Madagascar. I. L'Albien d'Ambarimaninga (Madagascar), *Annales géologiques du service des Mines*, 16, 128 p.
- COLLIGNON M. 1963. Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). 10, Albienn. *Tananarive Serv. Géol.*, 184 p.
- COLLIGNON M. 1981. In CANEROT J. & COLLIGNON M. - La faune albiennne de Traiguera (province de Castellon-Espagne). *Doc. Lab. Géol. Lyon H.S.*, 6: 227-249.
- COOPER M.R. 1982. Lower Cretaceous (Middle Albian) ammonites from Dombe Grande, Angola. *Ann. South African Mus.*, 89/5: 265-314.
- COSSIO A. 1964. Geología de los Cuadrangulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa. *Bol. Com. Carta geol. Nac.*, 8, 69 p.
- CRAGIN F.W. 1893. A contribution to the Invertebrate paleontology of the Texas Cretaceous. *Geol. Surv. Texas, 4th ann. report*, 2: 139-294.
- DELANOY G. 1990. *Camareiceras* nov. gen. (Ammonoidea, Ancyloceratina) du Barrémien supérieur du sud-est de la France. *Géobios*, 23: 71-93.
- DESTOMBES P. 1965. Découverte de Knemiceratinae : *Parengonoceras* et *Platinknemiceras* (Ammonites) dans l'Albien inférieur du Bassin parisien. *Comptes Rendus somm. Soc. Geol. France*, 10: 332.

- DESTOMBES P. 1973. Hoplitidae et zonation nouvelle de l'Albien inférieur de Bully-Saint-Martin (Bray occidental). *Compte rendu séances Acad. Sci.*, 277: 2145-2148.
- DESTOMBES P. 1977. In: DESTOMBES P., GAMBLE H., JUIGNET P. & OWEN H.G. Cretaceous and lower Tertiary of Seine-Maritime, France : a guide to key localities. *Proc. Geol. Ass.*, 88: 15-38.
- DESTOMBES P. 1979. In: RAT, P. et al. *Coll. Les Stratotypes*, C.N.R.S. eds. Les ammonites de l'Albien inférieur et moyen dans le stratotype de l'Albien : gisements, paléontologie, biozonation. 51-193.
- DESTOMBES P., JUIGNET P. & RIOULT M. 1973. Ammonites de l'Aptien-Albien du Bec de Caux, Normandie (NW France). *Bull. Soc. Geol. Normandie et des amis du Museum du Havre*, 61: 49-106.
- DIENER C. 1925. Ammonoidea neocretacea. *Fossilium Catalogues (1: Animalia)*, 29, 244 p.
- DOUVILLE H. 1890. Sur la classification des *Cératites* de la Craie. *Bull. Soc. Geol. France*, 3/18: 275-292.
- DOUVILLE H. 1911 Evolution et classification des Pulchelliidés. *Ibid.*, 4/11: 285-320.
- DOUVILLE H. 1916. Les terrains secondaires dans le Massif du Moghara, à l'Est de l'isthme de Suez. *Mém. Acad. Sci. Paris*, 2/54: 1-184.
- DOUVILLE R. 1906. Sur des Ammonites du Crétacé sud-américain. *Ann. Soc. Roy. zool. malac. Belgique*, 41: 142-155.
- DUBOURDIEU G. 1953. Ammonites nouvelles des Monts du Mellègue. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, ser. Pal.*, 16: 1-76.
- EMERY, D. & MYERS, K.J. (eds.), 1996. Sequence Stratigraphy, 297 pp., Blackwell Science publisher.
- ETAYO-SERNA F. 1968. El Sistema Cretáceo en la región de Villa de Leiva y zonas proximas. *Geol. Colombiana*, 5: 5-74.
- ETAYO-SERNA F. 1979. Zonation of the Cretaceous of Central Colombia by ammonites. *Publ. Geol. Espec. Ingeominas*, 2: 1-188.
- ETAYO-SERNA F. 1981. On the supposed aptian occurrence of the ammonite genus *Neodeshayesites* in Colombia and Venezuela, with an appendix on *Neodeshayesites Karsteni* (Marcou). *Geol. Norandina*, 45-51.
- FRITZSCHE C.H. 1924. Neue Kreidefaunen aus Südamerika (Chile, Bolivia, Peru, Colombia). *Steinmann Beitrag 27. N. Jahr. Min. Geol. Pal.*, 50: 1-56.
- FRUTOS J. 1981. Andean tectonics as a consequence of sea-floor spreading. *Tectonophysics*, 72: 21-32.
- GABB W.M. 1869. Cretaceous fossils. In : *Paleontology of California*, 2/2. *Geol. Surv. California*, 130-259.
- GABB W.M. 1877. Description of a collection of fossils made by Dr Antonio Raimondi in Peru. *J. Acad. Nat. Sci.*, 2/8: 263-336.

- GERHARDT K. 1897. In: STEINMANN G., Beitr. Geol. u. Pal. von Südamerika. Beitrag zur Kenntnis der Kreideformation in Venezuela und Peru. Beitrag zur Kenntnis der Kreideformation in Columbien. *N. Jb. Min. Geol. Pal.*, 11: 65-208.
- GEYER O.F. 1995. *Knemiceras uhligi* (Choffat) dans la Chaîne Ibérique méridionale (Albien supérieur, Espagne). *Batalleria*, 5: 5-17.
- GRACIANSKY (DE) P.C., BROSSE E., DEROO G., HERBIN J.P., MONTADERT L., MÜLLER C., SIGAL J. & SCHAAF A. 1982. Les formations d'âge Crétacé de l'Atlantique Nord et leur matière organique: paléogéographie et milieux de dépôt. *Rev. IFP*, 37/3: 275-337.
- GRACIANSKY (DE) P.C., DEROO G., HERBIN J.P., JACQUIN T., MAGNIEZ F., MONTADERT L., MULLER C., PONSOT C., SHAAF A. & SIGAL J. 1986. Ocean-wide stagnation episodes in the Late Cretaceous. *Geol. Rundschau*, 75/1: 17-41.
- HARDENBOL J., THIERRY J., FARLEY M.B., JACQUIN T., DE GRACIANSKY P.C. & VAIL P.R. 1998. Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins. In: DE GRACIANSKY P.C., HARDENBOL J., JACQUIN T. & VAIL P.R. eds, *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*, SPEM Spec. Publ. 60.
- HARRISON J.V. 1953. Geología de la zona del camino entre Canta y Huayllay. *Bol. Inst. Geol. Perú*, 9: 5-32.
- HART M., AMEDRO F. & OWEN H.G. 1996. The Albian stage and substage boundaries. *Bull. Inst. royal Sc. Nat. Belgique*, 66: 45-56.
- HEDBERG H.D. 1941. Discussion of C. W. Tomlinson's «Technique of Stratigraphy nomenclature». *Bull. American Ass. Petrol. Geol.*, 25: 2202-2206.
- HILLEBRANDT (VON) A. 1970. Die Kreide in der Zentralkordillere von Lima (Peru, Südamerika). *Geol. Rund.*, 59/3: 1180-1203.
- HOEDEMAEKER P.J., COMPANY M., AGUIRRE-URRETA M.B., AVRAM E., BOGDANOVA T.N., BUJOR L., BULOT L.G., CECCA F., DELANOY G., ETTACHFINI M., MEMMI L., OWEN H.G., RAWSON P.F., SANDOVAL J., TAVERA J.M., THIEULOUY J.P., TOVBINA S.Z. & VASICEK Z. 1993. Ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the mediterranean region; basis for the stratigraphic correlations within IGCP-PROJECT 262. *Rev. Española pal.*, 8/1: 117-120.
- HYATT A. 1875. The Jurassic and Cretaceous ammonites collected in South America by Prof. James Orton, with an appendix upon the Cretaceous ammonites of Prof. Hartt's collection. *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.*, 17: 365-372.
- HYATT A. 1900. In: ZITTEL, textbook of Palaeontology, 1st English ed., translated by C. R. Eastman. Cephalopoda. 502-592.
- HYATT A. 1903. *Pseudoceratites* of the Cretaceous. *U. S. Geol. Survey*, Monograph 44, 351 p.
- JACOB C. 1907. Etudes paléontologique et stratigraphique sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. *Thèse Fac. Sci. Paris*, 315 p.
- JAILLARD E. 1986. La sédimentation crétacée dans les Andes du Pérou central : exemple de la formation Yumasha (Albien moyen-supérieur à Turonien supérieur) dans la région d'Oyon (Département de Lima). *Géodynamique*, 1/2: 19-30.

- JAILLARD E. 1987. Sedimentary evolution of an active margin during middle and upper Cretaceous time : the north Peruvian margin from late Aptian up to Senonian. *Geol. Rund.*, 76/3: 677-697.
- JAILLARD E. 1994. Kimmeridgian to Paleocene tectonic and geodynamic evolution of the Peruvian (and Ecuadorian) margin. In: J.A. SALFITY ed. Cretaceous tectonics in the Andes, 101-167. *Earth Evolution Sci.*, Fried, Vieweg and Sohn.
- JAILLARD E. 1995. La Sedimentación Albiana-Turoniana en el Sur del Perú (Arequipa-Puno-Putina). *Soc. Geol. Perú, vol. jub. A. Benavides*, 135-157.
- JAILLARD E., ALVAREZ P., BOLAÑOS R., GARRIDO J., LÉON M., MIRO-QUESADA O., PAZ M. & TARAZONA A. 1989. *Síntesis estratigráfica del Cretáceo y Paleogeno de la Cuenca Oriental del Perú*. Orstom & Petroperú eds., 60 p.
- JAILLARD E., SOLER P., CARLIER G. & MOURIER T. 1990. Geodynamic evolution of northern and central Andes during early to middle Mesozoic times: a Tethyan model. *Journ. Geol. Soc. London*, 147: 1009-1022.
- JAILLARD E., SEMPERE T., SOLER P., CARLIER G. & MAROCCO R. 1995. The role of Tethys in the evolution of the Northern Andes between Late Permian and Late Eocene times. *The Ocean Basins and Margins*, 8 : *The Tethys Ocean*, A.E.M. Nairn & al ed., 463-492.
- JAILLARD E. & SOLER P. 1996. Cretaceous to early Paleogene tectonic evolution of the Northern Central Andes (0-18°S) and its relations to geodynamics. *Tectonophysics*, 259: 41-53.
- JAILLARD E., CARON M., DHONDT A., ORDOÑEZ M., ANDRADE R., BÉNGSTON P., BULOT L.G., CAPPETTA H., DAVILA C., DIAZ R., HUACHO J., HUAMAN C., JIMENEZ D., JIMENEZ N., MONTENEGRO J., NERAUDEAU D., RIVADENEIRA M., TORO J., VILLAGOMEZ R. & ZAMBRANO I. 1997. *Síntesis estratigráfica y sedimentológica del Cretáceo y Paleogeno de la cuenca oriental del Ecuador*. *Convenio Orstom-Petroproducción ed.*, 164 p.
- JAILLARD E., HERAIL G., MONFRET T., DIAZ-MAZRTINEZ E., BABY P., LAVENU A. & DUMONT J. F. 2000. Tectonic evolution of the Andes of Ecuador, Peru, Bolivia and Northernmost Chile. *Tectonic Evolution of South America, 31 International Congress, Geology and sustainable Development*, 481-559.
- JENKYN H.C. 1980. Cretaceous anoxic events: from continents to oceans. *Journ. Geol. Soc. London*, 137: 171-188.
- KEMPER E. 1973. The Aptian and Albian stages of Northwest Germany. In: CASEY R. & RAWSON P. F. eds. *The boreal Lower Cretaceous*, *Geol. Journ. Spec. Issue*, 5: 345-360.
- KEMPER E. 1975. Die Cephalopoden aus dem Unter-Alb (Zone der *Leymeriella tardefurcata*) von Altwarmbüchen. *Ber. Natur. Ges. Hannover*, 119: 87-111.
- KEMPER E. (ed.) 1982. Das späte Apt und frühe Alb Nord-westdeutschland. *Geol. Jb.*, A 65: 1-703.
- KENNEDY W.J. 1988. Late Cenomanian and Turonian ammonite faunas from north-east and central Texas. *Spec. Pap. Paleontology*, 39: 1-131.
- KENNEDY W.J. 1994. A note on the lectotype of *Ammonites beudanti* Brongniart, 1822 (Cretaceous, Albian). *Cretaceous Research*, 14: 235-238.
- KENNEDY W.J. & COOPER M.R. 1977. The micromorph albian ammonite *Falloticerias Parona & Bonarelli*. *Paleontology*, 20/4: 793-804.

- KENNEDY W.J., LANDMANN N.H. & COBBAN W.A. 1998. Engonoceratid Ammonites from the Glen Rose Limestone, Walnut Clay, Goodland Limestone, and Comanche Peak Limestone (Albian) in Texas. *Novitates American Museum of Natural History*, 3221, 40 p.
- KENNEDY W.J., GALE A. S., HANCOCK J. M., CRAMPTON J. S. & COBBAN W. A. 1999. Ammonites and Inoceramid bivalves from close to the Middle-Upper Albian Boundary around Fort Worth, Texas. *J. Paleont.*, 73/6: 1101-1125.
- KENNEDY W.J., GALE A. S., BOWN P.R., CARON M., DAVEY R.J., GRÖCKE D. & WRAY D. S. 2000. Integrated stratigraphy across the Aptian-Albian boundary in the Marnes bleues, at Col de Pré-Guittard, Arnayon (Drôme), and at Tartonne (Alpes-de-Haute-Provence), France: a candidate Global Boundary Stratotype Section and Boundary Point for the base of the Albian Stage. *Cretaceous Research*, 21: 591-720.
- KNECHTEL M.M. 1947. In KNETCHEL M.M., RICHARDS E.F. & RATHBURN M.J. Mesozoic fossils of the Peruvian Andes. Part III. Cephalopoda. *Stud. geol., John Hopkins Univ.*, 15, 150 p.
- KUMMEL B. 1948. Geological reconnaissance of the Contamana region, Peru. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 59: 1217-1264.
- LATIL J.L. 1989. Les genres *Engonoceras* Neumayr & Uhlig, 1881 et *Hypengonoceras* Spath, 1922 dans l'Albien supérieur (z. à Dispar) de Salazac, Gard, France. *Rev. Paléobiol.*, 8/1: pp. 51-63.
- LATIL J.L. 1992. Evolution des Lyelliceratinae Spath, 1921 (Ammonitina, Ammonoidea) de l'Albien inférieur et moyen : perspectives ontogénétiques et phylogénétiques. *Mém. Ecole Prat. Hist. Etudes*, 128 p.
- LATIL J.L. 1994. Les Lyelliceratinae Spath, 1921 (Ammonitina, Ammonoidea) de l'Albien inférieur et moyen dans le Bassin de Paris et sur les bordures du Bassin Vocontien: stratigraphie, paléobiogéographie et taxonomie. In: Lower Cretaceous Stratigraphy of the Western Tethys, *Geol. Alpine*, HS20.
- LATIL J.L. & DOMMERGUES J.L. 1997. Variabilité, ontogénèse et phylogénie des Lyelliceratinae (Ammonites de l'Albien). *Revue Paléobiol.*, 16/1: 101-113.
- LISSON C.I. 1908. *Contribución al conocimiento sobre algunos ammonites del Perú*. Tipografía al Perú, 22 p.
- LISSON C.I. & BOIT B. 1924. Edad de los fósiles peruanos y distribución de sus depositos en la República. I. Ubicación de afloramientos sincrónicos y sinopsis de su fauna y flora fósiles. *Soc. Geol. Peru*, 4: 1-117.
- LISSON C.I. 1925. Algunos fósiles del Perú. *Bol. Soc. Geol. Perú*, 1: 23-30.
- LISSON C.I. 1938. Prolongación por el Norte y por el Sur del Cretáceo de Lima y la determinación de sus diferentes pisos. *Rev. Cien.*, 424: 149-164.
- LISSON C.I. 1939. Género *Dipoloceras* Hyatt. *Dipoloceras cristatum* Deluc. *Rev. Cien.*, 428: 161-163.
- LITHERLAND M., ASPDEN J.A., & JEMIELITA R.A. 1994. The metamorphic belts of Ecuador. *British Geol. Survey, Keyworth, UK, Overseas Memoir*, 11, 147 p.

- LOPEZ AVILES J.C. 1997. *Estudio Sedimentológico y Estratigráfico de la Secuencia Silicoclástica del Cretáceo Inferior Entre la Cordillera Oriental y Faja Subandina en el Norte del Perú*. Tesis Univ. Nac. Mayor San Marcos, 208 p.
- LORIOLE (DE) P. 1882. Etudes sur les faunes des couches du Gault de Cosne (Nièvre). *Mém. Soc. Pal. Suisse*, 9, 118 p.
- LOUGHMAN D.L. & HALLAM A. 1982. A facies analysis of the Pucara group (Norian to Toarcian carbonates, organic-rich shales and phosphates) of Central and Northern Peru. *Sedimentary Geol.*, 32: 161-194.
- LUCAS S. G. & ESTEP J. W. 2000. The Lower Cretaceous ammonite *Hypacanthoplites* Spath from the Big Hatchet mountains, Southwestern New Mexico. In Lucas S. G. ed, *New Mexico's Fossil Record 2, New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 16: 87-90.
- LUPPOV N.P. & DRUSHCHITS V.V. 1958. Ammonoidea (Ceratitida, Ammonitida). *Osnovy Paleont., Molluski-Golov*, 2, 359 p.
- LUPPOV N.P. & DRUSHCHITS V.V. 1976. Fundamentals of Paleontology. Vol. VI. Mollusca - Cephalopoda 2. Ammonoidea (Ceratita and Ammonitida), Endocochlia, Coniconchia. *I.P.S.T.*, 474 p.
- MC LAUGHLIN D.H. 1924. Geology and Physiography of the Peruvian Cordillera departments of Junin and Lima. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 35: 591-632.
- MAHMOUD G.I. 1952. Sur le genre Albien d'ammonite. *Knemiceras*. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble*, 29: 77-95.
- MAHMOUD G.I. 1956. Etudes paléontologiques sur la faune crétacique du Massif du Moghara (Sinaï, Egypte). *Publ. Inst. désert Egypte*, 8, 192 p.
- MARCINOWSKI R. & WIEDMANN J. 1990. The Albian Ammonites of Poland. *Pal. Polonica*, 50, 94 p.
- MAROCCHO R., SEMPERE T., CIRBIAN M. & OLLER J. 1987. Mise en évidence d'une déformation paléocène en Bolivie du Sud. Sa place dans l'évolution géodynamique des Andes Centrales. *Comptes rendus Acad. Sci. Paris*, 304 (D): 1139-1142.
- MEGARD F. 1978. Etude géologique des Andes du Pérou central. *Mémoire Orstom*, 86, 310 p.
- MEGARD F. 1984. The Andean orogenic period and its major structures in Central and Northern Peru. *Journ. Geol. Soc. London*, 141: 893-900.
- MORAN R. M. & FIFE D. 1933. Geología de la región de Bajo Pachitea. *Bol. Dir. Indus.*, 2 sem., 43-54.
- MORET L. 1948. *Manuel de Paléontologie animale*. 2^e édition, 745 p.
- MORET L. & MAHMOUD G.I. 1953. Nouvelles observations stratigraphiques et paléontologiques sur l'Albien du massif du Moghara (Sinaï-Egypte). *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, 31: 269-274.
- MOULIN N. 1989. *Faciès et séquences de dépôts de la Plateforme du Jurassique moyen à l'Albien et une coupe structurale des Andes du Pérou Central*. Thèse Univ. Montpellier, 287 p.
- MUTTERLOSE J. 1992. Biostratigraphy and palaeobiogeography of Early Cretaceous calcareous nannofossils. *Cretaceous Research*, 13: 167-189.

- MYERS J.S. 1974. Cretaceous Stratigraphy and Structure, Western Andes of Peru between Latitudes 10°-10°30'1. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 58/3: 474-487.
- NEUMANN G. 1907. Beitrage zur Kenntis der Kreideformation in Mittel-Peru. *N. Jb. Min. Geol. Pal. suppl.*, 24: 69-132.
- ORBIGNY (D') A. 1840-42. *Paléontologie française. Terrains crétacés. I. Céphalopodes*. Masson ed., 662 p.
- ORBIGNY (D') A. 1850. *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés. 2*. Masson ed., 428 p.
- ORTIZ G. 1966. *Geología de Chancay y sus alrededores*. Tesís Univ. Nac. Mayor San Marcos, p.
- OWEN H.G. 1971. Middle Albian Stratigraphy in the Anglo-Paris Basin. *Suppl. Bull. British Mus. Nat. Hist.*, 8, 164 p.
- OWEN H.G. 1979. Ammonite zonal stratigraphy in the Albian of North Germany and its setting in the hoplitinid faunal province. In: J. Wiedmann (ed.) *Aspekte der Kreide Europas*, IUGS publ., A6: 563-588.
- OWEN H.G. 1984. Albian Stage and Substage boundaries. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 33: 183-189.
- OWEN H.G. 1984a. The Albian Stage : European Province Chronology and Ammonite Zonation. *Cretaceous Research*, 5: 329-344.
- OWEN H.G. 1988. The ammonite zonal sequence and ammonite taxonomy in the *Douvilleicerias mamillatum* Superzone (Lower Albian) in Europe. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist.*, 44/3: 177-231.
- OWEN H.G. 1996. Boreal and Tethyan Late Aptian to Late Albian ammonite zonation and paleobiogeography. *Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, 77: 461-481.
- OWEN H. G. 1999. Correlation of Albian European and Tethyan ammonite zonations and the boundaries of the Albian Stage and substages: some comments. *Scripta Geologica, special issue. Proceeding 4th issue international workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team (IGCP-project 362)*, 129-149.
- PARONA C.F. & BONARELLI G. 1896. Fossili Albiani d'Escragnolles, del Nizzardo e della Liguria occidentale. *Paleont. Italica*, 2: 53-112.
- PAULCKE W. 1903. Ueber die Kreidebildungen in Südamerika und ihre Beziehungen zu anderen Gebieten. *N. Jb. Min. Geol. Pal.*, 17: 252-312.
- PERVINQUIERE L. 1907. Etude de paléontologie tunisienne. 1 : Céphalopodes des terrains secondaires. *Mém. Carte Géol. Tunisie*, 438 p.
- PEYBERNES B., ROBERT E., JAILLARD E., BULOT L. G. & CUGNY P. 2000. Sequence Stratigraphy of the Mid-Cretaceous marine deposits from the Andean Active Margin of Northern Peru. *31 International Congress, Geology and sustainable Development - challenges for the third Millenium*, poster.
- PINDELL J.L. & TABBUTT K.D. 1995. Mesozoic-Cenozoic Andean Paleogeography and Regional Controls on Hydrocarbon Systems. In : A. J. TANKARD, R. SUAREZ S. & H. J. WELSINK, *Petrol. basins South America : AAPG*, 62: 101-128.

- PRINZ P. 1985. Stratigraphie und Ammonitenfauna der Pucara-Gruppe (Obertrias-Unterjura) von Nord-Peru. *Palaeontographica*, A188: 153-197.
- RENZ O. 1968. Über die Untergattung *Venezoliceras* SPATH und *Laraiceras* n. subgen. der Gattung *Oxytropidoceras* STIELER (Ammonoidea) aus den Venezolanischen Anden. *Eclog. Geol. Helv.*, 61/2: 615-655.
- RENZ O. 1970. Über die Gattung *Parengonoceras* Spath, *Knemiceras* Boehm und *Neophlycticeras* Spath (Ammonoidea) aus den Anden Venezuela. *Eclog. Geol. Helv.*, 63: 1021-1057.
- RENZ O. 1982. *The Cretaceous ammonites of Venezuela*. Birkhäuser Verlag ed., 132 p.
- RIEDEL L. 1938. Amonitas del Cretácico inferior de la Cordillera Oriental. Estudios geológicos y paleontológicos sobre la Cordillera Oriental de Colombia, 2. *Dpto. Minas Petról., Min. Ind. Trab. Rep. Colombia*, 7-80.
- RIVERA R., PETERSEN G.G. & RIVERA M. 1975. Estratigrafía de la Costa de Lima. *Bol. Soc. Geol. Perú*, 45: 159-186.
- ROBERT E., BULOT L.G., DHONDT A., JAILLARD E., VILLAGOMEZ R., RIVADENEIRA M. & PAZ M. 1998. La Transgresión del Cretáceo inferior en el margen andino (Perú y Ecuador) : datos preliminares. *Bol. Soc. Geol. Perú*, 88: 73-86.
- ROBERT E., PEYBERNES B. & BULOT L.G. 2001. Caractérisation d'une nouvelle sous-zone d'ammonites au passage Aptien-Albien dans les "Marnes noires à *Hypacanthoplites*" des Pyrénées espagnoles. *Géobios*, 34/1: 53-62.
- ROD E. & MAYNE W. 1954. Revision of Lower Cretaceous stratigraphy of Venezuela. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 38/2: 193-283.
- ROMAN F. 1938. *Les ammonites jurassiques et crétacées; Essai de Genera*. Masson et Cie eds, 554 p.
- ROMEUF N., MÜNCH P., SOLER P., JAILLARD E. & AGUIRRE L. 1997. Le volcanisme jurassique inférieur en zone subandine équatorienne. *Comptes rendus Acad. Sci. Paris*, 324(IIa): 361-368.
- ROSAS S. & FONTOBE L. 1995. Evolución sedimentológica del Grupo Pucara (Triásico superior-Jurásico inferior) en un perfil SW-NE en el Centro del Perú. *Soc. Geol. Perú. vol. jub. A. Benavides*, 279-309.
- ROSAS S., FONTOBE L. & MORCHE W. 1997. Vulcanismo de tipo intraplaca en los carbonatos del Grupo Pucara (Triásico superior-Jurásico inferior, Peru central) y su relación con el vulcanismo del Grupo Mitu (Permiano superior-Triásico). *9º Congreso Peruano Geol., Soc. Geol. Perú, vol. espec.*, 1: 393-396.
- SARG. J.F. 1988. Carbonate sequence stratigraphy. In: C.K. Wilgus, B.S. Hastings, C.G.St.C. Kendall, H.W. Posamentier, C.A. Ross & J.C. Van Wagoner, eds., Sea level changes, an integrated approach. *Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ.*, 42: 155-181.
- SAVELIEV A.A. 1973. Stratigrafiya i Ammonity nizhnego Al'ba Mangyschlaka (zony *Leymeriella tardefurcata* i *Leymeriella regularis*). *Trudy vses. Neft. Nauchno-issled. Geol. Rasv. Inst.*, 323: 1-339.
- SCHLAGINTWEIT O. 1912. Die fauna des Vracon. und Cenom. in Peru. *N. Jb. Min. Geol. Pal. suppl.*, 33: 43-135.

- SCOTT G. 1940. Cephalopods from the Cretaceous Trinity group of the south-central United States. *Univ. Texas Pub.*, 3945: 969-1106.
- SEBRIER M., LAVENU A., FORNARI M. & SOULAS J.-P. 1988. Tectonics and uplift in Central Andes (Peru, Bolivia and Northern Chile) from Eocene to present. *Géodynamique*, 3: 85-106.
- SEMPERE T., HERAIL G., OLLER J. & BONHOMME M. 1990. Late Oligocene-early Miocene major tectonic crisis and related basins in Bolivia. *Geology*, 18: 946-949.
- SEMPERE T., BUTLER R.E., RICHARDS D.R., MARSHALL L.G., SHARP W. & SWISHER III C.C. 1997. Stratigraphy and chronology of Upper Cretaceous-Lower Paleogene strata in Bolivia and northwest Argentina. *Geol. Soc. America Bull.*, 109: 709-726.
- SINGEWALD J.T. 1927. Pongo de Manseriche. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 38, pp. 479-492.
- SOLER P. 1989. Petrography and geochemistry of Lower Cretaceous alkali basalts from the High Plateaus of central Peru and their tectonic significance. *Zentralbl. Geol. Paläont.*, 5/6: 1053-1064.
- SOLER P. & BONHOMME M. 1990. Relations of magmatic activity to Plate dynamics in Central Peru from Late Cretaceous to Present. In: Plutonism from Antarctica to Alaska, Kay S. & Rapela C. eds. *Geol. Soc. America Memoir*, 241: 173-191.
- SOMMERMEIER L. 1910. Die Fauna des Aptien und Albien im nördlichen Peru. Partie I. Cephalopoden. *N. Jb. Geol. Pal. suppl.*, 30: 313-382.
- SOWERBY J. 1814. The Mineral Conchology of Great Britain, part. 11. In: J. Sowerby and J. de C. Sowerby, *The Mineral Conchology of Great Britain*, 1: 124-140.
- SOWERBY J. 1816. The Mineral Conchology of Great Britain, part. 29. In: J. Sowerby and J. de C. Sowerby, *The Mineral Conchology of Great Britain*, 2: 141-154.
- SOWERBY J.C. 1824. The Mineral Conchology of Great Britain, part. 78. In: J. Sowerby and J. de C. Sowerby, *The Mineral Conchology of Great Britain*, 5: 63-78.
- SPATH L.F. 1921. On Cretaceous cephalopoda from Zululand. *Ann. S. Afr. Mus.*, 12/7: 217-318.
- SPATH L.F. 1922. On Cretaceous ammonites from Angola, collected by Prof. J. W. GREGORY D. Sc. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, 53/1: 91-160.
- SPATH L.F. 1923. A monograph of the Ammonoidea of the Gault, part. 1. *Palaeontographical Soc*, 1-72.
- SPATH L.F. 1924. On a new ammonite (*Engonoceras iris* sp. n.) from the Gault of Folkestone. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 9/14: 504-508.
- SPATH L.F. 1925. A monograph of the Ammonoidea of the Gault, part. 2. *Palaeontographical Soc*, 73-110.
- SPATH L.F. 1930. A monograph of the Ammonoidea of the Gault, part. 7. *Palaeontographical Soc*, 267-311.

- SPATH L.F. 1930b. The lower Cretaceous Ammonoidea with notes on Albian Cephalopoda from Hazara. The fossil fauna of the Samana Range and some neighbouring areas. *Palaeont. Indica*, NS15: 50-66.
- SPATH L.F. 1934. A monograph of the Ammonoidea of the Gault, part. 11. *Palaeontographical Soc.*, 443-496.
- SPATH L.F. 1939. A monograph of the Ammonoidea of the Gault, part. 13. *Palaeontographical Soc.*, 541-608.
- SPATH L.F. 1941. A monograph of the Ammonoidea of the Gault, part. 14. *Palaeontographical Soc.*, 608-668.
- SPATH L.F. 1943. A monograph of the Ammonoidea of the Gault, part. 16. *Palaeontographical Soc.*, 721-787.
- STEINMANN G. 1881. Über Tithon und Kreide in den Peruanischen Anden. *N. Jahrb. Min. Geol. Pal.*, 2: 130-153.
- STEINMANN G. 1882. Über Jura und Kreide in den Anden. *N. Jahrb. Min. Geol. Pal.*, 2: 167-170.
- STEINMANN G. 1929. *Geología del Perú*. Heidelberg ed., 448 p.
- STIELER C. 1920. Über sogenannte Mortoniceraten des Gault. *Zentrabl. Min., Geol. Paläont.*, 345-352, 392-400.
- STOYANOV A. 1949. Lower Cretaceous Stratigraphy in Southern Arizona. *Mem. Geol. Soc. Am.*, 38, 169 p.
- TAFUR I. 1950. *Nota preliminar de la geología del valle de Cajamarca, Peru*. Tesis Univ. Nac. Mayor San Marcos, 56 p.
- TAPIA P. 1992. Relaciones Taxonomicas, Bioestratigraficas y Paleobiogeograficas de los Ammonites Albianos del Area de Chaucha (Yauyos, Lima). *Bol. Soc. Geol. Perú*, 83: 39-59.
- VAIL P.R. & MITCHUM R.M. Jr. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. In: Seismic stratigraphy. Application to hydrocarbon exploration, *Mem. Am. Ass. Petr. Geol.*, 26: 49-212.
- VAN WAGONER, J.C., POSAMENTIER, H.W., MITCHUM, R.M. JR., VAIL, P.R., SARG, J.F., LOUTIT, T.S. & HARDENBOL, J. (1988). - An overview of the fundamentals of Sequence Stratigraphy and key definitions. In : Sea-Level changes : an integrated approach, C.K. Wilgus, B.S. Hastings, C.G.St.C. Kendall, H.W. Posamentier, C.A. Ross & J.C. Van Wagoner, eds., Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ. n° 42, 39-45.
- WALKER R.G. & JAMES N.P. 1992. Facies Models. Response to sea level change. *Geol. Survey Canada*, 409 p.
- WHITE C.A. 1887. Contributions to the paleontology of Brazil, comprising descriptions of Cretaceous invertebrate fossils, mainly from the provinces of Sergipe, Pernambuco, Para and Bahia. *Arch. Mus. Nac.* 278 p.
- WIEDMANN J. & DIENI I. 1968. Die Kreide Sardiniens und ihre Cephalopoden. *Pal. Italica*, 64, 171 p.

- WILSON J.J. 1963. Cretaceous stratigraphy of Central Andes of Peru. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 47/1: 1-34.
- WRIGHT C.W. in MOORE R.C. (ed.) 1957. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part. L. Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea. *Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press*, 490 p.
- WRIGHT C.W. 1980. Cretaceous Ammonoidea. In : "*The Ammonoidea*", HOUSE M. R. & SENIOR J. R. Eds, *Systematics association, Spec. vol.*, 18: 157-174.
- WRIGHT C.W., CALLOMAN J.H. and HOWARTH M.K. 1996. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part. L. Mollusca 4 revised, Cephalopoda, Ammonoidea. *Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press*, 490 p.
- YOUNG K.P. 1966. Texas Mojsisovicziinae (Ammonoidea) and the zonation of the Fredericksburg. *Mem. Geol. Soc. Am.*, 100: 1-225.
- YOUNG K.P. 1974. Lower Albian and Aptian (Cretaceous) ammonites of Texas. *Geoscience and Man*, 8: 175-228.
- YOUNG K.P. 1986. The Albian-Cenomanian (Lower Cretaceous-Upper Cretaceous) boundary in Texas and Northern Mexico. *J. Paleont.*, 60/6: 1212-1219.
- ZEGARRA CIQUERO J. 1963. *Geología del flanco noreste de la Cordillera oriental de los Andes peruanos considerando la formación Chonta en particular*. Tesis Univ. Nac. Mayor San Marcos, 87 p.

ANNEXES

ANNEXE 1 - LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DES COUPES

Quebrada Geshgash. À 12 kilomètres au Sud-Est de La Oroya. Route "Carratera Central" La Oroya - Huancayo. Département Junin. Pérou Central. (feuille IGN 24-l)

Chulec. Localité de Chulec. À 2 kilomètres au Nord-Ouest de La Oroya. Route La Oroya - Cerro de Pasco. Département Junin. Pérou Central. (feuille IGN 24-l)

Oyón. Flanc oriental du "Cerro" Cuncush, à l'Est de la Laguna Paton. À 17 kilomètres environ depuis Oyón. Direction Est sur la route Oyón - Uchuc Chacua. Département Lima. Pérou Centre-Nord. (feuille IGN 22-j)

Yanarajo. "Cerro" Yanarajo. À 13,5 kilomètres environ à l'Est / Nord-Est de Huallanca. Route Conococha - Huallanca. Département Ancash. Pérou Centre-Nord. (feuille IGN 20-i)

Tamberia Este. Cerro au Sud-Est de la localité d'Algodón. À 20 kilomètres depuis Aguas Calientes. Route secondaire vers Cholocal, depuis la route San Marcos - Cajabamba. Département Cajamarca. Nord Pérou. (feuille IGN 15-g)

Tamberia Oeste. Cerro au Nord-Ouest de la localité d'Algodón, depuis la "Hacienda Tamberia". À 20 kilomètres depuis Aguas Calientes. Route secondaire vers Cholocal, depuis la route San Marcos - Cajabamba. Département Cajamarca. Nord Pérou. (feuille IGN 15-g)

Baños del Inca. À la limite Nord de la localité de Baños del Inca. À 9 kilomètres à l'Est de Cajamarca. Route Cajamarca - Celendin. Département Cajamarca. Nord Pérou. (feuille IGN 15-g)

Chinchin. Localité de Chinchin. À 10 kilomètres à l'Est / Nord-Est de Baños del Inca. Route Cajamarca - Celendin. Département Cajamarca. Nord Pérou. (feuille IGN 15-g)

Paria Puquio. Localité de Paria Puquio. Depuis 2 kilomètres à l'Ouest de Celendin en direction de l'Ouest / Nord-Ouest. Chemin Celendin - Melendez. Département Cajamarca. Nord Pérou. (feuille IGN 14-g)

Puente Zonanga. Après le pont de la sortie Est du village de Zonanga. Route Olmos - Jaen/Bagua Chica, dans la vallée du "Río" Chamaya. Département Cajamarca. Nord Pérou. (feuille IGN 12-f)

Corral Quemado. À partir de 500 mètres au Sud et direction de la localité de Corral Quemado (et du Pont "24 de Julio"). Route Olmos - Bagua Chica, à 13,2 kilomètres après le croisement de Chamaya. Département Cajamarca. Nord Pérou. (feuille IGN 12-f)

Pongo de Rentema. Lieu dit. Depuis 1 kilomètre au Nord de la localité de Rentema et 21 kilomètres environ au Nord de Bagua Chica, dans la vallée du "Río" Marañon. Route Bagua Chica - Imacita. Département Amazonas. Nord Pérou. (feuille IGN 11-f, *non disponible*)

Pongo de Manseriche. Lieu dit. Depuis 2,5 kilomètres avant la localité de Borja. "Pongo" sur le fleuve Marañon, à 9 kilomètres environ après la confluence des "Ríos" Santiago et Marañon. Limite des départements Amazonas et Loreto. Nord Pérou. (feuille IGN 9-h, *non disponible*)

ANNEXE 2 - LISTE DES FIGURES

CHAPITRE 1 - CONTEXTE GÉNÉRAL

- Figure 1. Carte géographique et administrative partielle du Pérou. Position des localités principales et localisation des coupes étudiées.
- Figure 2. Carte paléogéographique du Bassin Andin à l'Aptien - Albien (environ 105 Ma) (d'après Pindell et Tabbutt, 1995, modifiée).
- Figure 3. Carte paléogéographique de la région péruvienne et équatorienne du Bassin Andin (zoom à partir de la figure précédente). Positions respectives des coupes étudiées, ainsi que les coupes de Chinimbimi et de Misahualli (Jaillard *et al.*, 1997).

CHAPITRE 2 - BIOSTRATIGRAPHIE

- Figure 4. Zonations historiques comparées du passage Aptien - Albien.
- Figure 5. Zonations historiques comparées de la zone à *Tardefurcata* (Albien inférieur basal).
- Figure 6. Zonations comparées de de Kennedy *et al.* (2000) et Bresitroffer (1947), sur la définition du stratotype de la base de l'étage Albien.
- Figure 7. Zonations comparées de de Robert *et al.* (2001) et Bresitroffer (1947), sur la définition du stratotype de la base de l'étage Albien.
- Figure 8. Zonations historiques comparées du passage Albien inférieur - moyen.
- Figure 9. Zonations historiques comparées du passage Albien moyen - supérieur.
- Figure 10. Cadres stratigraphiques comparés de la base de l'étage Albien dans la région de Lima (Pérou).
- Figure 11. Biozonation historique de l'Albien du Pérou par Benavides Cáceres (1956).
- Figure 12. Composition faunique de la cénozone à *nicholsoni* de Benavides Cáceres (1956).
- Figure 13. Composition faunique de la cénozone à *raimondii* de Benavides Cáceres (1956).
- Figure 14. Composition faunique de la cénozone à *carbonarium* de Benavides Cáceres (1956).
- Figure 15. Composition faunique de la cénozone à *scyphax* de Benavides Cáceres (1956).
- Figure 16. Nouvelle biozonation de l'Albien du Pérou élaborée lors de ce travail. Caractérisation des limites de subdivisions et coupes types.
- Figure 17. Bio-horizon à *Neodeshayesites umbilicostatus* (biozone à *N. nicholsoni*, Albien inférieur) de la coupe type de Baños del Inca. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 18. Bio-horizon à *Neodeshayesites nicholsoni* (biozone à *N. nicholsoni*, Albien inférieur) de la coupe type de Tamberia Oeste. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 19-1. Biozonations de l'Albien inférieur du Texas central et de la frontière Texas / Mexique (d'après Young, 1974).
- Figure 19-2. Composition faunique des zones d'assemblage de l'Albien inférieur du Texas central (d'après Young, 1974).
- Figure 19-3. Composition faunique des zones d'assemblage de l'Albien inférieur du Trans-Peco Texas (USA) et du Nord-Ouest Chihuahua (Mexique) (d'après Young, 1974).
- Figure 20. Zonation standard de l'Albien du Bassin Anglo-Parisien, d'après Owen (1999).
- Figure 21. Sous-zone à *Parengonoceras haasi* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur) de la coupe de Baños del Inca. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 22. Sous-zone à *Parengonoceras haasi* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur) de la coupe de Puente Zonanga. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 23. Bio-horizon à *Parengonoceras ebrayi* (sous-zone et biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur) de la coupe type de Puente Zonanga. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.

- Figure 24. Bio-horizon à *Ralphimlayites alternum* (sous-zone et biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur) de la coupe type du Pongo de Rentema. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 25. Sous-zone à *Ralphimlayites mathewsi* (biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur) de la coupe type du Pongo de Rentema. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 26. Composition faunique des zones d'assemblage de l'Albien inférieur et moyen basal de Colombie (d'après Etayo Serna, 1979).
- Figure 27. Bio-horizon à *Lyelliceras pseudolyelli* (sous-zone à *R. mathewsi*, biozone à *G. raimondii*, Albien inférieur) de la coupe type du Pongo de Rentema. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 28. Sous-zone à *Ralphimlayites ulrichi* (biozone à *O. (O.) carbonarium*, Albien moyen) de la coupe type du Pongo de Rentema. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 29. Zonation de l'Albien moyen du Texas (d'après Young, 1961 et 1986).
- Figure 30. Sous-zone à *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* (biozone à *O. (O.) carbonarium*, Albien moyen) de la coupe du Pongo de Rentema. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 31. Sous-zone à *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) carbonarium* (biozone à *O. (O.) carbonarium*, Albien moyen) de la coupe de la Quebrada Geshgash. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 32. Sous-zone à *Dipoloceras cristatum* (Albien supérieur basal) de la coupe type de la Quebrada Geshgash. Succession lithologique, répartition de l'ammonitofaune et des autres groupes fossiles et composition spécifique paléogéographique.
- Figure 33. Biozonations comparées, de Benavides Caceres (1956) et de celle élaborée dans ce mémoire, de l'intervalle Albien inférieur à Albien supérieur basal du Bassin Andin septentrional.
- Figure 34. Coupe de la Quebrada Geshgash (Andes centrales). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 35. Coupe de la Chulec (Andes centrales). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 36. Coupe d'Oyón (Nord des Andes centrales). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 37. Coupe de Yanarajo (Nord des Andes centrales). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 38. Coupe de Tamberia Este (Andes centre-nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 39. Coupe de Tamberia Oeste (Andes centre-nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 40. Coupe de Baños del Inca (Andes centre-nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 41. Coupe de Chinchin (Andes centre-nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 42. Coupe de Paria Puquio (Andes nord-est). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 43. Coupe de Puente Zonanga (Andes nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

- Figure 44. Coupe de Corral Quemado, partie inférieure (Andes nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 45. Coupe de Corral Quemado, partie supérieure (Andes nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 46. Coupe du Pongo de Rentema, partie inférieure (Andes nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 47. Coupe du Pongo de Rentema, partie supérieure (Andes nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.
- Figure 48. Coupe du Pongo de Manseriche (Pérou nord). Succession lithologique, répartition de la faune d'ammonites et des autres groupes fossiles et découpage biostratigraphique.

CHAPITRE 3 - PALÉONTOLOGIE DES AMMONITES

- Figure 49. Répartition stratigraphique des familles et sous-familles d'ammonites de l'Albien du Pérou.
- Figure 50. Répartition stratigraphique synthétique de l'ensemble des taxons de l'Albien du Pérou.
- Figure 51. Relations phylétiques entre les espèces péruviennes de la famille des Engonoceratidae.
- Figure 52. Répartition stratigraphique des espèces et des genres de la famille des Engonoceratidae.
- Figure 53. Évolution de la tuberculation au cours de l'ontogénèse de l'espèce *Parengonoceras haasi*. Le spécimen représenté correspond au syntype figuré par Benavides Caceres (1956, pl. 46, figs. 1-2).
- Figure 54. Évolution de la morphologie de *Parengonoceras duartei* au cours de son ontogénèse.
- Figure 55. Morphologies comparées des espèces-type *Glottoceras attenuatum* (d'après Hyatt, 1903, pl. 17, figs. 13-14) et *Knemiceras syriacum* (d'après von Buch, 1849, pl. 6, figs. 1-3).
- Figure 56. Relations phylétiques entre les espèces péruviennes de la sous-famille des Lyelliceratinae.
- Figure 57. Répartition stratigraphique des espèces et des genres de la sous-famille des Lyelliceratinae.
- Figure 58. Évolution de la tuberculation latérale depuis le genre *Prolyelliceras sensu stricto* jusqu'aux *Ralphimlayites* vrais.
- Figure 59. Morphologie et ligne de suture des types de *Lyelliceras lyelli* (d'après d'Orbigny, 1841, pl. 74).
- Figure 60. Morphologies comparées des espèces-types *Neodeshayesites stutzeri* (d'après Riedel, 1937, pl. 7, figs. 5-6) et *Hypancathoplites milletianum* (d'après d'Orbigny, 1841, pl. 77, figs. 1-2, 4-5).
- Figure 61. Répartition stratigraphique des espèces et des genres de la sous-famille des Brancoceratidae.

CHAPITRE 4 - SÉDIMENTOLOGIE ET ORGANISATION SÉQUENTIELLE DES DÉPÔTS SÉDIMENTAIRES

- Figure 62. Coupe de Chulec (Andes centrales). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 63. Terminologie comparée des formations de l'Albien du Bassin Occidental Péruvien.
- Figure 64. Coupe de la Quebrada Geshgash (Andes centrales). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 65. Coupe de Baños del Inca, partie inférieure (Andes centre-nord). Succession lithologique, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 66. Coupe de Tamberia Este (Andes centre-nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 67. Coupe de Tamberia Oeste (Andes centre-nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 68. Coupe de Chinchin (Andes centre-nord). Succession lithologique, cortèges séquentiels et paléo-environnements.

- Figure 69. Coupe de Baños del Inca, partie médiane (Andes centre-nord). Succession lithologique, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 70. Coupe de Baños del Inca, partie supérieure (Andes centre-nord). Succession lithologique, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 71. Corrélations lithostratigraphiques et séquentielles entre les coupes de la région de Cajamarca (Andes centre-nord).
- Figure 72. Comparaison de la terminologie lithostratigraphique et de la biostratigraphie de l'Albien de la région de Celendín (Andes nord-est), développées par Benavides Cáceres (1956), avec celles élaborées dans ce travail.
- Figure 73. Coupe de Paria Puquio (Andes nord-est). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 74. Coupe du Pongo de Rentema, partie inférieure (Andes nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 75. Coupe de Corral Quemado, partie inférieure (Andes nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 76. Coupe de Puente Zonanga (Andes nord). Succession lithologique, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 77. Coupe de Corral Quemado, partie supérieure (Andes nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 78. Coupe du Pongo de Rentema, partie supérieure (Andes nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 79. Corrélations lithostratigraphiques et séquentielles entre les coupes de la région de Bagua Chica - Jaén (Andes nord).
- Figure 80. Terminologie comparée des formations de l'Albien du Bassin Oriental du Pérou et de l'Équateur.
- Figure 81. Terminologie lithostratigraphique et biostratigraphie comparatives de l'Albien du Nord Pérou, développées par Zegarra Ciquero (1963) et dans ce travail, avec celle élaborée par Jaillard *et al.* (1997) pour le Sud Équateur.
- Figure 82. Coupe du Pongo de Manseriche (Pérou Nord). Succession lithologique, texture, figures sédimentaires, faunes, minéraux, cortèges séquentiels et paléo-environnements.
- Figure 83. Légende des figures 62 à 81 (coupes sédimentologiques détaillées et corrélations lithostratigraphiques).
- Figure 84. Coupe de Baños del Inca (Andes centre-nord). Succession lithologique, cortèges sédimentaires et séquences de dépôt.
- Figure 85. Coupe de Paria Puquio (Andes nord-est). Succession lithologique, cortèges sédimentaires et séquences de dépôt.
- Figure 86. Coupe du Pongo de Rentema (Andes nord). Succession lithologique, cortèges sédimentaires et séquences de dépôt.
- Figure 87. Coupes de Chulec et de la Quebrada Geshgash (Andes centrales). Succession lithologique, cortèges sédimentaires et séquences de dépôt.
- Figure 88. Coupe du Pongo de Manseriche (Pérou Nord). Succession lithologique, cortèges sédimentaires et séquences de dépôt.
- Figure 89. Corrélation des séquences de dépôt dans le Bassin Andin septentrional (Pérou) selon un transect Nord-Sud. Les coupes retenues sont chacune représentative d'une des 5 régions définies dans ce mémoire.
- Figure 90. Coupe de référence du Bassin Andin septentrional : Pongo de Rentema (Andes nord). Synthèse des séquences de dépôt majeures et comparaison avec celles de la charte de Hardenbol *et al.* (1998).
- Figure 91. Répartition des formations dans le cadre stratigraphique de l'intervalle Albien inférieur - Albien supérieur basal.

ANNEXE 3 - LISTE DES PLANCHES

CHAPITRE 3 - PALÉONTOLOGIE DES AMMONTITES

- Planche 1. Famille des Engonoceratidae. Genre *Parengonoceras*.
Planche 2. Famille des Engonoceratidae. Genre *Parengonoceras*.
Planche 3. Famille des Engonoceratidae. Genre *Parengonoceras*.
Planche 4. Famille des Engonoceratidae. Genre *Parengonoceras*.
Planche 5. Famille des Engonoceratidae. Genre *Parengonoceras*.
Planche 6. Famille des Engonoceratidae. Genre *Parengonoceras*.
Planche 7. Famille des Engonoceratidae. Genres *Parengonoceras* et *Glottoceras*.
Planche 8. Famille des Engonoceratidae. Genre *Glottoceras*.
Planche 9. Famille des Engonoceratidae. Genre *Glottoceras*.
Planche 10. Famille des Engonoceratidae. Genre *Glottoceras*.
Planche 11. Famille des Engonoceratidae. Genre *Glottoceras*.
Planche 12. Famille des Engonoceratidae. Genre *Glottoceras*.
Planche 13. Famille des Engonoceratidae. Genre *Glottoceras*.
Planche 14. Famille des Engonoceratidae. Genre *Glottoceras*.
Planche 15. Famille des Engonoceratidae. Genre *Glottoceras*.
Planche 16. Famille des Engonoceratidae. Genres *Glottoceras*, *Platinknemiceras* et *Engonoceras*.
Planche 17. Sous-famille des Lyelliceratinae. Genre *Tegoceras*.
Planche 18. Sous-famille des Lyelliceratinae. Genre *Protyelliceras*.
Planche 19. Sous-famille des Lyelliceratinae. Genres *Protyelliceras* et *Ralphimlayites*.
Planche 20. Sous-famille des Lyelliceratinae. Genre *Ralphimlayites*.
Planche 21. Sous-famille des Lyelliceratinae. Genre *Ralphimlayites*.
Planche 22. Sous-famille des Lyelliceratinae. Genres *Ralphimlayites* et *Lyelliceras*.
Planche 23. Sous-famille des Lyelliceratinae. Genre *Lyelliceras*.
Planche 24. Sous-famille des Lyelliceratinae. Genre *Lyelliceras*.
Planche 25. Sous-famille des Acanthohoplitinae. Genre *Neodeshayesites*.
Planche 26. Sous-famille des Acanthohoplitinae. Genre *Neodeshayesites*.
Planche 27. Sous-famille des Acanthohoplitinae. Genre *Neodeshayesites*.
Planche 28. Famille des Desmoceratidae. Genres *Puzosia* et «*Beudanticeras*».
Planche 29. Famille des Desmoceratidae. Genre «*Beudanticeras*».
Planche 30. Famille des Desmoceratidae. Genre *Desmoceras*.
Planche 31. Sous-famille des Brancoceratinae. Genres *Eubrancoceras*, *Parabrancoceras* et *Hysteroceas*.
Planche 32. Sous-famille des Mojsisovicziinae. Genre *Mojsisoviczia* et sous-genre *Oxytrepidoceras*.
Planche 33. Sous-famille des Mojsisovicziinae. Sous-genre *Oxytrepidoceras*.
Planche 34. Sous-famille des Mojsisovicziinae. Sous-genres *Oxytrepidoceras* et *Mirapelia*.
Planche 35. Sous-famille des Mojsisovicziinae. Sous-genres *Mirapelia* et *Venezoliceras*.
Planche 36. Sous-famille des Mojsisovicziinae (sous-genre *Benavidesites* et genre *Dipoloceras*), famille des Anisoceratidae (genre *Protanisoceras*) et famille des Hamitidae (genre *Hamites*).
Planche 37. Famille des Hamitidae (genre *Hamites*) et sous-famille des Douvilleiceratinae (genre *Douvilleiceras*).
Planche 38. Sous-famille des Douvilleiceratinae. Genre *Douvilleiceras*.

ANNEXE 4 - LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE 3 - PALÉONTOLOGIE DES AMMONITES

- Tableau 1. Mesures des spécimens de la famille des Engonoceratidae.
Tableau 2. Mesures des spécimens de la sous-famille des Lyelliceratinae.
Tableau 3. Mesures des spécimens de la sous-famille des Acanthohoplitinae.
Tableau 4. Mesures des spécimens des groupes «annexes»: Desmoceratidae, Brancoceratidae (Brancoceratinae, Mojsisovicziinae), Anisoceratidae, Hamitidae, Douvilleiceratinae.