

N° d'ordre :

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURS ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE D'ORAN**

**FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE, DE GEOGRAPHIE ET DE  
L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE**

**DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE**

**MEMOIRE**

**Présenté pour l'obtention du  
Grade de Magister**

**Biostratigraphie et Paléontologie des Ammonites du Lias  
des Monts du Nador (Tiaret, Algérie occidentale)**

**Par**

**Fatiha DOUAS BENGOUDIRA**

M <sup>r</sup> A. SEBANE, Maître de conférences (A), Université d'Oran	Président
M <sup>me</sup> A. SEBANE, Maître de Conférences(A), Université d'Oran	Rapporteur
M <sup>r</sup> M. BENHAMOU, Professeur, Université d'Oran	Examineur
M <sup>r</sup> B. KHARROUBI, Maître de Conférences (A), Université d'Oran	Examineur

**Oran, 2012**

Je dédie ce mémoire

A mes parents,

Qui m'ont été d'un grand soutien moral pour l'achèvement de ce travail, et qui est le fruit de leur immense sacrifice et leur majestueuse tendresse. Je ne puis exprimer toute l'affection que je leur porte.

A mes très chers frères et à ma sœur qui m'ont aidé, soutenu et encouragé à achever ce travail. Leur amour et leur compréhension m'ont été d'un grand secours.

## Table des matières

	Pages
Avant-propos	3
Résumé	4
<i>Premier chapitre : Généralités</i>	
I. INTRODUCTION	6
II. CADRE GEOGRAPHIQUE	6
1. Cadre géographique général	6
2. Cadre géographique du secteur d'étude	8
III. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL	8
1. Cadre structural des Monts du Nador	8
2. Aperçu géologique des Monts du Nador	9
IV. HISTORIQUE	11
<i>Deuxième chapitre : Biostratigraphie</i>	
I. INTRODUCTION	15
II. HISTORIQUE	15
- Le stratotype du Toarcien	16
III. BUT ET METHODES D'ETUDE	18
1. But d'étude	18
2. Méthodes d'étude	19
IV. SUCCESSION LITHOLOGIQUE ET ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE	19
A. Succession lithologique	19
1. Introduction	19
2. Localisation des coupes	19
3. Description lithostratigraphique	19
B. Attribution biostratigraphie	25
1. Zonation du Toarcien	25
1.1. Toarcien inférieur	27
1.2. Toarcien moyen	27
1.3. Toarcien supérieur	28
2. Corrélation avec le NW Européen	29

## *Troisième chapitre : Paléontologie*

I. INTRODUCTION	32
II. LES HILDOCERATACEAE	32
A. Les critères taxinomiques: forme, espace et temps	32
1. L'espèce	32
2. Le genre	34
3. La famille	34
4. Critères temporels	35
5. Critères spatiaux	35
B. Caractères généraux des HILDOCERATACEAE	35
- Caractères significatifs	35
III. ETUDE SYSTEMATIQUE	38
IV. LES MODALITES DE L'EVOLUTION CHEZ LES HILDOCERATACEAE	45
1. Evolution des Harpoceratinaes	45
2. Evolution des Hildoceratinaes	48
V. RECONSTITUTION PHYLOGENETIQUE	52
1. Première approche	52
2. Deuxième approche	54
2.1 Les tentatives cladistiques	54
2.2 L'analyse cladistique	55
2.3 Choix des taxons représentatifs	55
2.4 Caractères morphologiques et codage	55
2.5 Résultats	57
3. Comparaison entre les 2 approches de reconstitution phylogénétique	60

## *Quatrième chapitre : Paléogéographie*

I. INTRODUCTION	62
II. PALEOENVIRONNEMENT	62
III. REPARTITION PALEOGEOGRAPHIQUE DES AMMONITES PENDANT LE LIAS	62
Conclusion générale	66
Références bibliographiques	67
Liste des figures	77
Planches	

## Avant-propos

Avant tout, je remercie le **DIEU** le tout puissant qui nous a offert sagesse et santé afin de réaliser ce modeste travail.

C'est avec un vif plaisir que je désire remercier les nombreuses personnes qui, par leur aide, leurs conseils et leur encouragement ont contribué à la réalisation de ce mémoire :

Je voudrais exprimer ma profonde gratitude à Madame A. SEBANE qui a accepté de suivre de plus près ce travail, elle n'a cessé de me prodiguer ses conseils qui ont toujours été source de progrès, j'espère que ce travail sera à la hauteur de ce qu'elle attend, qu'elle accepte ma sincère reconnaissance.

J'adresse ma profonde reconnaissance à Monsieur A. SEBANE, sans son aide ce travail n'aurait pas pu être réalisé. Il a consacré une grande partie de son temps sur le terrain par un climat très rude, en reprenant la coupe et en récoltant les ammonites qui ont fait l'objet de ce travail. Je lui exprime ma profonde reconnaissance pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury, qu'il trouve ici l'expression de mes vifs remerciements

Je suis très heureux de compter parmi les membres de jury Monsieur M. BENHAMOU qui malgré ses nombreux engagements s'est intéressé à ce travail et a eu l'obligeance de le juger. Qu'il trouve ici toute ma reconnaissance.

J'adresse ma profonde reconnaissance à Monsieur B. KHARROUBI qui m'a fait l'honneur de juger ce travail. Je lui exprime toute ma gratitude.

Je ne saurais comment remercier Monsieur F. ATROPS, professeur à l'université Claude Bernard de Lyon, qui m'a bien accueilli dans son laboratoire pendant mon stage à Lyon, il a toujours été disponible malgré ses diverses occupations, les discussions et conseils qu'il m'a prodigués m'ont permis d'affiner mon travail, je le prie de bien vouloir trouver ici le témoignage de ma profonde gratitude.

Je remercie également Monsieur A. PRIEUR qui m'a toujours facilité l'accès aux collections.

Mes très vifs remerciements vont aux ingénieurs ; Messieurs D. BENFERHAT et I. LAGROUM, qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Enfin, je dois beaucoup à mes parents, ma sœur et mes frères, qui m'ont apporté un grand soutien pendant toute la période de rédaction, je ne saurais comment exprimer mes sentiments.

## **Résumé**

Le présent travail repose sur la détermination de la faune d'ammonites récoltées dans les séries marno-calcaires du Lias moyen et supérieur du Djebel Es-Saffeh (Monts du Nador de Tiaret, Algérie occidentale). L'essentiel de l'étude paléontologique se situe au niveau générique; elle a également été complétée par une étude statistique en traitant les différents caractères à l'aide du Logiciel PAST (Paleontological Statistic Analys).

Les coquilles d'ammonites portent des caractères suffisamment nombreux et informatifs pour permettre de reconstruire des phylogénies. La ligne de suture apparaît par exemple comme un caractère complexe largement indépendant de la géométrie de la coquille et permet d'établir des homologues fiables.

L'analyse de la faune toarcienne repose sur les caractères morphologiques et ornementaux tels : la section du tour, la taille et l'involution de la coquille, la complexité de la ligne de suture, l'inflexion de la ligne radiale, l'épaisseur des côtes et la morphologie de la paroi ombilicale

Quatre familles sont présentes : les *Dactylioceratidae*, les *Hildoceratidae*, les *Phylloceratidae* et les *Lytoceratidae*.

Les reconstructions phylogénétiques vont avec la succession stratigraphique des taxons pour placer ces hypothèses dans le contexte temporel. Un essai de reconstitution phylogénétique faisant appel à deux approches qui aboutissent à des hypothèses de relations phylogénétiques a été abordé.

La première approche interprète les données morphologiques dans leur contexte paléogéographique et biostratigraphique.

La seconde utilise l'analyse cladistique ; elle utilise également des arguments morphologiques, dans un contexte d'analyse de parcimonie. Elle a permis de proposer une hypothèse phylogénétique à l'échelle de la famille.

L'échantillonnage a conduit à la sélection de 12 taxons d' *Hildoceratidae* (genres) jugés représentatifs de la diversité des formes rencontrées. Trois taxons sont considérés comme extra groupe : ce sont le genre *Callyphyloceras* et le genre *Partshiceras* appartenant à la famille des *Phylloceratidae* et le genre *Lytoceras* à la famille des *Lytoceratidae*.

La topologie générale de l'arbre de consensus indique que les *Hildoceratinae* s.l. constituent un groupe monophylétique : *Hildaites*, *Orthildaites*, *Hildoceras* et *Mercaticeras*. D'autres rameaux se détachent avec les genres, *Harpoceratoïdes*, *Harpoceras* et *Polyplectus*

La comparaison entre les deux approches montre une certaine analogie dans l'histoire évolutive des ammonites étudiées. Les résultats impliquant une succession anagénétique du groupe confirment ainsi le modèle proposé par GABILLY (1976 a).

Les associations fauniques qui caractérisent les huit (8) zones pour le Toarcien se reconnaissent dans la reconstitution chronobiostratigraphique.

Enfin, une concordance phylostratigraphique des ammonites étudiées ressort aisément de la méthode cladistique

**Mots-clés :** Ammonites, Toarcien, Nador, taxinomie, phylogénie, cladistique, histoire évolutive, monophylie, anagénétique.

# ***Premier chapitre : Généralités***

## I. INTRODUCTION

Dans le cadre d'une étude biostratigraphique et paléontologique des faunes d'ammonites du Toarcien, le Djebel Nador (Tiaret, Algérie occidentale) constitue une région favorable où le Toarcien est bien enregistré, Les coupes relevées livrent une riche faune d'ammonites de cet étage.

Les ammonites, du fait de leur enroulement spiral qui permet de conserver les stades successifs du développement individuel depuis le stade jeune jusqu'au stade adulte, constituent un modèle de choix pour l'étude de l'ontogénèse. L'un des objectifs de la présente étude sera de reconsidérer la phylogénie du groupe, à travers deux approches différentes : □□ l'une aboutissant à un arbre évolutif se fondant sur la cohérence entre les données morphologiques, paléogéographiques et stratigraphiques ; □ et l'autre aboutissant à des hypothèses de relations de parentés se fondant sur une analyse de parcimonie des caractères morphologiques seuls.

## II. CADRE GEOGRAPHIQUE

### 1. Cadre géographique général (Fig.1)

A environ 40km au SE de Tiaret, les Monts du Nador forment un alignement de reliefs orientés SW-NE qui culminent à (1508m) au Djebel Chemeur. Ils s'étendent sur 45km environ depuis le Djebel En Nador à l'Ouest jusqu'au Djebel Goudjila à l'Est. Ils se développent dans une zone de transition située entre les Hautes Plaines oranaises au Sud et le plateau du Sersou au Nord (Atrops & Benest, 1981). Ces Monts appartiennent au domaine préatlasique (Caratini, 1970 ; Guiraud, 1973 ; Elmi, 1978-1984).

La chaîne du Nador, est subdivisée en trois grands ensembles de chaînons, allongés selon trois directions principales (fig.1- 2) :

1. Un chaînon occidental représenté par « Beloulid » de direction N.70°E : il s'allonge sur environ 20km et il comprend plusieurs sommets :
  - Djebel En Nador (1455m) ;
  - Djebel Ben en N'Sour (1474m) ;
  - Djebel Rekbet Er Retem (1428).
2. Un chaînon médian représenté par « Harmela » de direction SSW-NNE: il montre un alignement de reliefs comprenant :
  - Djebel Harchaou occidental (1479m) ;
  - Djebel Es Safeh (1475m) ;
  - Djebel Sekouma (1371).
3. Un chaînon oriental représenté par « Bezzez » de direction WSW-ENE, il comprend : les reliefs suivants :

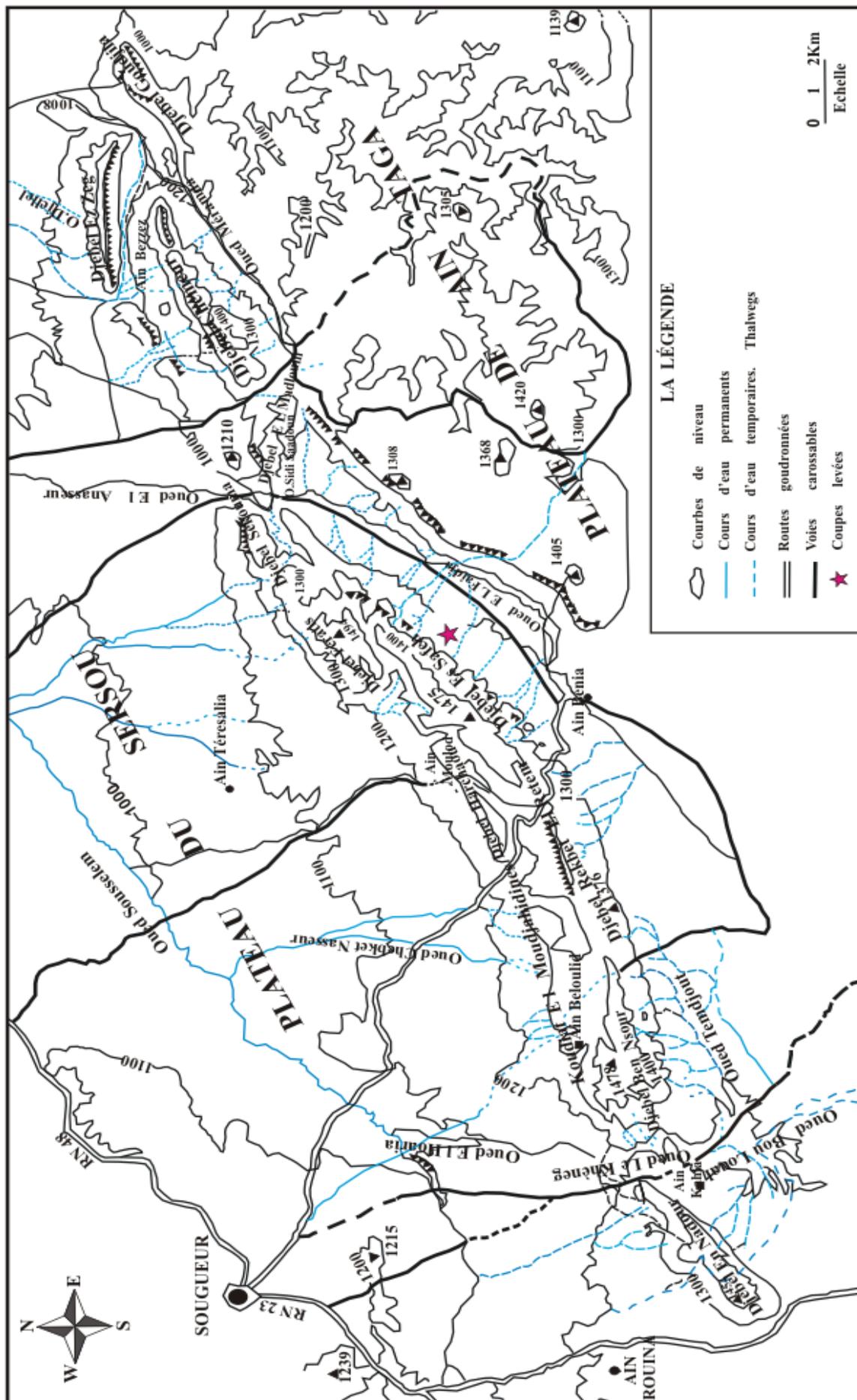


Fig.1 : Situation géographique des Monts du Nador (Ouared, 1987).

- Djebel El Medloun (1385) ;
- Djebel Chemeur (1500m) ;
- Djebel Harchaou oriental (1380m) ;
- Djebel Goudjila (1232m).

## **2. Cadre géographique du secteur d'étude**

Le secteur étudié est localisé dans le Djebel Es-Safeh (Fig.1) ; il se situe à 45 km au SE de Tiaret. Il est limité au Nord par les Hautes Plaines du Sersou, à l'Ouest par la route Sougueur (ex. Trézel)-Bénia, au Sud par le village de Bénia et le plateau de Taga et à l'Est par Sidi Saadoun et le Djebel Chemeur.

## **III. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL**

### **1. Cadre structural des Monts du Nador**

La chaîne du Nador est affectée par un système d'accidents qui s'organisent selon trois directions principales (Fig.2) :

#### **a- Des accidents de direction atlasique (NE-SW)**

Cet ensemble de fractures se dispose du Nord vers le Sud en trois faisceaux subparallèles :

- Le faisceau de la zone d'Ain El Adjar-El Kebar, situé dans la partie NW ; il sépare la chaîne du Nador du plateau du Sersou.
- Le faisceau de la zone de Harmela ; il forme une limite entre les formations liasiques et celles du Jurassique supérieur.
- Le faisceau de Faidja ; il forme une limite entre la chaîne plissée du Nador et le plateau d'Ain Taga.

#### **b- Des transversales sub- méridiennes**

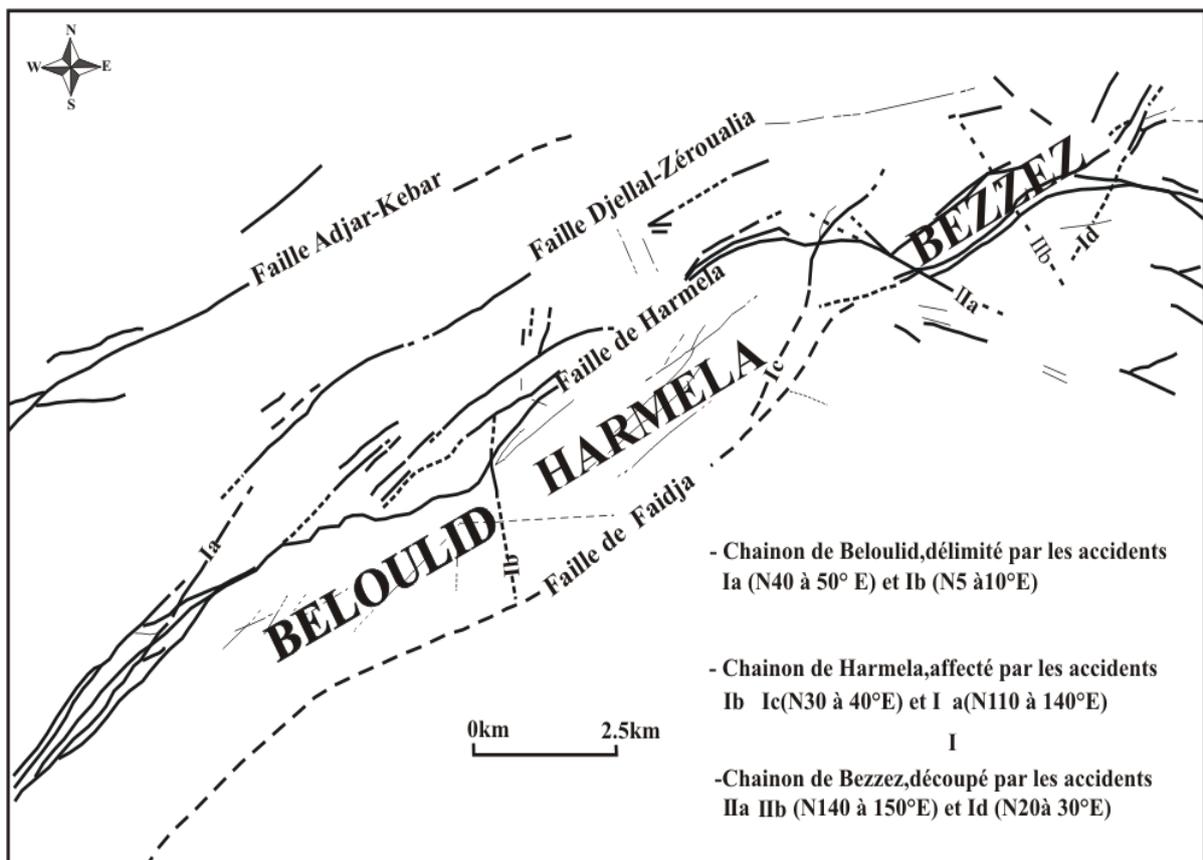
Elles correspondent à des décrochements sénestres et dextres (Lucas, 1952 ; Caratini, 1970). Elles sont parallèles aux transversales de direction N10, définies par Glageaud (1951). Les principales directions responsables du morcellement de la chaîne du Nador en plusieurs chainons (Beloulid, Harmela, Bezzaz) sont sensiblement parallèles aux grands transversales définies par Glangeaud (1951), Guiraud (1973) et Elmi (1970,1972) :

- La première transversale de Teniet el Haad affecte la partie orientale du Djebel Nador.

- La deuxième Transversale d'El Bayad-Tiaret parcourt la bordure occidentale du Djebel Nador et marque la frontière entre le domaine tlemcénien à l'Ouest et le domaine préatlasique à l'Est (Guiraud, 1973).

c- Des accidents de direction NW-SE

Les accidents de direction NW-SE (Deleau 1935,1948); Caratini, 1971; Elmi 1970,1978) sont peu marqués dans le Djebel Nador. Ils affectent essentiellement les formations dolomitico-calcaires du Jurassique supérieur et Crétacé inférieur reconnus dans le plateau d'Ain Taga.



**Fig.2 :** Principaux chainons et linéaments structuraux des Monts du Nador (Ouared, 1987).

## 2. Aperçu géologique des Monts du Nador (Fig.3)

La chaîne du Nador montre une série de crêtes alignées SW-NE. Elle est constituée de terrains jurassiques. Elle s'organise en trois unités topographiques observables du Nord au Sud :

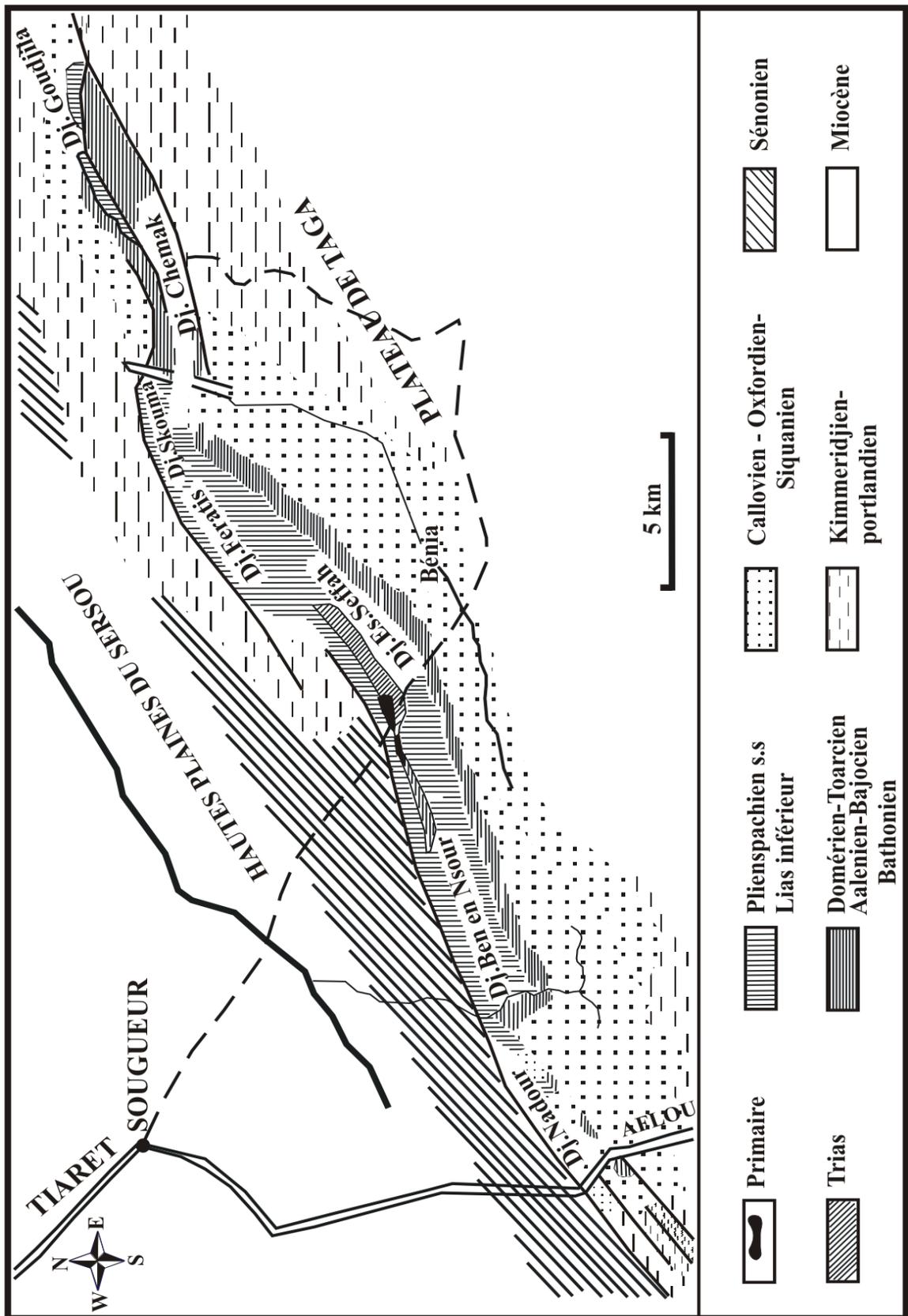


Fig.3 : Carte géologique du Djebel Nador d'après Deleau (1984) et Lucas (1952) in Sebane (1984).

- Chaîne du Nador :

Elle correspond à un anticlinal à cœur liasique déversé vers le NW, le flanc Sud est nettement moins perturbé et montre un bon développement de la série Jurassique (Elmi et *al.*, 1974). Les horizons fossilifères sont localisés dans le Lias moyen et supérieur.

- Vallée de Faidja

Elle est occupée par des marnes du Jurassique supérieur (Oxfordien). Ces dépôts sont parfois recouverts par des sédiments du Miocène et du Plio-Quaternaire.

- Plateau de Taga

Il occupe le flanc Sud de la structure anticlinal du Nador. Il est représenté par des formations dolomitico-calcaires du Jurassique supérieur qui montrent un faible pendage et une grande extension vers le Sud.

#### IV. HISTORIQUE

La partie historique évoquée dans ce travail sera consacrée uniquement aux travaux importants qui ont marqué l'histoire géologique de la région du Nador.

M.L. Ville (1852) fut l'un des premiers géologues à visiter les Hautes Plaines algériennes. Il pénétra jusqu'au Djebel Nador. L'étude régionale de la partie occidentale de la province d'Oran, le conduit à déduire que les dolomies jurassiques sont essentiellement métallifères.

P. Deleau (1935, 1948), donne une synthèse des grandes lignes structurales ainsi que les bases de la stratigraphie des Monts du Nador et de Chellala-Reibell. On lui doit la première carte géologique du Nador. Son étude servira de base pour les futurs travaux.

Dans la coupe située au Nord du four à chaux de Bénia, il découvre une riche faune d'Ammonites qui indique un âge allant du Domérien au Toarcien. La succession décrite se présente de bas en haut :

- Des marnes bleues et vertes à petits bancs de marno-calcaires à *Phylloceras* et *Hildoceras bifrons* permettant de reconnaître la zone à Bifrons (ép.20m).
- Une alternance de marnes rougeâtres et de bancs calcaires marneux rougeâtres également, à *Hildoceras bifrons* (ép.5.50m).
- Un banc de calcaires marneux rougeâtres à *Coeloceras* et *Dactylioceras* (15cm) ;
- Une alternance de marnes et de calcaires marneux rougeâtres (ép.2m).

- Une alternance de marnes gris blanchâtre et grises et de bancs calcaires marneux gris contenant des *Lytoceras jurensis* (ZIETEN), des bélemnites associés à *Terebratula (Dictiothisis)* sp.cf. *T.rossii* (CANAV.) et à *Posidonmya bronii* (VOLZ) (ép.4m) ;
- Des calcaires marneux sublithographiques à *Lytoceras* du gr. *Lytoceras tortum* (QUENST). *Seguenziceras ruthenense* (REYNES), *S. micrasterias* M.g.h., *S. delcampanei* (FUC), *Coeloceras cf. desplacei* (d'ORB.) (ép.15 à 20m) ;
- Des calcaires marneux et marnes blanches à *Lytoceras* du gr. *L. ovimontanum* (GEYER), *Seguenziceras cornacaldense* (TAUSCH) et *Pecten (Chlamys)*, *Zigloplocus* (DIBLAS) (ép.3 à 4m).

G. Lucas (1952) dans son étude synthétique portant sur la bordure des Hautes Plaines oranaises. Il apporte ainsi des précisions sur la stratigraphie et la paléogéographie du Jurassique de Djebel Nador, les attributions proposées sont :

- \* calcaires marneux et marnes blanches à *Lytoceras* : Domérien moyen.
- \* calcaires marneux sublithographiques affectés par des accidents siliceux, à *Lytoceras tortum* (QUENST) : Domérien moyen-supérieur.
- \* alternance marno-calcaire rougeâtre ayant livré une nouvelle faune d'ammonites : *Polyplectus discoïdes* (ZIET), *Mercaticeras mercati* (HAUER), *Hildoceras bifrons* (BRUC), *Hildoceras cf. semipolitum* (BUCK) et *Hildoceras sublevisoni* (FUC) : Toarcien.

La série est complétée par des calcaires marneux bleus, des marnes schisteuses (20m) et des calcaires, sans intercalations marneuse, à accidents siliceux, présentant souvent des *Cancellophycus* et du sommet desquels, il a trouvé *Macrocephalites* et des *Reineckeia*. L'ensemble des calcaires à silex est rapporté à l'Aalénien-Callovien (ép.150m).

C. Augier (1967) étudie la couverture sédimentaire des hauts plateaux, qu'il subdivisera en trois groupes de formations :

\* Groupe carbonaté inférieur : constitué par les formations suivantes :

+ Formation carbonatée de Bouloual subdivisée en deux membres :

- membre inférieur : Dolomies cristallines d'âge Lias inférieur, surmontées par des calcaires marneux sublithographiques à silex que G. Lucas (1962) avait attribués au Domérien moyen-supérieur et plus tard S. Elmi et *al.*, (1974) rapporteront au Carixien. Ces derniers correspondent aux calcaires à silex inférieur du Nador (Elmi et *al.*, 1974).

- membre supérieur : il correspond à la formation des marno-calcaires de Bénia (S.Elmi et *al.*, 1974). Elle a livré dans sa partie basale une faune composée de *Protogrammoceras* et *Fuciniceras* indiquant le Domérien inférieur.

Dans sa partie médiane J. REVERT a récolté un *Amaltheus margaritatus* (Elmi et *al.*, 1974, pl.1, fig.1).

+ Formation des marnes d'Es-Saffeh (ép.50 à100m), constituée par des marnes verdâtres à rougeâtres, pourvues de minces intercalations de marno-calcaires ou calcaires marneux.

+ Formation des calcaires du Nador (130 à 210m), cette formation correspond aux calcaires à silex supérieurs du Nador (Elmi et *al.*, 1974).

\* Groupe carbonaté détritique (Callovien-Séquanien).

\* Groupe carbonaté supérieur (Kimméridgien-Barrémien).

C. Caratini (1970) entreprend une étude géologique de la région Chellala et du Nador, basée sur les travaux antérieurs de C.Augier, (1967) ; il reconnaît les formations suivantes :

+ Formation des Dolomies de l'oued Bouloual ayant sur âge anté-domérien.

+ Formation des calcaires marneux à silex inférieur attribuée par le même auteur au Domérien et que plus tard Elmi et *al.*, (1974) rapporteront au Carixien.

+ Formation des marno-calcaires de Bénia, subdivisée en cinq termes (a-e) que nous verrons ultérieurement.

S. Elmi et J.C Faugeres (1973), signalent la présence d'un *Amaltheus margaritatus* Montf. (Faune boréale) dans un secteur (Dj. Nador) se rattachant au domaine atlasique (secteur mésogéen) représenté surtout par une abondance des Hildoceratides-Harpoceratides.

S. Elmi, F. Atrops et C. Mangold (1973-1974), établissent une biostratigraphie précise de l'ensemble Domérien-Toarcien de l'Algérie occidentale. Dans le Nador, leur étude biostratigraphique réalisée dans la formation des marno-calcaires de Bénia, complète celle établie par (Caratini, 1970) en y ajoutant un sixième terme f (calcaire à silex et à *Zoophycos*).

F. Atrops et M. Benest (1981) mettent en évidence deux passées marno-calcaires situés à la partie supérieure de la formation des argiles de Faidja qui ont livré des faunes d'ammonites de l'Oxfordien supérieur (zone à Planula) e du Kimméridgien inférieur (zones à Hypsolocyclum et à Divisum). Ces données biostratigraphiques nouvelles leurs permettent d'établir pour la première fois des corrélations précises avec les formations sans ammonites définies plus à l'Ouest.

S. Elmi et B. Callo-Fortier (1985) utilisent les coupes du Toarcien et de l'Aalénien du Djebel Es-Saffeh (Elmi et *al.*, 1974) et établissent la position stratigraphique de plusieurs groupes d'ammonites à affinités mésogéennes (*Paradumortieria* et *Pleydellia flamandi* du début de la zone à Aalensis, relais *Nodorites-Vacekia* à la fin du Toarcien).

Grace à ces bases stratigraphiques, ils ont pu mettre en évidence certaines polarités évolutives chez les *Pleydellia* (modification de l'aire ombilicale) et *Nadorites* (section ventrale et ornementation).

## *Deuxième chapitre : Biostratigraphie*

## I. INTRODUCTION

L'étage Toarcien présente une grande confusion au niveau des divisions zonales. Les recherches fondamentales, intéressant un cadre géographique vaste (Algérie occidentale) riche en gisement d'ammonites, ont permis à Elmi (1969, 1974, 1985), à Elmi et *al.*, (1973, 1974) et Atrops et *al.*, (1971) d'apporter des précisions importantes, en particulier des mises au point sur la biostratigraphie de l'Oranie et de situer cette région dans le domaine téthysien. Ce travail reste difficile, le matériel récolté par ces auteurs est disjoint dans l'espace, car récolté dans des bassins différents ; de plus il est difficile que deux échantillons récoltés dans deux localités différentes sont très exactement contemporains.

## II. HISTORIQUE

Le mot Toarcien fut utilisé pour la première fois en 1849 par A. d'Orbigny dans son Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques, vol. I, p. 157.

L'année suivante il donne une définition plus précise page 606 du tome I, Céphalopodes de la Paléontologie française : "3e Étage : TOARCIEN, d'Orb. Ce nom est dérivé de la ville de Thouars (Toarcium), Deux-Sèvres, où l'on ne trouve que cet étage sur les roches azoïques ; où il a le plus beau développement en France, et peut être regardé comme le point type, point étalon. C'est la zone à *Lima gigantea*, et de l'*Ammonites bifrons*".

En 1852, dans le fascicule II du 2e volume, p. 463-477, de son Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques, figure une étude plus complète de l'étage avec description des coupes types, indiquant pour la région de Thouars la coupe des carrières de Verrines (actuellement Vrines) où il y reconnaît 10 niveaux. En seconde version il propose de donner le nom de Toarcien à cet étage nommé jusqu'à présent Lias supérieur.

La première coupe précise du Lias de Vrines a été levée par E. Eudes-Deslongchamps en 1864. Ces coupes du stratotype ont été décrites plus en détail par A. de Grossouvre (1887) et A. Fournier (1891) qui ont relevé les inexactitudes de la coupe publiée par A. d'Orbigny. La première étude du Lias supérieur au (Centre-Ouest de la France) a été effectuée par de Longuemar Le Touze (1870) dans le département voisin de la Vienne, où cet auteur a reconnu une assise calcaire à *Ammonites bifrons*, surmontée de marnes contenant *Ammonites radians* et *Ammonites primordialis*. Des travaux ont été entrepris ensuite par P. Glangeaud (1895), puis par J. Welsch (1911), ils ont permis à ce dernier de mettre en évidence les sept zones d'ammonites définies par S. S. Buckman en Angleterre.

La révision du Toarcien à Thouars et dans le Centre-Ouest de la France par J. Gabilly a donné un nouvel essor à l'étude de cet étage (1954 ; 1961, p. 345-356 ; 1962, p. 682 ; 1964b, p. 193-201 ; 1976a, p. 15-33 ; 1976b, p. 7-18). En effet, il a d'une part substitué à la notion de "type d'étage basé sur une coupe" celle plus large de "*région-type*", en utilisant pour cela plusieurs relevés de coupes aux environs de Thouars et dans le Centre-Ouest. Et d'autre part,

il a également subdivisé l'étage en 27 horizons, chacun de ces horizons correspondant à une unité biostratigraphique désignée par une ammonite indice.

Récemment, en juin 1997, dans la Biostratigraphie du Jurassique ouest européen et méditerranéen, le Groupe Français d'Étude du Jurassique a retenu pour le Toarcien du domaine nord-ouest européen, 8 zones, 19 sous-zones et 34 horizons, augmentant ainsi la précision relative de la datation des fossiles contenus dans les dépôts de cet étage.

#### - **Le Stratotype du Toarcien:**

La première coupe a été choisie par d'Orbigny (1852) comme stratotype de l'étage Toarcien. Elle se trouve à Rigollier près de Vrines, au NW de Thouars (Deux-Sèvres). Au dessus de la surface usée du Pliensbachien gréseux, on observe, de bas en haut, la succession suivante :

La partie basale du profil type est constituée par un calcaire gréseux (banc1), au dessus vient un calcaire bioclastique, compact, roux, extrêmement fossilifères, devenant marneux par endroit et contenant des oolithes ferrugineux. Dans ces bancs inférieurs, les faunes se trouvent réparties comme suit, de bas en haut :

**1-2** (0.00 à 0.20m) : *Harpoceratoides strangewaysi* (SOWERBY), *Harpoceras elegans* (SOWERBY) très rares, *Dactylioceras* sp., *Hildaites* sp.

**3** (0.00 à 0.15m) : *Harpoceras pseudoserpentinum* nov.sp., *Hildaites aff. levisoni* (SIMPSON), *Hildaites aff. borealis* (SEEBACH), *Hildaites propeserpentinus* (BUCKMAN), *Dactylioceras* sp.

**4** (0.15 à 0.25m) : en haut : *Hildoceras lusitanicum* (MEISTER) très fréquents, *Frechiella subcarinata* (YOUNG et BIRD) rare ; au dessous : *H. sublevisoni* (FUCINI), *Harpoceras falciferum* (SOWERBY), *Dactylioceras commune* (SOWERBY).

**5** (0.25 à 0.30m) : *Hildoceras semipolatum* (BUCKMAN), *H. bifrons* (BRUGUIERE), *Harpoceras subplanatum* (OPPEL), *Harpoceras* sp., *Phymatoceras narbonense* (BUCKMAN).

**6** (0.40 à 0.60 m) : *Haugia variabilis* (d'ORBIGNY), *H. jugosa* (SOWERBY), *Denckmannia malagma* (DUMORTIER), *D. pustulosa* (QUENSTEDT), *D. pseuderberbaensis* nov .sp., *Plagiostoma* sp.

Au dessus du banc 6, le faciès change et on trouve jusqu'au banc 42 des marnes et des calcaires argileux renfermant de nombreuses oolithes ferrugineuses et phosphatées ; la succession des faunes s'y poursuit, de bas en haut, de la façon suivante :

**7** (0.23m) : marnes avec miches de calcaire argileux renfermant *Haugia* sp. gr. *Illustris* (DENCKMANN), *Lytoceras sublineatum* (OPPEL), *Dactyloteuthis* sp.

**8** (0.08m) : calcaire argileux avec oolithes ferrugineuses ne contenant que des ammonites du sous-genre *Haugia* (*Haugiella*), et presque exclusivement l'espèce *H. (H) vitiosa* (BUCKMAN).

**9-10** (0.30m) : avec *Pseudogrammoceras struckmanni* (DENCKMANN non BUCKMAN), *P. bingmanni* (DENCKMANN non BUCKMAN), *P. saemanni* (DENCKMANN non DUMORTIER), *P. latescens* (SIMPSON), *P. aff. muelleri* (DENCKMANN), *Haugia (Haugiella* nov. Sub - gen.) *vitiosa* (BUCKMAN)- 1seul échantillon, *Variamussium pumilum* (LAMARCK) très abondant.

**11** (0.14à0.19m) : marnes à *Pseudogrammoceras aff. doerntense* (BUCKMAN non DENCKMANN), *Grammoceras peneglubrum* (MONESTIER), *Pseudolioceras cf. wurttengeri* (DENCKMANN), *Dactyloteuthis* sp., *Variamussium pumilum* (LAMARCK).

**12** (0.06 à0.10 m) : calcaire argileux avec *Pseudogrammoceras doerntense* (DENCKMANN), variété typique et variété à cotes bifurquées, *P. orbigny* BUCKMAN, *Grammoceras cf. peneglubrum* (MONESTIER), *Pseudolioceras cf. wurttengeri* (DENCKMANN).

**13** (0.10m) : marnes avec oolithes ferrugineuses et *Pseudogrammoceras aff.muelleri* (DENCKMANN), *Ramoneras peneglubrum* (MONESTIER), espèce microconche pourvue d'apophyses jugales, *Grammoceras aff. striatulum* (SOWERBY), *Pseudogrammoceras doerntense* (DENCKMANN), *Pseudolioceras aff. Wurttengeri* (DENCKMANN),

*Variamussium pumilum* (LAMARCK), *Dactyloteuthis* sp.

**14** 0.10m : calcaire argileux avec *Grammoceras thouarsense* (d'ORBIGNY), *Pseudogrammoceras aff.muelleri* (DENCKMANN).

**15-17** (0.40m) : marnes bleues dominantes contenant des oolithes ferrugineuses et *Grammoceras thouarsense* (d'ORBIGNY), *Grammoceras cf. penestriatulum* (BUCKMAN), *Grammoceras thouarsense comptum* (HAUG), *Pseudogrammoceras differens* ERNST, *P. differens pseudostruckmanni* nov. subsp., *Esericeras eseri* (OPPEL), *Esericeras occidentale* (HAUG), *Esericeras fascigerum* (BUCKMAN), *Esericeras* sp.

**18-19** (0.45m) : calcaire argileux roux avec oolithes ferrugineuses et *Pseudogrammoceras fallaciosum* (BAYLE).

**20-22** (0.38m) : où les calcaires argileux avec oolithes ferrugineuses deviennent prédominants et renferment : *Hammatoceras insigne* (SCHUBLER), *H. speciosum* (JANENSCH), *H. cappucinum* (BUCKMAN), *H. pachu* (BUCKMAN), *Physeogrammoceras dispansum* (LYCETT), *P. werthi* (DENCKMANN).

**23-24** au dessus, sur (0.15-0.20 m) on trouve : *Gruneria gruneri* (DUMORTIER), les échantillons de cette espèce sont très nombreux mais très difficiles à dégager. On trouve aussi, plus rarement : *Gruneria gaudryi* (MONESTIER).

**25-28** sur (0.40m), viennent ensuite : *Dumortieria levesquei* (d'ORBIGNY), *D. striatulocostata* (QUENSTEDT), *D. cf. munieri* (HAUG), *Catulloceras dumortieri* (THIOLLIERE).

**29-35** sur (0.80m) : viennent : *Dumortieria explanata* BUCKMAN, *D. signata* (BUCKMAN), *D. lata* (BUCKMAN), *D. cf. diphyes* (BUCKMAN), *D. aff. brancoi* (BENECKE), c'est-à-dire des *Dumortieria* comprimées dont la costulation est fine et les cotes subflexiradiées.

**36-37** sur (0.20m), *Pleydellia mactra* (DUMORTIER), est extrêmement fréquente ; elle est accompagnée de *P. paucicostata* (BUCKMAN), et probablement par *Dumortieria moorei* (LYCETT) ; cette dernière espèce est plus rare que *P. mactra* (DUMORTIER), et ne peut en être distinguée que sur les meilleurs échantillons.

**38-42** sur (0.40m), les *Pleydellia subcompta* (BRANCO) dominent, ce sont des formes très finement costulées et striées, avec paroi ombilicales différenciée ; elles sont plus évolutées, moins comprimées et ont une périphérie moins aigüe que les *Pleydellia* du groupe buckmani. par contre, elles sont très voisines de *P. mactra* (DUMORTIER), dont elles ne diffèrent que par leur paroi ombilicale différenciée, leurs cotes plus nettement flexiradiées et plus infléchies latéralement. on trouve aussi, à ce niveau, des *Pleydellia* à cotes simples et flexiradiées, telles que *P. arcuata* (BUCKMAN), *P. folleata* (BUCKMAN), et, déjà, de rares exemplaires du groupe *aalensis*.

**43-54** (1.25m) : bancs minces de calcaires argileux alternant avec des marnes et où dominent des *Pleydellia* du groupe *aalensis*, dont *P. aalensis* (ZIETEN) et *P. lotharingica* (BRANCO) ; celle-ci sont accompagnées par des formes striées, plus rares, assez évolutées, à bande ombilicale différenciées, du groupe *subcompta* (BRANCO). Au sommet de cet horizon, apparaissent d'assez rares *Homoeorynchia* du groupe *Cynocephala* (RICHARD) et des *Gryphaea* du groupe *beaumonti* (RIVIERE).

**55-56** (0.08 à 0.10m) : calcaire argileux très fossilifères avec : *Pleydellia buckmani* (MAUBEUGE), *p. (Canavarina) venustula* (BUCKMAN), *p. spathi* (MAUBEUGE), *P. comata* (BUCKMAN).

### III. BUT ET METHODES D'ETUDE

#### 1. But d'étude

L'objectif de ce travail consiste à l'étude taxinomique et biostratigraphique des Ammonites récoltées dans les niveaux marno-calcaires du Lias du Djebel Nador, (Tiaret). Cette étude est donc entreprise dans le but de :

- Reconnaître la succession lithostratigraphique du secteur étudié, à partir des coupes levées banc par banc ;

- Etablir une étude systématique des principaux groupes d'ammonites rencontrées ;
- Etablir une répartition biostratigraphique des faunes d'ammonites toarciennes ;
- Tenter à reconsidérer la phylogénie du groupe étudié on suivant deux approches aboutissant à des hypothèses de relations de parentés.

## **2. Méthodes d'étude**

Nos résultats sont basés sur le levé banc par banc de deux profils situés sur le flanc sud du Djebel Es-Saffeh (Monts du Nador, Tiaret).

Une analyse détaillée est effectuée sur les faunes d'ammonites récoltées afin d'établir la systématique du groupe étudié.

Dans le but de proposer des hypothèses de relations de parentés entre les taxons étudiés, deux méthodes sont appliquées ; la première est classique et la seconde est cladistique, pour cela des mesures des paramètres biométriques sont effectuées sur les ammonites.

## **IV. SUCCESSION LITHOLOGIQUE ET ATTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE**

### **A. Succession lithologique**

#### **1. Introduction**

Notre étude paléontologique a porté essentiellement sur les niveaux marno-calcaires toarciens du Djebel Es-Saffeh (Monts du Nador, Tiaret). Deux coupes ont été retenues pour obtenir un aperçu global de la succession des faunes d'ammonites du Toarcien.

Nous avons adopté le découpage lithostratigraphique établi par Elmi et *al.*, (1974).

#### **2. Localisation des coupes (Fig.4)**

Les deux coupes Bénia I et Bénia II sont levées à proximité de l'ancien « four à chaux » qui se situe à 2Km au NW du village de Bénia.

#### **3. Description lithostratigraphique**

Les deux coupes (Fig. 5, 6) présentent la même succession lithostratigraphique mis à part quelques différences liées aux variations latérales de faciès et d'épaisseur, ce qui nous a permis de donner une seule description synthétique.

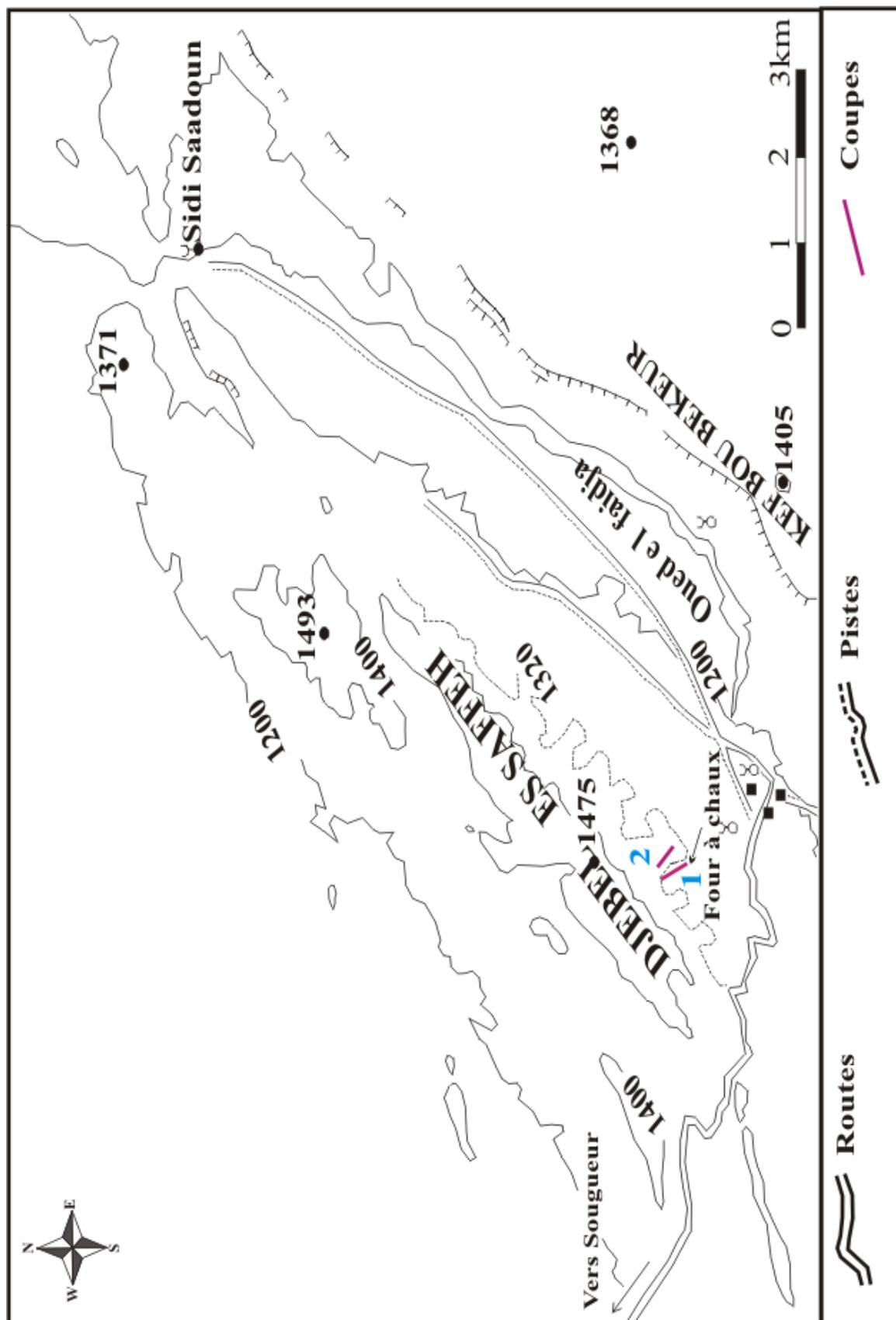


Fig. 4 : Plan de situation des coupes (S.Elmi *et al.*, 1974).

Les coupes étudiées commencent dans la partie inférieure des « Marno-calcaires de Bénia » ; la base de cette formation affleure de façon discontinue, elle représente le « terme a » défini par Caratini, (1970) et qui correspond à une alternance de marnes et de calcaires à *Protogrammoceras* et *Fuciniceras* (Elmi et al., 1974).

#### **Terme b :**

C'est une alternance rapprochée de marnes et de calcaires, les bancs calcaires, plus ou moins argileux, compacts ou délités, sont épais de 0.02 à 0.20 m. Elle a livré dans sa partie moyenne des *Amaltheus margaritatus* Montf., associés à une très abondante faune d'*Arietoceras* (ELMI et al., 1974) et dans sa partie supérieure, des *Emaciatoceras* et des *Canavaria*. Dans la partie supérieure, les bancs calcaires sont mieux délimités et leurs surfaces supérieures sont soulignées par des accumulations d'ammonites et de bélémnites et de pistes d'organismes benthiques. Les niveaux marneux sont alors plus minces (0.20m) et contiennent une abondante microfaune.

Le sommet du terme livre de rares *Dactylioceras* (*Orthodactylites*) cf. *semicelatum* (SIMPS.).

#### **Terme c :**

Il s'agit d'une série épaisse argileuse à la base, de couleur gris verdâtre, devenant plus calcaire au sommet. Les passés calcaires montrent souvent une allure noduleuse. plusieurs niveaux fossilifères y sont repérés (Elmi et al., 1974-1974).

- Niveaux à *Dactylioceras* (*Orthodactylites*.) cf. *semicelatum* (SIMPS.) (sous-zone à Semicelatum) ;
- Niveaux à *Elegantoceras* cf. *ovatulum* (SIMPS.), *Ovaticeras* sp. et des *Dactyliceras* (*Orthodactylites*.) cf. *semicelatum* (SIMPS.) (sous-zone à Strangewaysi, horizon à Elegantulum) ;
- Niveaux à *Nodicoeloceras incrassatum*(SIMPS.), *Hildoceratoides* cf. *serpentinus* (REIN. In BUCK), *Hildaites serpentiniformis* (BUCK.) *Harpoceratoides* cf. *alternans involutum* (MITZ), *Phylloceras* sp. Les faunes se rattachent à la partie la plus élevée de la sous zone à Strangewaysi.

#### **Terme d**

Il correspond au faciès ammonitico-rosso, constitué par une alternance de marnes et de calcaires marneux noduleux parfois grumeleux, de couleur lie devin, tacheté de vert partiellement. Plusieurs niveaux fossilifères y sont distingués (Elmi et al., 1974).

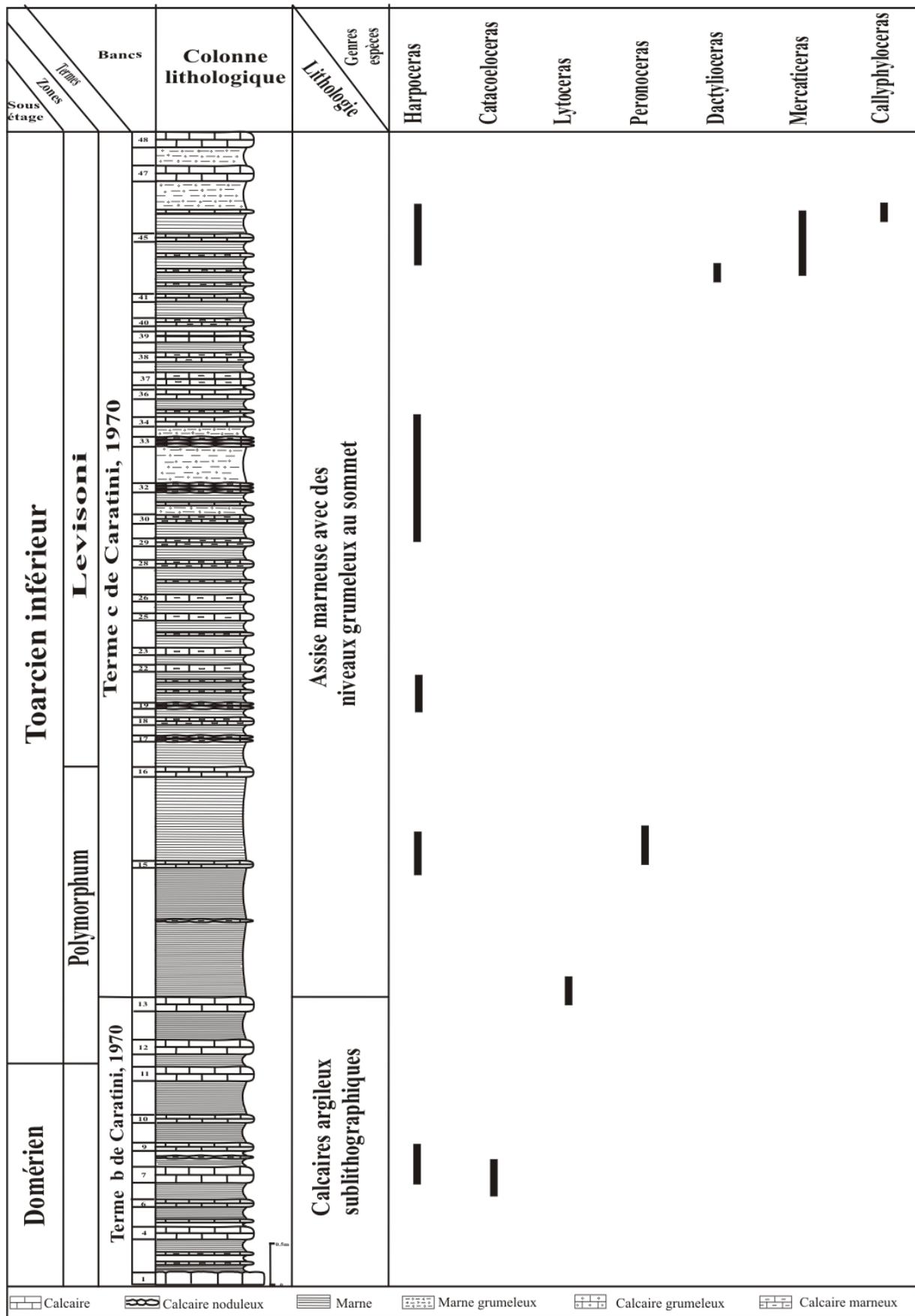


Fig.5 : Répartition des ammonites du Toarcien dans la coupe Bénia I.

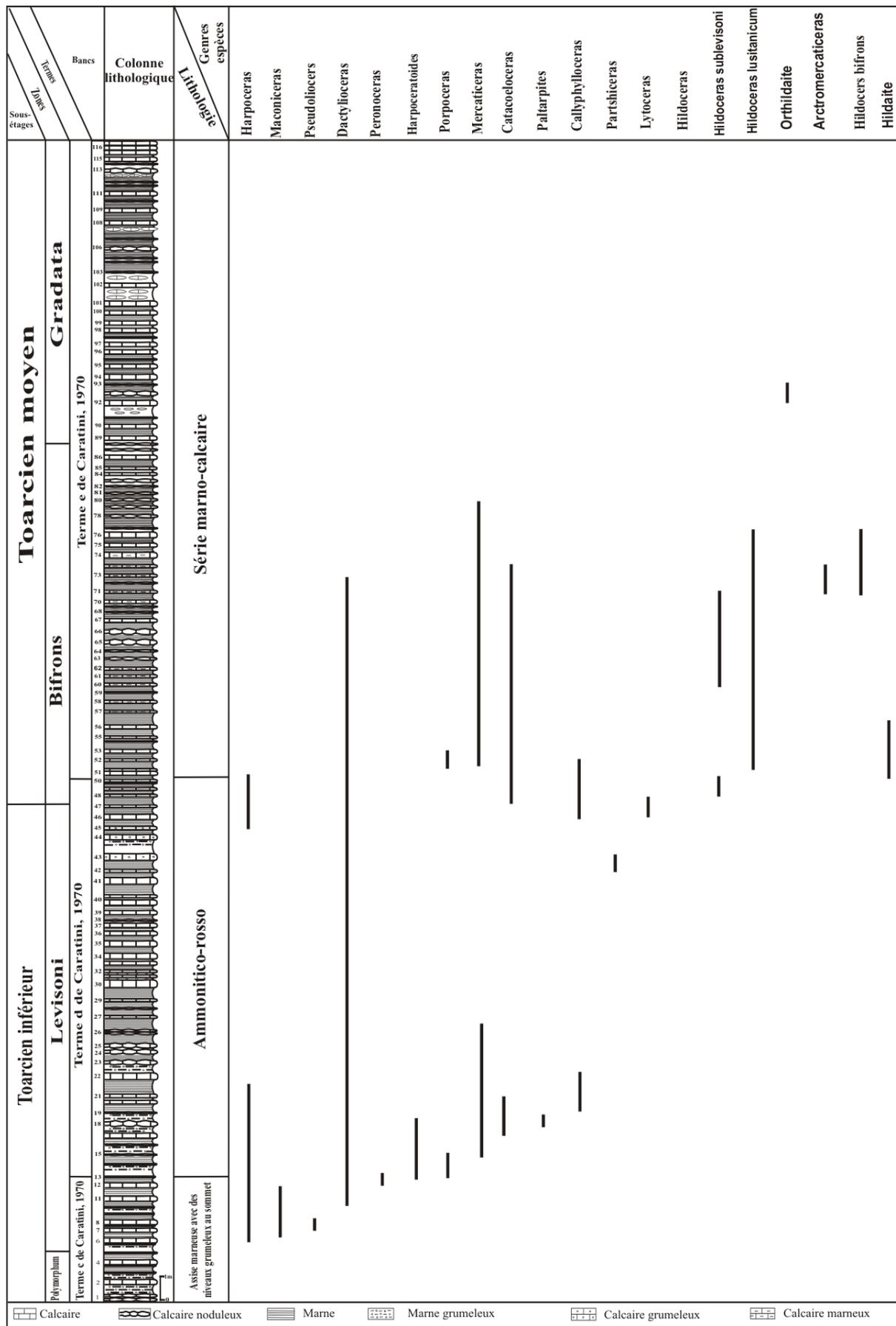
- à la base, on retrouve *Polyplectus pluricostatus* (HAAS.), *Glyptarpites* sp.juv.aff.glyptus (BUCK.), *Hildoceratoides* sp. Juv. cf. *serpentinus*, *H.* aff. *propeserpentinus*, *Harpoceratoides* sp. juv. Les Dactylioceratidés se raréfient, les *Phylloceras* sont peu nombreux.
- au dessus, on trouve seulement *Harpoceras falciferum mediterraneum* (PIENNA.).
- les faciès franchement rouges se terminent avec une faune où l'on note l'apparition des premiers *Hildoceras* de la base du Toarcien moyen *H. sublevisoni* (FUC.).(forme archaïque), *Mercaticeras hellenium* (RENZ.), *Harpoceras* sp., *Lytoceras* sp.

**\*Terme e :**

Dans un ensemble où marnes et argiles alternent toujours, la portion calcaire devient dominante à la partie supérieure. la base montre encore beaucoup d'affinités avec l'ammonitico-rosso dont on observe quelques récurrences. Au sommet, les bancs calcaires ne contiennent plus que très peu de matériel argileux alors que les niveaux délités prennent une allure feuilletée ; ce sont des marnes compactes, très calcaires. On note aussi l'apparition de particules bioclastiques.

Ce terme est assez riche en ammonites, l'association faunique peut être définie comme suite :

- La base est bien marquée par un banc riche en *Lytoceras* : *L. spositum* (MEN.), *Alocolytoceras dorcadis* (MEN.), *Polyplectus apenninicus* (HAAS.), *Dactylioceras* sp., *Catacoeloceras* sp., *Calliphylloceras capitanoi* (CAT.).
- La partie inférieure du Terme contient, une grande quantité d'*Hildoceras sublevisoni* très variables et quelques rares *Harpoceras* dont *H. concinnum* (BUCK.) ., en plus de *Lytoceras*.
- Niveau riche en individus, *H. lusitanicum* (MEIST.), associé à *Mercaticeras umbilicatum* (BUCK.), puis à *M. dilatatum* (BUCK.). On note aussi l'existence de rares *Catacoeloceras* sp. et *Alocolytoceras* cf. *dorcadis* (MEN.).
- Au dessus, les *Hildoceras* dominant toujours avec *H. bifrons* (BRUG.) et *H. angustisiphonatum* (PRINZ.) (à la base). Les *Harpoceras* persistent sous forme de nucléus.
- un niveau caractérisé par plusieurs centaines de *Collina* : *C. (Collina) gemma* (BON.), *C. (Collinites) meneghini* (BON.) associées à *Brodieia* cf. *viallis* (VENZO.), *Brodieia* cf. *clausa* (MERLA.), *Phymatoceras robustum* auct., *Pseudopolyplectus* sp., *Hammatoceras* sp., *Phylloceras* sp., *Alocolytoceras dorcadis* (MEN.).



**Fig.6** : Répartition des ammonites du Toarcien dans la coupe Bénéa II.

- Au dessus, on marque avec *Brodieia gradata* (MERLA.), *Pseudopolyplectus bicarinatus* (ZIET.) et *Polyplectus discoides* (ZIET.).
- Niveau marqué par plusieurs exemplaires de *Pseudogrammoceras subregale* (PINNA.) associés à des *Poyplectusl discoides*.
- Le sommet du Terme est peu fossilifère, *Pseudopolyplectus* aff. *wùnstorfi* var. *subcostulata* (MON.) puis *Pseudopolyplectus.cf.reynesi* (MON.).

## **B. Attribution biostratigraphique**

### **1. Zonation du Toarcien**

Les successions de faunes observées (Fig. 5, 6) s'intègrent parfaitement dans la zonation standard admise pour la province méditerranéenne. Cette zonation standard à laquelle nous nous référons ici pour le Toarcien est celle d'Elmi et *al.*, (1997) qui prend en compte l'ensemble des travaux antérieurs pour le Jurassique Ouest-européen et méditerranéen (Fig.7).

PROVINCE EUROPEENNE				CAUSSES	PROVINCE TETHYSIENNE		
ZONES	SOUS-ZONES	HORIZONS	N°	Horizons de GUEX	ZONES	SOUS-ZONES	
Aalensis	Lugdunensis	Buckmani	XXXIV		Aalensis	Fluitans	
		Lugdunensis	XXXIII				
	Mactra	Celtica	XXXII			Mactra	
		Mactra	XXXI				
Pseudoradiosa	Pseudoradiosa	Tectiforme	XXX		Meneghinii		
		Munieri	XXVIII				
	Levesquei	Insignimilis	XXVII			XXXII à XXXIII	
Dispansum	Gruneri	Gruneri	XXVI		XXVIII à XXXI	Speciosum	Reynesi
	Insigne	Pachu	XXV		XXVII		Speciosum
			Cappucinum		XXIV	XXVI	
Thouarsense	Fallaciosum	Fallaciosum	XXIII	XXV	Bonarellii	Fallaciosum	
	Fascigerum	Fascigerum	XXII	XXIV		Mediterraneum	
	Thouarsense	Thouarsense	XXI	XXIII			
		Doemtense	XX	XXII			
Bingmanni	Bingmanni	XIX	XXI				
Variabilis	Vitiosa	Vitiosa	XVIII	XX	Gradata	Alticarinatus	
	Illustris	Phillipsi	XVII	XIX		Gradata	
		Illustris	XVI			Gemma	
	Variabilis	Variabilis	XV				
Bifrons	Bifrons	Semipolitum	XIV		Bifrons	Semipolitum	
		Bifrons	XIII			Bifrons	
		Apertum	XII			Lusitanicum	
	Sublevisoni	Lusitanicum	XI				Sublevisoni
		Tethysi	X				
		Sublevisoni	IX				
Serpentinum	Falciferum	Douvillei	VIII	Levisoni	Falciferum?		
		Pseudoserpentinum	VII		Levisoni		
	Elegantulum	Strangewaysi	VI				
		Elegantulum	V				
Tenuicostatum	Semicelatum	Semicelatum	IV	Polymorphum	Semicelatum		
		Tenuicostatum	III				
		Crosbeyi	II				
	Paltus	Paltus	I		Mirabile		

**Fig.7** : Cadre biostratigraphique adopté (Elmi et *al.*, 1997).

## 1.1. Toarcien inférieur

### a- Zone à Polymorphum

La base du Toarcien est définie par l'explosion des *Dactylioceras* du groupe *mirabile* (FUC). Le changement faunique est encore accentué par la disparition des *Emaciatoceras-Naxensiceras-Tauroromenia-Canavaria*, phénomène peut être contemporain de l'extinction des *Amalthéidés*. La sous-zone à *Semicelatum* est définie par les *Dactylioceras (Orthodactylites)* cf. *semicelatum* (SIMPS).

### b- Zone à Levisoni

La zone est définie par *Elegantoceras* cf. *ovatulum* (SIMPS.), *Elegantoceras* sp., *Ovaticeras* sp. et des *Dactylioceras (Orthodactylites.)* voisins de *Dactylioceras (Orthodactylites) semicelatum* mais dont les côtes possèdent une plus faible courbure ventrale. Cette faune doit être rangée à la base de la zone à *Levisoni* ou *Serpentinus* (sous-zone à *Strangewaysi* (ou *Elegantulum*) ; horizon à *Elegantulum*).

La partie élevée de la sous-zone à *Strangewaysi* (ou *Elegantulum*) est définie par l'assemblage suivant : des *Orthodactylites*, spécifiquement indéterminables, sont associés à *Telodactylites achermanii* (PINNA et LEVI-SETTI.), *Nodicoeloceras incrassatum* (SIMPS.), *Hildoceratoides* cf. *serpentinus* (REIN in BUCK), *Hildoceratoides propeserpentinus* (BUCK in KOTTECK), *Hildaites serpentiniformis* (BUCK.), *Harpoceratoides* cf. *alternans involutum* (MITZ in KOTTECK), *Glyptarpites?* sp., *Calliphylloceras capitanoi* (CAT.), *Phylloceras* sp.

Les *Harpoceras falciferum mediterraneum* (PINNA.) récoltés peuvent être rapportés au sommet de la zone à *Levisoni* (Sous-zone à *Falciferum*).

## 1.2. Toarcien moyen

La base du Toarcien moyen est définie par l'apparition des premiers *Hildoceras*.

### a- Zone à Bifrons

La zone a souvent été définie comme correspondant à l'extension verticale du genre *Hildoceras*.

- La sous-zone à *Sublevisoni* : est représentée par une grande quantité d' *Hildoceras sublevisoni* (FUC.) très variables et quelques rares *Harpoceras* dont *Harpoceras concinnum* (BUCK.), *Mercaticeras hellenicum* (REINZ.), *Lytoceras*.
- La sous-zone à *Lusitanicum* : riche en individus, la faune de ce niveau est pauvre en espèce si l'on admet que la grande diversité des *Hildoceras* est liée à la variabilité d' *Hildoceras lusitanicum* (MEIST.), associé à *Mercaticeras umbilicatum* (BUCK.),

puis à *Mercaticeras dilatatum* (BUCK.) On note aussi l'existence de rares *Catacoeloceras* sp et *Alocolytoceras* cf *.dorcadis* (MEN.).

- Sous-zone à Bifrons : les *Hildoceras* dominant toujours avec *Hildoceras bifrons* (BRUG.) et *Hildoceras angustisiphonatum* (PRINZ.). A la base, les *Harpoceras* persistent sous forme de nucléus.
- Sous-zone à Semipolitum : comme dans toutes les coupes de la région, le vrai *Hildoceras semiplitum* (BUCK.) a une extension verticale limitée. Au Djebel Es-Saffeh (Tiaret), il existe en grande abondance dans un seul banc.

#### b- Zone à Gradata

Elle montre la même succession que dans les Monts de Rhar Roubane et Traras. Nous n'avons trouvé aucune *Haugia*.

- Sous-zone à Gemma : elle a livré plusieurs centaines de *Collina* : *Collina*. (*Collina*) *gemma* (BON.), *Collina* (*Collinites*) *meneghinii* (BON.) associées à *Brodieia* cf. *viallis* (VENZO.), *Brodieia* cf. *clausa* (MERLA.), *Phymatoceras robustum* auct., *Pseudopolyplectus* sp., *Hammatoceras* sp., *Phylloceras* sp., *Alocolytoceras dorcadis* (MEN.)
- Sous-zone à Gradata avec *Bodieiar gradata* (MERLA.), *Pseudopolyplectus bicarinatus* (ZIET.) et *Polyplectus discoides* (ZIET.).
- Sous-zone à Allticarinata : elle est indiquée par plusieurs exemplaires de *Pseudogrammoceras subregale* (PINNA.) associés à des *Polyplectus discoides*.

### 1.3. Toarcien supérieur

Le Toarcien supérieur n'a pas été reconnu dans la région étudiée.

### C. Corrélation avec le NW Européen

Si l'on considère l'extension verticale des familles et des sous-familles d'ammonites toarciennes (Fig.8), on remarque immédiatement une importante coupure qui coïncide avec la base de l'horizon XIII à Illustris et qui passe donc au beau milieu de la traditionnelle zone à Variabilis l'équivalent de la zone à Gradata de la province téthysienne. En effet, c'est précisément là que s'éteignent les *Hildoceratinae*, tandis qu'apparaissent les *Hammatoceratidae* et les *Grammocerotinae*. Les *Dactylioceratidae* disparaissent plus tard.

Une discontinuité semblable ressort également du travail de Gallitelli Wendt (1969) sur le Toarcien de l'Apennin central (Ombrie et Marches) ; elle a été choisie comme limite entre les zones mésogéennes à Bifrons et à Erbaense.

Si nous considérons maintenant la date d'extinction des *Dactyloceratidae* en Poitou d'une part, et en Italie d'autre part, nous arrivons à la conclusion que l'horizon à *Illustris* est l'équivalent de la zone à Erbaense Gabilly, (1976). Mouterde et Ruget (1967) ont d'ailleurs récolté, à Alvaizere (Portugal), une *Haugia* sp du groupe *Illustris* qu'ils ont assimilée à *Haugia ogerieni* (DUMORTIER.). Ce très intéressant spécimen se trouvait au dessus de *Merlites* du groupe *alticarinatus*, très caractéristique de la zone italienne à Erbaense. Or, dans la Téthys, la zone suivante à Meneghinii a été marquée par l'apparition des *Dumortieria*. Il semble donc y avoir, en Mésogée, une importante lacune ou une extrême condensation couvrant toutes les zones NW Européennes à Thouarsens et à Insigne. Dans les régions méditerranéennes, la sédimentation carbonatée réapparaît d'ailleurs dès la base de la zone à Meneghinii alors qu'en Europe moyenne, elle ne se généralise qu'à partir de la zone à Murchisonae. Les associations des faunes d'ammonites et leurs extensions stratigraphiques permettent d'établir un découpage biostratigraphiques et peuvent donc être utilisées pour l'établissement de corrélations entre les échelles biostratigraphiques de domaines fauniques différenciés (Fig.9).

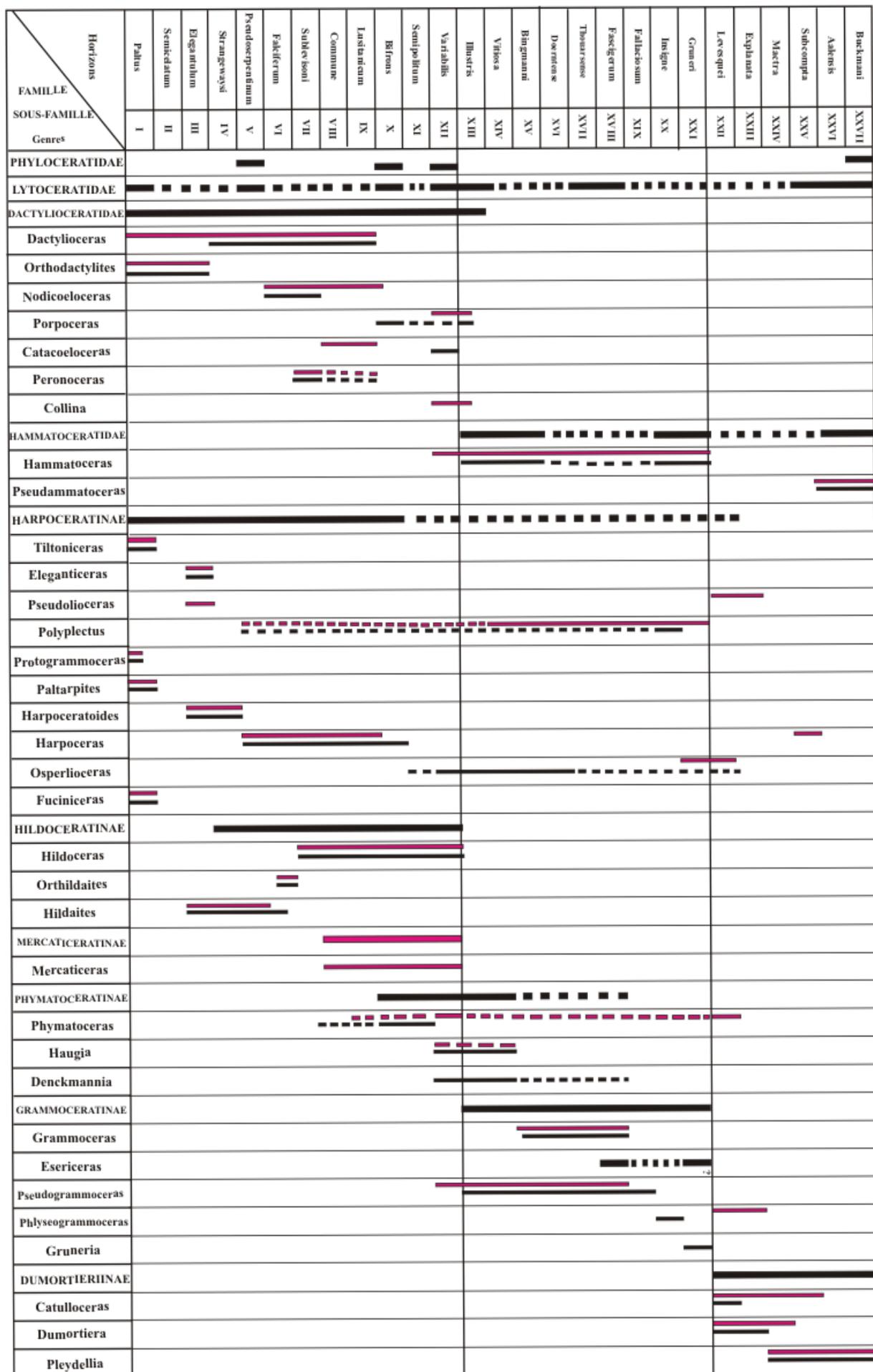


Fig.8 : Corrélation de répartition stratigraphique des familles, sous-familles et genres d'ammonites dans le centre ouest de la France et la région étudiée (GABILL Y, 1975), modifié

- L'échelle des temps est fournie par la succession des horizons.
- En trait noirs : occurrences observées dans le centre ouest de la France
- En trait rouge : occurrences observées dans le Djebel Nador
- En pointillé : extension supposée ou établie en dehors des régions étudiées.

**Remarque :** Deux « horizontales » montrant des coupures importantes sont à mettre en évidence :

- la première, à la base de l'horizon XIII, correspond à l'extinction des Hildoceratinae et l'apparition des Hammatoceratidae et des Grammocerotinae ;
- la seconde (base de l'horizon XXII) marque à la fois la disparition des Grammocerotinae et l'émergence des Dumortinae.

		Province Nord ouest européen			Province méditerranéenne			
		Zone	Sous-zone	Horizons (Poitou Sud Est)	Zone	Sous-zone	Horizons	
Toarcien sup	Yeovilien	Pleydellia aalensis	Walkericeras lugdunensis	Pleydellia buckmanni	Pleydellia aalensis	Pleydellia fluitans	?	
				Walkericeras lugdunensis			Pleydellia fluitans	Pleydellia fluitans
			Pleydellia mactra	Pleydellia celtica		Pleydellia mactra	Pleydellia mactra	Pleydellia flamandi
				Paradumortieria tectiforme				Pleydellia mactra
		Dumortieria pseudoradiosa	Dumortieria pseudoradiosa	Dumortieria pseudoradiosa	Dumortieria meneghinii	Dumortieria meneghinii		
				Dumortieria munieri				
			Dumortieria levesquei	Dumortieria insignisimilis				
		Phlyseogrammoceras dispansum	Gruneria gruneri	Gruneria gruneri	Hammatoceras speciosum	Hammatoceras speciosum		
			Hammatoceras insigne	Hammatoceras pachu Hammatoceras cappucinum				
		Grammoceras thouarsense	Pseudogrammoceras fallaciosum	Pseudogrammoceras fallaciosum	Hammatoceras bonarelli	Pseudogrammoceras fallaciosum		
Esericeras fascigerum	Esericeras fascigerum							
Grammoceras thouarsense	Grammoceras thouarsense		Pseudogrammoceras mediterraneum					
	Pseudogrammoceras doertense							
Pseudogrammoceras bingmanni	Pseudogrammoceras bingmanni							
Haugia variabilis	Haugia variabilis	Haugia vitiosa	Brodieia gradata	Brodieia alticarinatus	Pseudogrammoceras subregale			
		Haugia illustris			Pseudogrammoceras aratum			
		Haugia illustris			Haugia jugosa	Colina gemma		
							Haugia navis	
		Haugia variabilis						
Toarcien moy	Withbien	Hildoceras bifrons	Hildoceras semipolatum	Hildoceras bifrons	Hildoceras semipolatum			
			Hildoceras bifrons		Hildoceras bifrons	Hildoceras bifrons		
					Hildoceras apertum	Hildoceras apertum		
			Hildoceras sublevisoni		Hildoceras lusitanicum	Hildoceras lusitanicum		
		Hildoceras tethysi			Hildoceras tethysi			
		Hildoceras sublevisoni	Hildoceras sublevisoni		Hildoceras sublevisoni			
Toarcien inf	Withbien	Harpoceras serpentinum	Orthildaites douvillei	Hildaites levisoni	Harpoceras falciferum?			
			Harpoceras pseudoserpentinum		Hildaites levisoni			
		Eleganticeras elegantulum	Harpoceras strangewaysi			Hildaites levisoni		
			Eleganticeras elegantulum		Hildaites striatus			
Dactylioceras tenuicostatum	Dactylioceras semicelatum	Dactylioceras semicelatum	Dactylioceras polymorphum	Dactylioceras semicelatum	Paltarpites			
		Dactylioceras tenuicostatum						
		Dactylioceras crosbeyi						
Paltarpites paltus	Paltarpites paltus	Eodactylites mirabile						

Fig.9 : Tableau de comparaison de la zonation des ammonites dans la province nord ouest européenne et la province méditerranéenne (Elmi, 2006).

## *Troisième chapitre : Paléontologie*

## I. INTRODUCTION

Les Ammonites sont des invertébrés exclusivement marins constituant une famille appartenant au phylum des Mollusques, à la classe des Céphalopodes et à la sous classe des Ammonoïdés.

Les Ammonites, du fait de leur enroulement spiral qui permet de conserver les stades successifs du développement individuel depuis le jeune jusque chez l'adulte, constituent un matériel de choix pour l'étude de l'ontogenèse des caractères (Fig.10).

## II. LES HILDOCERATACEAE

Les *Hildocerataceae* représentent les formes les plus fréquentes dans les faunes d'ammonites toarciennes.

Nous définirons les principaux critères utilisés pour distinguer, dans cette super-famille, les espèces, les genres et les familles.

### A. Les critères taxinomiques: forme, espace et temps

Qu'il s'agisse d'espèces, de sous- genres, de genres, de sous-familles ou de familles, chaque taxon a été défini compte-tenu :

- des critères morphologiques, ornementaux et dimensionnels ;
- des critères temporels, c'est-à-dire de la situation du taxon dans le temps géologique, ce dernier étant matérialisé par le profil lithologique (Gabilly, 1967-1974) ;
- des critères spatiaux concernant l'extension géographique des taxons.

Ce sont, en définitive, les corrélations entre ces trois types de caractères qui conduisent à une définition cohérente de chaque catégorie taxinomique.

Les critères de forme retiendront d'abord notre attention dans le rapide exposé qui va suivre et qui portera sur les notions d'espèces, de genre, de sous-famille et de famille.

#### 1. L'espèce

Les caractères morphologiques doivent être envisagés dans leur cinématique ontogénétique au niveau de l'individu moyen d'une population donnée. Mais, dans la super-famille étudiée, ce sont presque toujours **les deux derniers tours de spire de l'adulte qui « portent » les caractères spécifiques les plus significatifs**. Cette remarque impose l'utilisation exclusive de coquille intégralement conservées ou, au moins, de phragmocône à peu près complet.



La catégorie « espèce » est généralement basée sur plusieurs caractères distinctifs. Un passage apparemment continu d'une espèce à l'autre se fait par modification progressive d'un ou de plusieurs caractères génériques.

## 2. Le genre

Les genres sont ainsi pu être envisagés comme des ensembles temporo-spatiaux naturels d'espèces en relation phylogénétique étroite les unes avec les autres. Chaque genre correspond donc à un clade, c'est-à dire un ensemble d'espèces provenant toutes d'une même souche. Les caractères génériques les plus couramment utilisés dans l'étude des *Hildocerataceae* concernent :

- La trajectoire des côtes ou ligne radiale ;
- La présence de côtes fasciculées ou de tubercules ;
- Le type de carène ;
- La forme et l'évolution de la section des tours surtout dans la région ombilicale et siphonale ;
- L'enroulement ;
- La taille de l'adulte. on distingue ainsi des formes à 7-8 tours de spire et des formes à 5-6 tours ;
- Les étapes du développement antérieures au stade adulte ;
- Et bien entendu, la communauté d'origine.

Au moins en apparence, les genres sont séparés les uns des autres par des « discontinuités ». Lorsqu'il se détache de celui qui le précède, un genre nouveau est caractérisé par l'« apparition » d'un ou de plusieurs caractères. En fait, le hiatus morphologique séparant deux genres peut aussi s'expliquer, dans certains cas, par un ralentissement marqué ou même par un arrêt complet de la sédimentation. Il est donc nécessaire de nuancer les définitions précédentes et de parler d'une accélération sensible du processus évolutif plutôt que de « discontinuité » entre deux genres, (Gabilly, 1976 a).

## 3. La famille

La règle énoncée ci-dessus à propos du genre est également valable à l'échelle de la sous-famille et de la famille. Ce sont des groupements d'ordre supérieur au genre où les bifurcations (cladogénèse) sont plus fréquentes. Nous avons pourtant rencontré une sous-famille parfaitement définie par son contenu en genres et en espèces, de même que par son extension dans le temps et dans l'espace et qui ne présente au cours de son histoire aucune bifurcation. Il s'agit de la sous-famille des *Hildoceratinae* qui se réduit à une succession apparemment anagénétique de trois genres : *Hildaites*, *Orthildaites* et *Hildoceras*. Mais, chez les *Hildoceratidae*, ce sont les sous-familles de structure bifurquée ou trifurquée qui sont les plus fréquentes ; exemple : les *Phymatoceratinae* et les *Grammoceratinae* (Gabilly, 1976 a).

Finalement, pour les catégories taxinomiques supérieures à l'espèce, ce sont également des combinaisons de plusieurs caractères plutôt que tel ou tel critère pris isolément qui doivent entrer en ligne de compte.

#### **4. Critères temporels**

En toute rigueur, l'âge d'un fossile ne peut être exprimé qu'à partir de sa position spatiale relative telle qu'elle est matérialisée sur un ou sur plusieurs profils lithologiques. L'évolution des ammonites est souvent sensible d'un banc à l'autre dans les séries marines de plateforme externe (Gabilly, 1967). Cette rapidité évolutive qui est réelle nous apparaît encore multipliée par la lenteur relative de la sédimentation.

Sur le terrain, la notion d'espèce n'est pas immédiatement perceptible. Ce que l'on voit d'abord, ce sont des modifications progressives portant sur certains détails morphologiques. On est alors tenté de réaliser une sorte de « stratigraphie des caractères ».

#### **5. Critères spatiaux**

La connaissance de la répartition géographique des espèces d'ammonites aux différents moments du temps géologique intervient également dans la classification. L'évolution de la sous-famille des *Mercaticeratinae* s'est, entièrement déroulée dans le domaine mésogéen aboutissant par évolution parallèle à des formes très voisines de certains *Phymatoceratinae* du NW de l'Europe.

### **B. Caractères généraux des HILDOCERATACEAE**

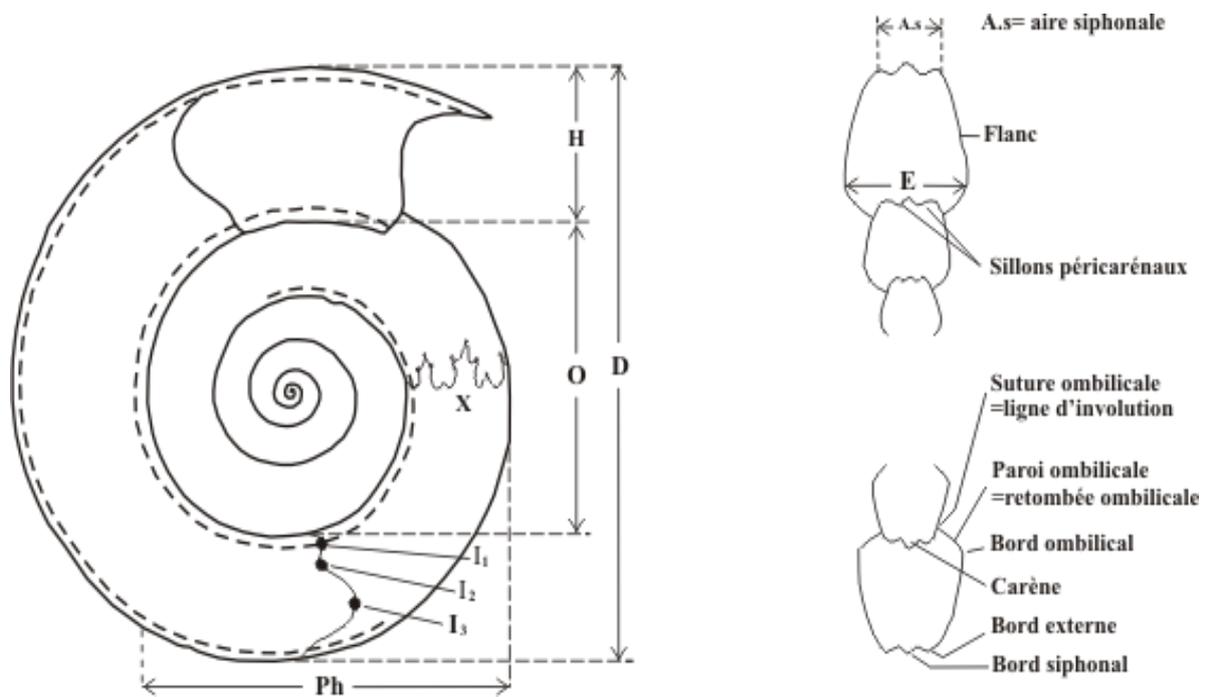
La classification, l'évolution des *Hildocerataceae* ainsi que leur répartition verticale seront seulement résumées sous forme du tableau ci-joint (Fig.13).

#### **1. Caractères significatifs**

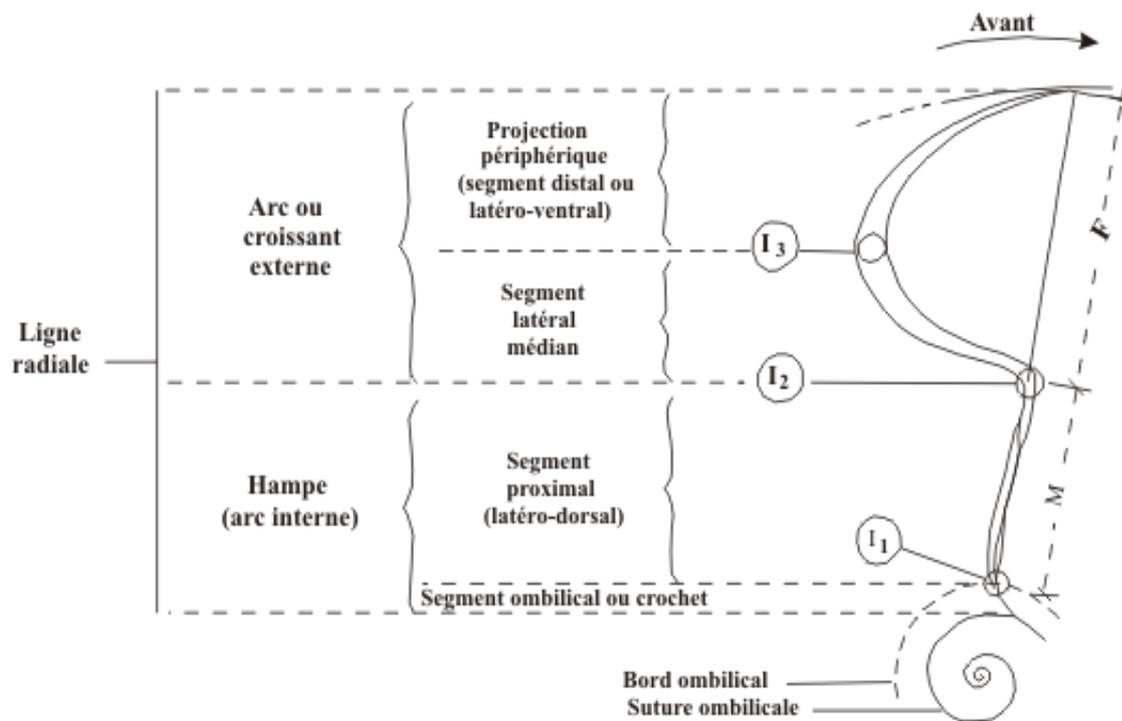
Les principaux caractères morphologiques des *Hildocerataceae* sont indiqués graphiquement sur les figures (11 et 12). C'est la trajectoire des côtes ou lignes radiales qui constitue le caractère le plus significatifs du point de vue de l'évolution. De l'intérieur des tours vers l'extérieur on peut distinguer :

- Un segment ombilical ou crochet,
- Un segment proximal ou latéro-dorsal,
- Un segment latéral médian,
- Un segment distal ou latéro-ventral que BUCKMAN qualifiait de projection périphérique.

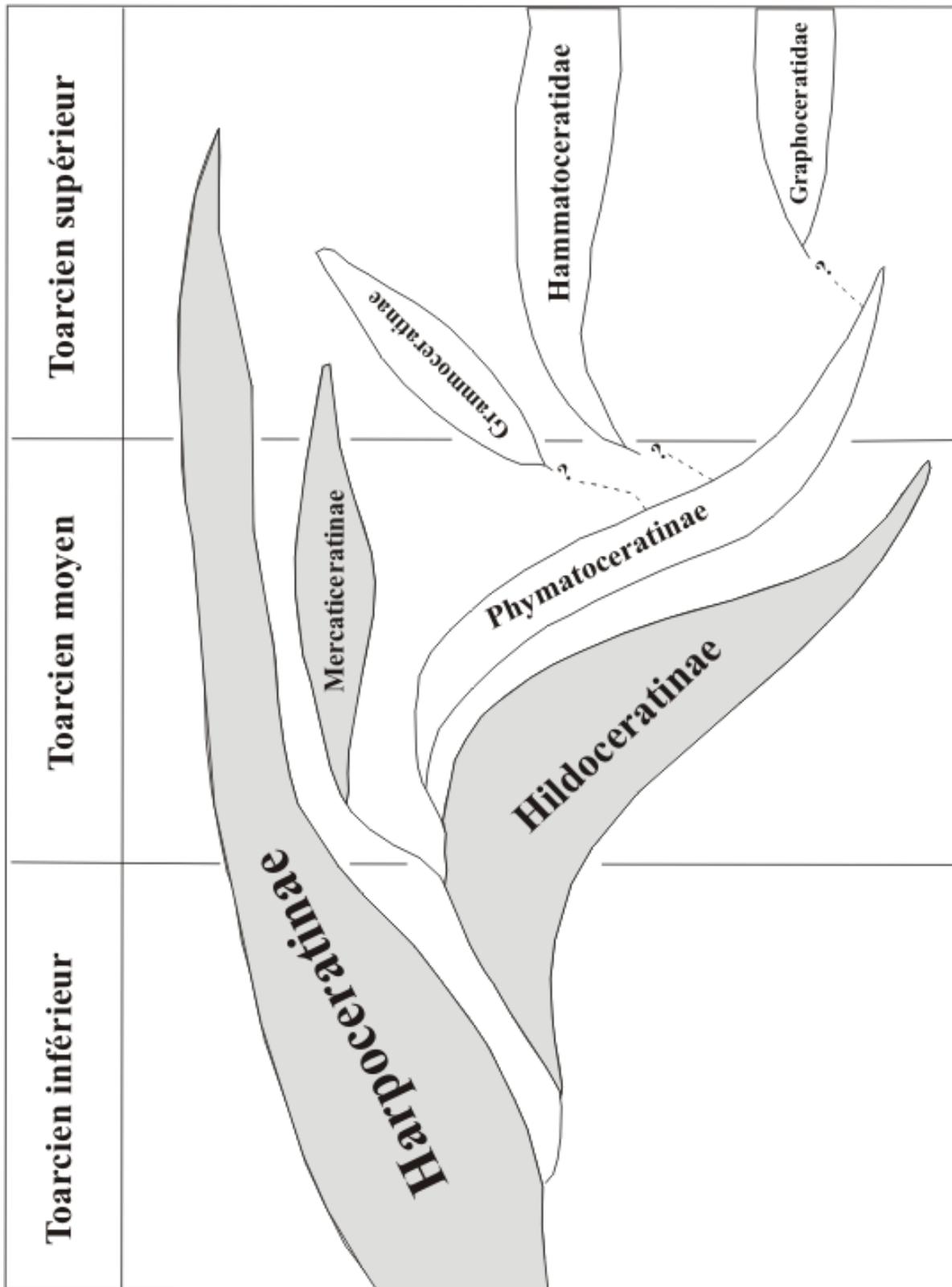
Ces quatre parties correspondent, en réalité, à deux arcs seulement : un arc interne ou hampe et un arc externe ; le premier correspond au « manche » (m) de la faucille et le second (f) à la « faucille » elle-même.



**Fig. 11:** Caractères dimensionnels et sections des tours (Gabilly 1976 a).



**Fig. 12:** les éléments de la ligne radiale (Gabilly 1976 a).



**Fig.13** : Situation stratigraphique et évolution des principales sous-familles d'ammonites rencontrée (en gris) (Gabilly, 1976 a).

### III. ETUDE SYSTEMATIQUE

L'abondance et la bonne conservation de la faune toarcienne dans le Djebel Es-Saffeh (Monts du Nador, Tiaret) nous a permis d'établir une étude systématique des principaux groupes d'ammonites récoltées.

Les ammonites du Toarcien, étudiées dans ce travail appartiennent à quatre familles : les *Dactylioceratidae*, les *Hildoceratidae*, les *Phylloceratidae* et les *Lytoceratidae*.

**Embranchement** : MOLLUSQUES

**Classe** : CEPHALOPODES Cuvier, 1798

**Ordre** : AMMONOIDEA Zittel 1884

**Sous-ordre** : AMMONOTINA Hyatt, 1889

**Super Famille**: HILDOCERATACEAE Hyatt 1867

**Famille**: HILDOCERATIDAE HYATT, 1867

La famille des HILDOCREATIDAE renferme des ammonites Pliensbachiennes et toarciennes à côtes plus ou moins flexueuses. Leurs sutures cloisonnaires sont relativement simples, sauf chez certaines formes très différenciées (*Polyplectus*).

Les HILDOCERATIDAE peuvent être répartis en sept sous-familles : *Arieticeratinae*, *Harpoceratinae*, *Hildoceratinae*, *Mercaticeratinae*, *Bouleiceratinae*, *Grammoceratinae* et *Phymatoceratinae*.

**Sous-famille** : HARPOCERATINAE Neumayr, 1875

Elle est caractérisée par une taille grande, un ombilic réduit, des côtes aplaties et souvent falciformes. Des Sutures cloisonnaires assez richement découpées par rapport à l'ensemble de la famille (Gabilly, 1976a).

Les premiers représentants indiscutables du groupe des *Harpoceratinae* apparaissent au Carixien (Dubar, 1961) ; ils deviennent de plus en plus fréquents au cours du Domérien, mais ne s'épanouissent complètement qu'au Toarcien inférieur et moyen. Ils sont encore bien représentés au Toarcien supérieur par les genres *Polyplectus*, *Osperlioceras* et *Pseudolioceras*, mais s'éteignent avant l'Aalénien.

Les *Harpoceratinae* se subdivisent en une vingtaine de genres et sous-genres d'après trois critères principaux qui sont :

- La morphologie de la paroi ombilicale ;
- L'allure de la ligne radiale ;
- Les sutures cloisonnaires (Schindewolf, 1963).

***Harpoceras* WAAGEN, 1869 (Pl. I, Fig1, 2)**

Espèce type: *Ammonites falciferum* SOWERBY, 1820 (Pl. II, Fig1, 2)

Les macroconches (sept tours de spire) atteignent une grande taille ; ils sont involute et comprimés; leur bord ombilical est aigu et surplombant, leur carène creuse et élevée, leurs côtes simples et falciformes. Les microconches (4-5 tours) et les jeunes macroconches sont ornés de côtes subfasciculées, peu flexueuses ; ils sont pourvus d'un bord ombilical arrondi et d'une paroi ombilicale convexe. La suture cloisonnaire, richement découpée, présente une selle externe caractéristique, profondément entaillée par un lobe accessoire aussi développé que le lobe externe.

***Maconiceras* BUCKMAN, 1926 (Pl.III, Fig1, 2)**

Espèce type : *Maconiceras vigoense* BUCKMAN, 1926. (Pl. II, Fig3, 4)

La coquille est de petite taille relativement involute à flancs légèrement bombés. L'Aire ventrale est monocarénée bordée de méplats lisses. Le rebord latéro-ventral est faiblement différencié. Le rebord ombilical est indifférencié. Les côtes sont sinueuses, les plus fortes (une sur trois) sont bien marquées depuis le rebord ombilical jusqu'au rebord latéro-ventral alors que les autres s'estompent avant le rebord ombilical.

***Harpoceratoides* BUCKMAN, 1909 (Pl. I, Fig.3, 4)**

Espèce type : *Ammonites alternates* SIMPSON, 1843

Les macroconches sont comprimés, plutôt involutes, le bord ombilical est net ; la paroi ombilicale est plane ou légèrement concave, inclinée vers le centre de la spirale. Les flancs sont subparallèles. L'aire siphonale est obtuse, légèrement tectiforme, avec méplats péricaréniaux ou bien plane avec ébauches de sillons de part et d'autre de la carène. La carène est creuse, peu élevée sur le phragmocône. La ligne radiale est falciforme ou sub-falciforme, montrant une rétroflexion latérale relativement douce ; le segment latéro-dorsal est assez court ; la projection périphérique est accentuée, pas de dépression latérale continue, mais une série de petites dépressions évasées situées au niveau de l'inflexion latérale des côtes.

***Polyplectus* BUCKMAN, 1890**

Espèce type : *Polyplectus discoïdes* ZIETEN, 1830 (Pl.XII, Fig. 3,4)

Ce genre est caractérisé par une coquille oxycône, la section ventrale est plus mince et les sutures sont richement découpées. Il est signalé dès le Toarcien moyen.

***Pseudolioceras* BUCKMAN, 1889**

Espèce type : *Pseudolioceras compactile* (SIMPSON, 1855 sensu MONESTIER, 1933)

La coquille est caractérisée par une section ventrale oxyconique, une surface lisse, des lignes radiales falculiformes. La suture présente également une grande extension verticale (Toarcien inférieur à Aalénien). Dans la région de Tiaret, on n'a pas de représentant de ces deux derniers genres.

**Sous famille: HILDOCERATINAE Hyatt 1867**

La sous-famille est représentée par des ammonites du Toarcien inférieur et moyen à ombilic ouvert, une aire siphonale tri carénée et des sutures cloisonnaires peu découpées.

***Hildaites* BUCKMAN, 1921(Pl. III, Fig3, 4)**

Espèce type : *Hildaites murleyi* BUCKMAN, 1921

ARKEL (1957, Treatise) réunit dans ce genre des *Hildoceratinae* à côtes sigmoïdes dépourvus de sillon latéral. Ils présentent une large extension géographique (Europe occidentale, péninsule ibérique, régions mésogéennes) ; ils sont cantonnés dans la zone à *Serpentinus*.

***Orthildaites* BUCKMAN, 1923**

Espèce type : *Orthildaites orthus* BUCKMAN, 1923.

La coquille est évolutive à section légèrement plus haute que large. Les flancs sont faiblement arrondis. Le rebord ombilical est arrondi plus ou moins différencié. Le mur ombilical est convexe à plat. Les côtes qui démarrent depuis le rebord ombilical sont fortes, espacées, droites ou parfois très faiblement arquées. L'aire ventrale à carène médiane forte, bordée par deux sillons puis deux carènes latéro-ventrales faibles. Cette espèce est bien différenciée de celles du genre *Hildoceras* par sa section subcarrée et ses côtes fortes droites (ou légèrement arquées). En outre il n'existe jamais de sillon latéral sur les flancs.

Ce genre est décrit par les auteurs antérieurs ont nous n'avons aucun échantillon à notre disposition.

***Hildoceras* HYATT, 1867**

(Pl. IV, Fig1-4; Pl. V, Fig1-3; Pl.VI, 1, 2)

Espèce type : *Ammonites bifrons* BRUGUIERE, 1789 (Pl.VII, Fig. 1,2)

Il s'agit d'un des genres les plus universellement répandus, aussi bien en domaine méditerranéen qu'en domaine N.W européen. L'évolution des *Hildoceras* est marquée par l'apparition d'un sillon latéral et le déplacement de ce dernier vers les hauts flancs.

La coquille est évoluée à section de tour quadratique à comprimée. Le rebord ombilical est faiblement différencié et mur le ombilical est plat ou arrondi. Le ventre est tricaréné parfois fortement bisulqué. Les côtes sont simples, sinueuses plus ou moins larges, bien marquées jusqu'au rebord latéro-ventral. Ce genre est cantonné dans le Toarcien moyen.

**Sous famille: MERCATICERATINAE Guex ,1974**

Cette sous-famille est abondante en domaine méditerranéen.

***Mercaticeras* BUCKMAN, 1913**

(Pl.VI, Fig.3; Pl. VIII, Fig.1, 2)

Ce genre mésogéen renferme des formes de petites taille (4-5 tours de spire), dont la section est épaisse, l'ombilic profond, les côtes peu flexueuses, le lobe latéral très simple, large et court. Les *Mercaticeras* au sens strict sont localisés dans la zone à Bifrons (Donovan, 1958). Leur suture cloisonnaire permet de les distinguer des *Murleyiceras* dont le lobe latéral est plus étroit et plus découpé Arkell, (1957,Treatise) a classé les *Mercaticeras* parmi les *Hildoceratinae* ; à la suite de Guex, (1974), Gabilly, (1975) la regroupe avec d'autres genres voisins, dans une sous-famille des *Mercaticeratinae*.

***Pseudomercaticeras* MERLA, 1933, (Pl. VIII, Fig.3)**

La coquille est évoluée caractérisée par une section épaisse sub-quadratique, tricarénée, non tuberculée.

**Super famille: EODEROCERATAEAE Spath, 1929**

**Famille: DACTYLIOCERATIDAE Hyatt, 1867**

Cette famille représente des ammonites serpenticônes ou coronatiformes, évoluées ou involuées, costulées et communément tuberculées. Parfois difficile à distinguer de leur homéomorphe *Stephanoceratidaes* du Bajocien et *Perisphinctidaes* de l'Oxfordien.

Les données précises la situent dans un intervalle allant du Pliensbashien inférieur au Toarcien moyen.

**Sous famille : DACTYLIOCERATINAE Hyatt 1867**

Une quarantaine de genres et plus de deux cents espèces ont été décrits. La plupart appartiennent au Toarcien inférieur, très peu fossilifère dans la province méditerranéenne.

***Dactylioceras* HYATT, 1867 (Pl. IX, Fig.1, 2)**

Espèce-type : *Dactylioceras commune* SOWERBY.1815

Synonymes: *Anguidactylites*, *Kryptodactylites*, *Xeinodactylites*, *Tenuidactylites*, *Orthodactylites* BUCKMAN, (1926), *Athlodactylites*, *Koinodactylites*, *Nomodactylites* BUCKMAN, (1927).

Leurs extension stratigraphique est du Toarcien inférieur ( ?Pliensbashien sup) au Toarcien moyen, il caractérise la base de la zone à bifrons (sous-zone à Sublevisoni).

La coquille est évoluée, plus ou moins comprimée, intégralement dépourvue d'épines. Le tour de section est ovoïde. Les côtes sont latérales, droites ou légèrement arquées, d'inclinaison variable, généralement bifurquées, parfois simples. Les côtes secondaires sont incurvées ou non vers l'ouverture.

***Peronoceras* HYATT, 1867 (Pl. X, Fig.1)**

Espèce-type : *Peronoceras fibulatum* SOWERBY.1815 (Pl. X, Fig.2)

Une Forme du Toarcien moyen, la coquille est évoluée, plus ou moins comprimée, dépourvue d'épines dans ses tours jeunes (identiques à *Dactylioceras*), développant une nette tuberculation dans sa morphologie adulte. Les Section des tours juvéniles de type ovoïde, devenant ovoïde à quadratique au stade adulte. Les côtes latérales sont droites à légèrement arquées, d'inclinaison variable, parfois fibulées au stade adulte, généralement bifurquées au stade juvénile, polyfurquées au stade adulte. Les côtes ventrales sont incurvées ou non vers l'ouverture.

***Porpoceras* BUCKMAN 1911**

Espèce-type : *Porpoceras vortex* BUCKMAN.1926

Synonyme: *Kedonoceras* DAGIS 1968.

La coquille est évoluée, plus ou moins comprimée, intégralement ornée d'épines. Le moule interne est tubercule, la section des tours est cadicône au stade juvénile, devenant quadratique dans la morphologie adulte. Les côtes latérales sont droites à légèrement arquées, d'inclinaison variable, parfois fibulées, bifurquées ou polyfurquées, parfois intercalées de côtes simples. Les côtes ventrales sont incurvées ou non vers l'ouverture.

***Catacoeloceras* BUCKMAN 1923 (Pl X, Fig.3, 4)**

Espèce-type : *Catacoeloceras confectum* BUCKMAN.1926.

Synonyme: ?*Omolonoceras* DAGIS 1968.

La coquille est évolutive, intégralement ornée d'épines. Le moule interne est faiblement à non tubercule. Les tours de section sont cadicône dans le stade juvénile, ovoïde, quadratique ou cadicône dans la morphologie adulte. Les côtes latérales sont droites ou légèrement arquées, d'inclinaison variable, généralement polyfurquées, parfois bifurquées et intercalées de côtes simples. Les côtes ventrales sont incurvées ou non vers l'ouverture.

**Ordre : PHYLLOCERATIDA** Arkell, 1950

**Superfamille : PHYLLOCERATOIDEA** Zittel, 1884

**Famille : PHYLLOCERATIDAE** Zittel, 1884

Cette Famille est existes depuis l'Hettangien au Maastrichtien, elle représente les formes involutes, lisses ou ornées de stries costulées ou des côtes. Les constriction sont souvent présentes et falciformes ou sigmoïdes. La forme des sutures est un élément déterminant dans la phylogénèse. Au Djebel Es-Saffeh (Tiaret), les *Phylloceratidae* sont représentées par une seule sous-famille.

**Sous- famille : CALLIPHYLOCERATINAE** Spath ,1927

Elle est caractérisées par la présence constante de sillons et /ou de bourrelets visibles aussi bien sur le test que sur le moule interne. Les données les plus précises la situent dans un intervalle allant depuis l'Hettangien à Valanginien.

***Calliphyloceras* SPATH, 1927(Pl. XI, Fig.1, 2)**

Espèce type : *Phylloceras disputabile* ZIETTEL, 1869.

Ce genre est caractérisé par des sillons visibles sur le moule interne auxquels peuvent correspondre des bourrelets sur la moitié ventrale du test (Rulleau, 1993)

Une forme plus épaisse, assez comprimés, caractérisée par des flancs parallèles, une aire ventrale arrondie peu convexe, à costulation également très fine mais avec des groupes de stries en relief et un ombilic très fermé. Les *Calliphyloceras* se reconnaissent par l'existence de sillons plus ou moins nombreux sur les flancs. Ils sont présents dans la zone à Bifrons.

***Partschiceras* FUCINI, 1923 (Pl. XI, Fig.3)**

Espèce type : *Ammonites Partschii* (STRURANI.) 1851.

Cette forme est caractérisée par des côtes rétroverses dans la partie supérieure des flancs, des tours internes lisses et par un aspect globuleux avec une section plutôt elliptique épaisse et par l'absence de constrictions. L'aire ventrale est large et arrondie et les flancs légèrement concaves. L'ombilic est petit.

**Ordre : PSILOCERATIDA** Housa, 1965

(émendé Dommergues, 2002)

**Superfamille : LYTOCERATOIDEA** Neumayr, 1875

**Famille : LYTOCERATIDAE** Neumayr, 1875

Cette famille représente des ammonites à enroulement très évoluées à tours peu ou pas recouvrant. L'ornementation est faite de combinaison variée de ligne de croissance, de collerettes, de constrictions et de plis. Les sutures sont complexe mais avec peu d'élément principaux (Rulleau, 1993). Son intervalle d'existence couvre une période allant du Jurassique inférieur au Crétacé supérieur.

**Sous-famille : LYTOCERATINAE** Neumayr, 1875

Cette sous-famille existe depuis le Jurassique inférieur au Crétacé supérieur, ce sont des formes ornées de lignes de croissances et parfois de côtes lamellaires auxquelles correspondent généralement des constrictions sur les moules internes. La ligne de sutures présentent deux lobes latéraux ; le premier étant très larges et un lobe dorsal cruciforme.

***Lytoceras* SUESS, 1865(Pl.XII, Fig.1, 2)**

Synonyme : *Derolytoceras* ROSENBERG, 1909

Espèce type : *Ammonites fimbriatus* SOWERBY. 1817

C'est une ammonite évoluée atteignant de grande taille à tours ovales, circulaires ou encore subquadratiques portant souvent des constrictions périodiques. Les côtes sont fines, serrées plus ou moins fortes souvent crénelées et parfois bifurquées sur les flancs (Meister) le groupe caractéristiques des « Fimbriati » se reconnaît à son ornementation interrompus par des collerettes péristomales et parfois complétées par des stries longitudinale donnant un aspect réticulé. (Rulleau, 1993). Son âge correspond à un intervalle compris entre le Sinémurien et le Cénomanién.

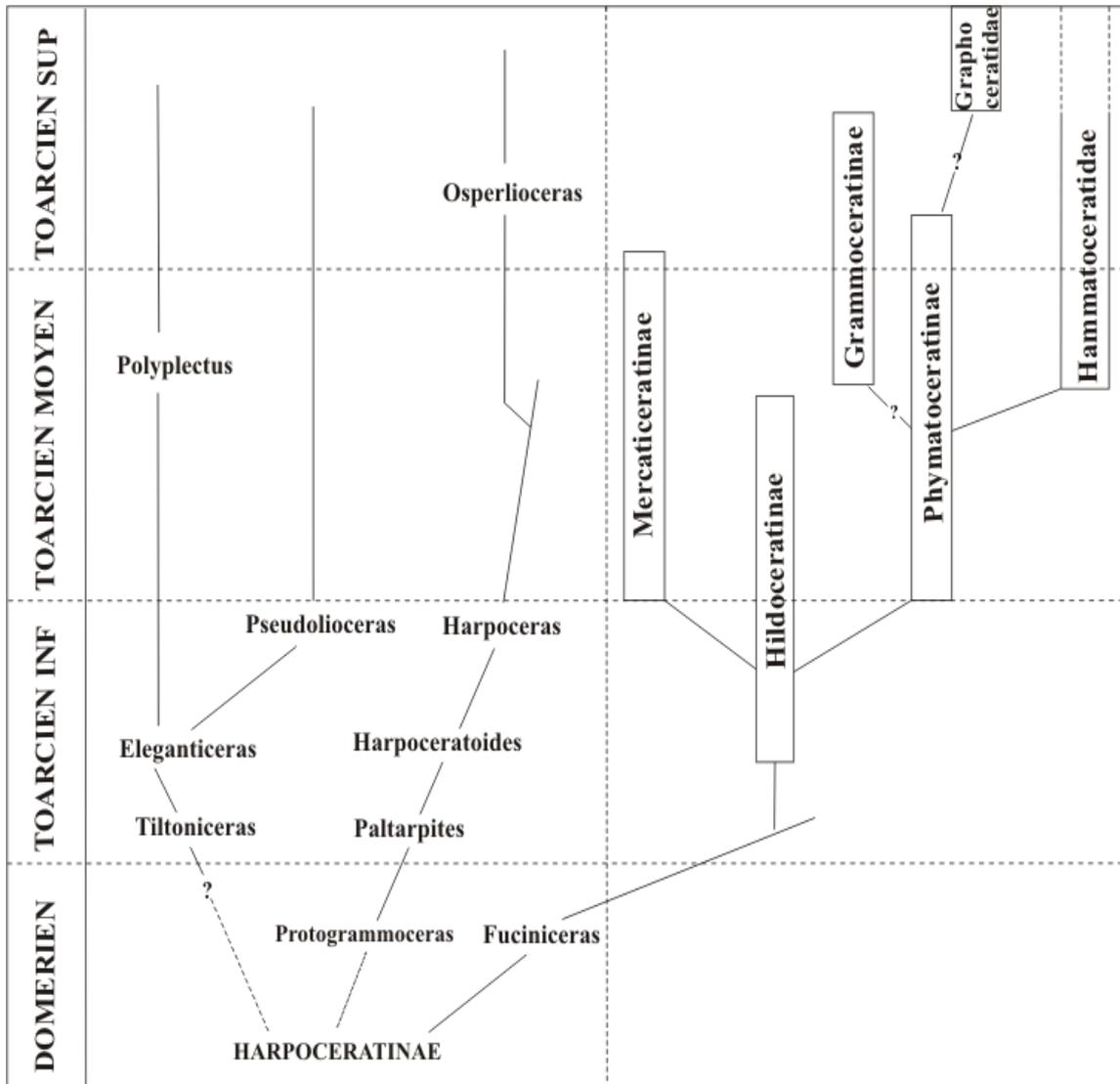
#### IV. LES MODALITES DE L'EVOLUTION CHEZ LES HILDOCERATACEAE

Nous avons suivi l'évolution de l'ensemble des principales sous-familles d'*Hildoceratidae*.

##### 1. Evolution des *Harpoceratinae* (Fig.14, 15, 16)

Dès la base du Toarcien, les *Harpoceratinae* peuvent être subdivisés en deux rameaux (Fig.14) :

- le premier, d'abord représenté par les *Tiltoniceras*, se poursuit avec le genre *Eleganticeras* qui s'éteint dans l'horizon à *Strangewaysi* et avec le genre *Polyplectus* qui atteint la partie supérieure de l'étage Toarcien.



**Fig.14 :** Evolution des *Harpoceratinae*. Relation avec les autres familles et sous-familles (Gabilly 1976 a).

Cette série de formes est caractérisée par une compression de plus en plus marquée, par une complication croissante des lignes de sutures et par un allongement progressif du segment latéro-dorsal de la ligne radiale (Gabilly, 1976 a).

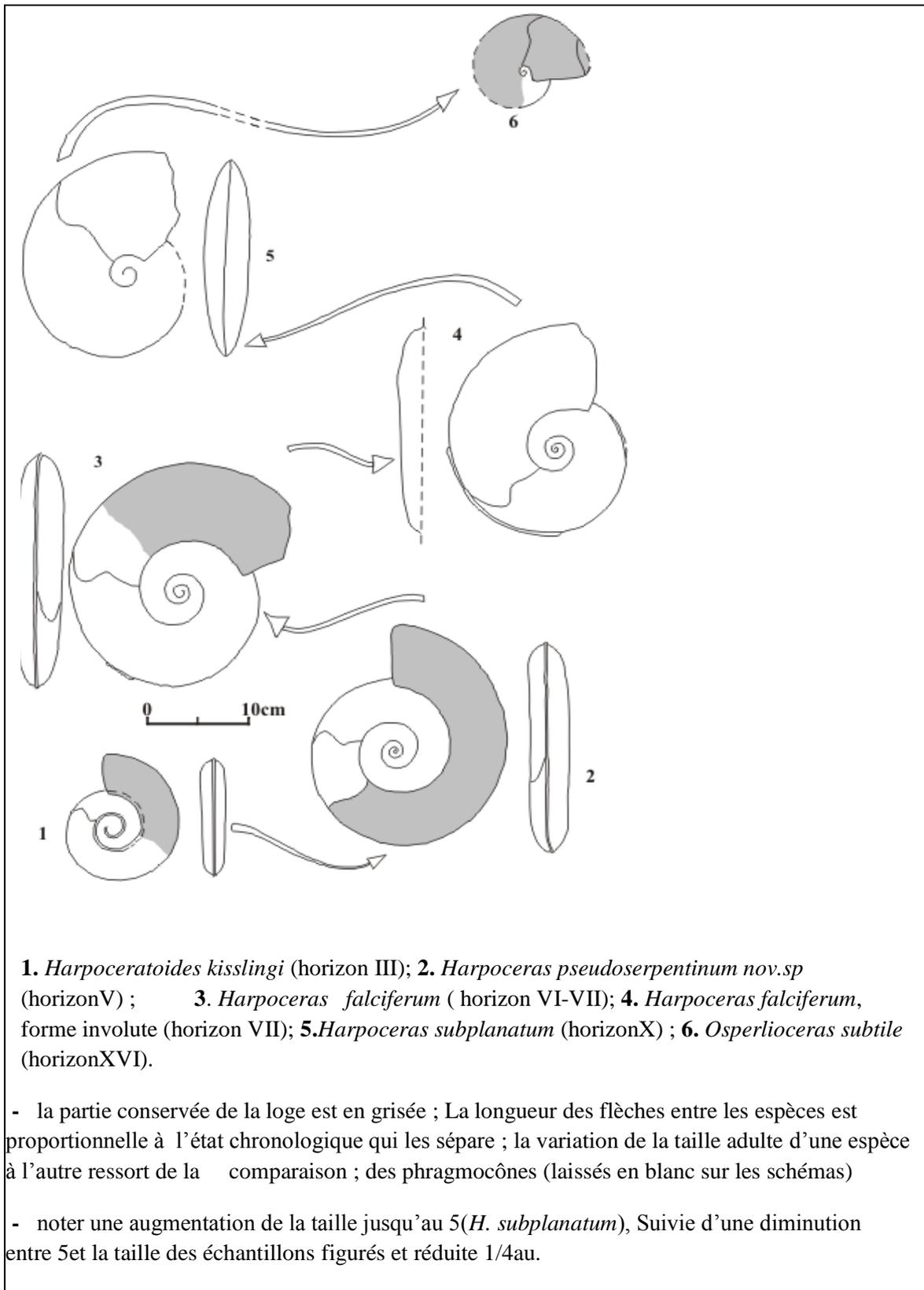
- La deuxième lignée toarcienne d'*Harpoceratinae* part du genre *Paltarpites* ; elle donne ensuite successivement (Fig.15) le genre *Harpoceratoides* (horizons III et IV), les *Harpoceras* du groupe *falciferum* (horizons V et IX), les *Harpoceras* du groupe *subplanatum* (horizon X) et, enfin, le genre *Osperlioceras* qui apparaît (Mattei, 1969) dans la partie supérieure de la zone à Bifrons et atteint la zone à Pseudoradosa. Dans ce deuxième rameau (Fig.15), on note d'abord une involution et une compression croissante de la coquille. La taille augmente jusqu'à *Harpoceras subplanatum* ; elle diminue ensuite, les côtes sont de plus en plus fines, la ligne radiale montre une inflexion latérale de plus en plus accentuée jusqu'à *H. falciferum* ; puis, cette tendance se stabilise et décroît même par la suite ; simultanément, le segment latéro-dorsal s'allonge. Enfin, les sutures cloisonnaires présentent une complexité de plus en plus grande.

La morphologie de la paroi ombilicale est également un caractère hautement significatif (Fig.16). Chez *Harpocertoides alternatus* (SIMPSON), espèce de l'horizon IV, la paroi ombilicale est tout d'abord inclinée vers le centre de la spire et les flancs sont subparallèles (fig16). *Harpoceras pseudoserpentinum* nov. sp. (GABILLY), espèce-indice de l'horizon V, présente une section voisine de la précédente, mais la paroi ombilicale est abrupte. Enfin, *Harpoceras falciferum* (SOWERBY), qui se rencontre dans les horizons VI, VII, VIII, et IX, montre des flancs convexes et une paroi ombilicale sous-cavée. Tout se passe comme si, entre les horizons IV et VI, la paroi ombilicale s'était progressivement repliée autour d'une charnière située au bord ombilical.

Schindewolf, (1963) a décrit l'ontogenèse des sutures cloisonnaires chez plusieurs genres d'*Harpoceratinae* ; il a insisté sur l'incision médiane « extraordinairement profonde de la selle externe » chez *Osperliocers bicarinatum* (ZIETEN) ; ce caractère persiste et s'accroît même chez l'adulte.

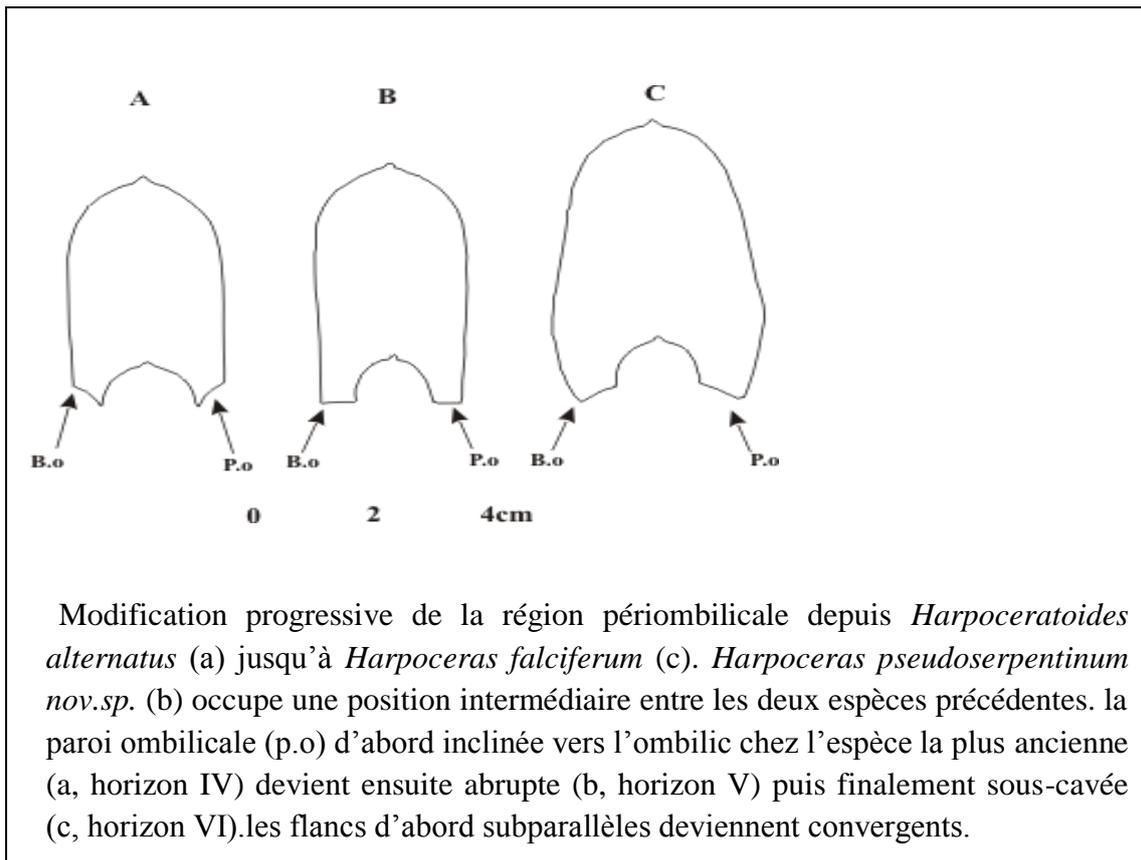
Gabilly, (1975) a noté que chez les *Harpoceratinae* toarciens les plus anciens (*Paltarpites*), que le lobe accessoire médian de la selle externe est nettement moins développé. Il prend ensuite une importance progressivement grandissante au cours de l'évolution des genres *Harpoceratoides* et *Harpoceras* pour atteindre son maximum de développement dans le genre *Osperlioceras*.

En résumé, dans les différents rameaux distingués, se trouvent certaines modalités évolutives très semblables ; on note, en particulier, une tendance globale présente plusieurs composantes en relation étroite les unes avec les autres et qui sont : la fermeture progressive de l'ombilic, une compression croissante, une complication et une multiplication grandissantes des éléments de la sutures cloisonnaire.



**Fig15** : Evolution des genres *Harpoceratoides*, *Harpoceras* et *Osperlioceras* (Gabilly 1976 a).

Enfin, les représentants mésogéens du genre *Harpoceras* étaient plus petits que les formes contemporaines du NW de l'Europe.

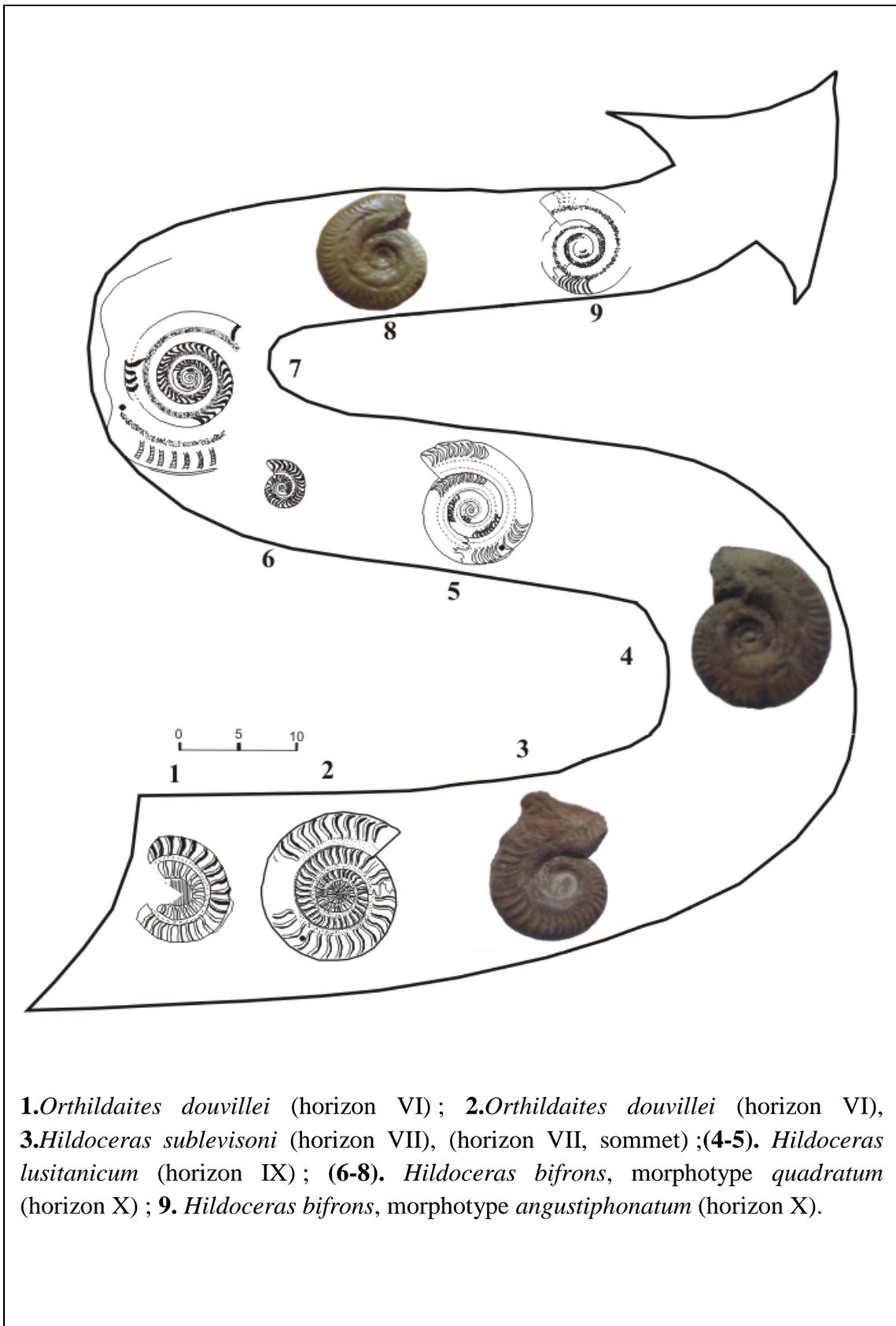


**Fig16 :** Comparaison de la section des tours chez les Harpoceratinae toarciens (Gabilly 1976 a).

## 2. Evolution des *Hildoceratinae* (Fig.17)

La plus part des espèces d'*Hildoceratinae* se retrouvent aussi bien dans la province mésogéenne que dans la province NW- européenne. Il convient cependant de signaler la différence frappante observée entre les échantillons mésogéens de petite taille, souvent réduits à 5-6 tours de spire, et les spécimens beaucoup plus grands du NW de l'Europe.

Au cours de l'évolution des *Hildoceratinae*, les modifications les plus importantes ont porté sur les caractères d'ornementation. A partir du genre *Hildaites* à côtes sigmoïdes, s'est brusquement différencié le genre *Orthildaites* à côtes droites ; celui-ci a lui-même donné naissance au *Hildoceras* (Fig.17). Au cours de cette évolution, la ligne radiale est devenue de plus en plus flexueuse. Les modifications progressives des caractères évolutifs ont souvent été suivies d'une espèce à l'autre et elles fournissent un bel exemple d'anagenèse au sens de Tintant (1963, p.458). Le passage entre *Orthildaites* et *Hildoceras* a été marqué par l'apparition de côtes anguliradiées, à un stade précoce de l'ontogénèse, chez les premiers



**Fig. 17:** Evolution des genres *Orthildaites* et *Hildoceras* (Gabilly, 1976 a) complété.

*Hildoceras* (*H. sublevisoni* FUCINI). Ce caractère s'étend ensuite progressivement à toute la coquille (*H. tethysi* GECZY). Au point d'inflexion latérale des côtes, apparaît très tôt un sillon spiral, d'abord évasé (*H. tethysi* GECZY, *H. lusitanicum* MEISTER), puis nettement rainuré (*H. apertum* nov. sp. GABILLY, *H. bifrons* BRUGUIERE et *H. semipolatum* BUCKMAN). On peut donc considérer, par comparaison avec *Orthildaites*, qu'il y a une accentuation croissante de l'inflexion latérale de la ligne radiale (Fig.18). Il y a également un allongement du segment latéro-dorsal qui se traduit par un déplacement vers l'extérieur du sillon spiral. Celui-ci, encore très proche de l'ombilic chez (*H. apertum* nov. sp. GABILLY), s'en éloigne sensiblement chez (*H. bifrons* BRUGUIERE) et encore davantage chez (*H. semipolatum* BUCKMAN) ; dans le dernier cas, ce caractère est tellement accentué que le sillon spiral se trouve au contact de la suture ombilicale du tour suivant ; il ne s'en détache que vers 40 mm de diamètre.

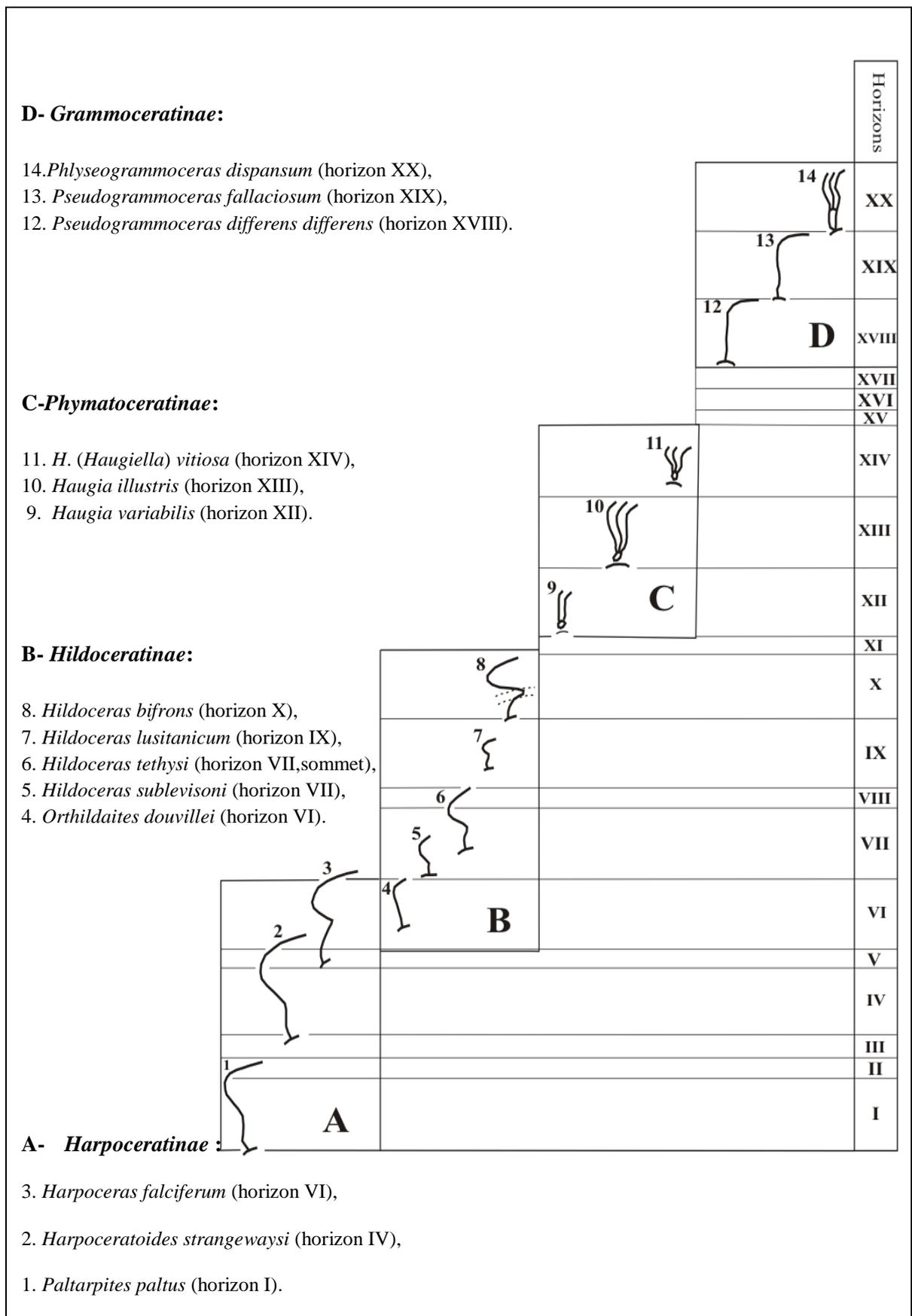
Au cours du temps, l'ombilic des *Hildoceras* devient tout d'abord progressivement plus étroit. Assez sensible chez (*H. tethysi* GECZY), cette tendance s'inverse chez (*H. lusitanicum* MEISTER), (*H. crassum* MITZOPOULOS et *H. apertum* nov. sp. GABILLY), dont l'ombilic est un peu plus ouvert que celui de (*H. tethysi* GECZY). Enfin, depuis (*H. apertum* nov. sp. GABILLY) Jusqu'à (*H. semipolatum* BUCKMAN), l'importance de l'ombilic diminue de nouveau d'une espèce à l'autre. A la fin de leur histoire, les *Hildoceras* du groupe *bifrons* tendent également vers une plus grande compression déjà sensible chez le morphotype comprimé de *H. bifrons*.

En résumé, l'ornementation propre aux *Hildoceras* (côtes « V » scriptiradiées) apparaît d'abord sur les tours internes ; de là, elle gagne les tours externes suivant une progression centrifuge ; il s'agit donc d'une évolution de type protérogénétique.

La tendance générale à l'aplatissement des tours et à la fermeture de l'ombilic, bien que très modérée, s'accompagne d'une modification corrélative des sutures cloisonnaires. Les lobes et les selles des formes les plus anciennes (le lobe latéral notamment) sont, en effet, étroites et allongés ; par la suite, les éléments suturaires deviennent progressivement plus simples, plus courts et plus trapus. De plus, Schindewolf, (1963) a observé cinq lobes ombilicaux chez (*H. semipolatum* BUCKMAN), alors qu'il n'y en a que trois chez (*H. bifrons* BRUGUIERE). La multiplication des éléments ombilicaux de la suture cloisonnaire semble donc liée à une forme générale de la coquille plus comprimée et moins largement ombiliquée. Le rapprochement progressif de la suture ombilicale et du sillon latéral au cours de l'évolution est très certainement, lui aussi, lié à l'augmentation de l'involution.

**N.B :** J'ai volontairement introduit les sous-familles des *Grammocerotinae* et les *Phymatocerotinae* bien qu'elles n'ont pas de représentant dans ma récolte pour poursuivre les travaux de GAB ILLY qui reste toujours une excellente référence en matière d'évolution.

Selon Donovan (1962), les *Grammocerotinae* seraient issus, de *Mercaticeras* du groupe *umbilicatum* (BUCKMAN) par suite de la disparition des sillons carénaux combinée avec une plus grande compression du tour et une augmentation de la fréquence des côtes.



**Fig18 :** Evolution répétitive de la trajectoire costale chez les *Hildoceratidae*

(Gabilly, 1976 a).

Au cours de l'évolution des *Grammoceratinae*, les caractères morphologiques et dimensionnels ayant subi les modifications les plus significatives sont la trajectoire costale, la largeur de l'ombilic et les sutures cloisonnaires. Bien que leur amplitude soit restée modérée, les variations de la ligne radiale au cours du temps sont cependant caractéristiques.

Les *Grammoceratinae* les plus anciens montrent une inflexion latérale généralement proche du bord ombilical et un court segment latéro-dorsal ; ce caractère est particulièrement net sur les tours internes. L'amplitude de la rétroflexion latérale des côtes augmente depuis le groupe de *P. aratum* (BUCKMAN) jusqu'à *P. doerntense* (DENCKMANN) (Fig.18) ; elle décroît ensuite dans toutes les lignées (Gabilly, 1975, fig.133), mais l'allongement du segment latéro-dorsal reste sensible. Autrement dit, le point d'inflexion latérale des côtes s'éloigne progressivement de l'ombilic au cours de l'évolution des *Grammoceratinae* ; globalement, il se déplace depuis le voisinage du bord ombilical (*P. aratum*) jusqu'au tiers internes du flanc (*P. fallaciosum*).

Les *Phymatoceratinae* se sont différenciés en Mésogée à partir de certains *Hildaites* (Kottek, 1966). Leur premier représentant actuellement connu, *Phymatoceras elegans* (MERLA), est apparu dès la sous-zone à Sublevisoni (Gallitelli-Wendt, 1969). Cette sous-famille n'a pas de représentant dans ma récolte.

L'évolution de la trajectoire costale des *Phymatoceratinae* est schématiquement représentées (Fig18). Les *Haugia*, absente dans notre secteur, présentent d'intéressantes modifications de la trajectoire des côtes, de la section des tours cloisonnaires et de la taille.

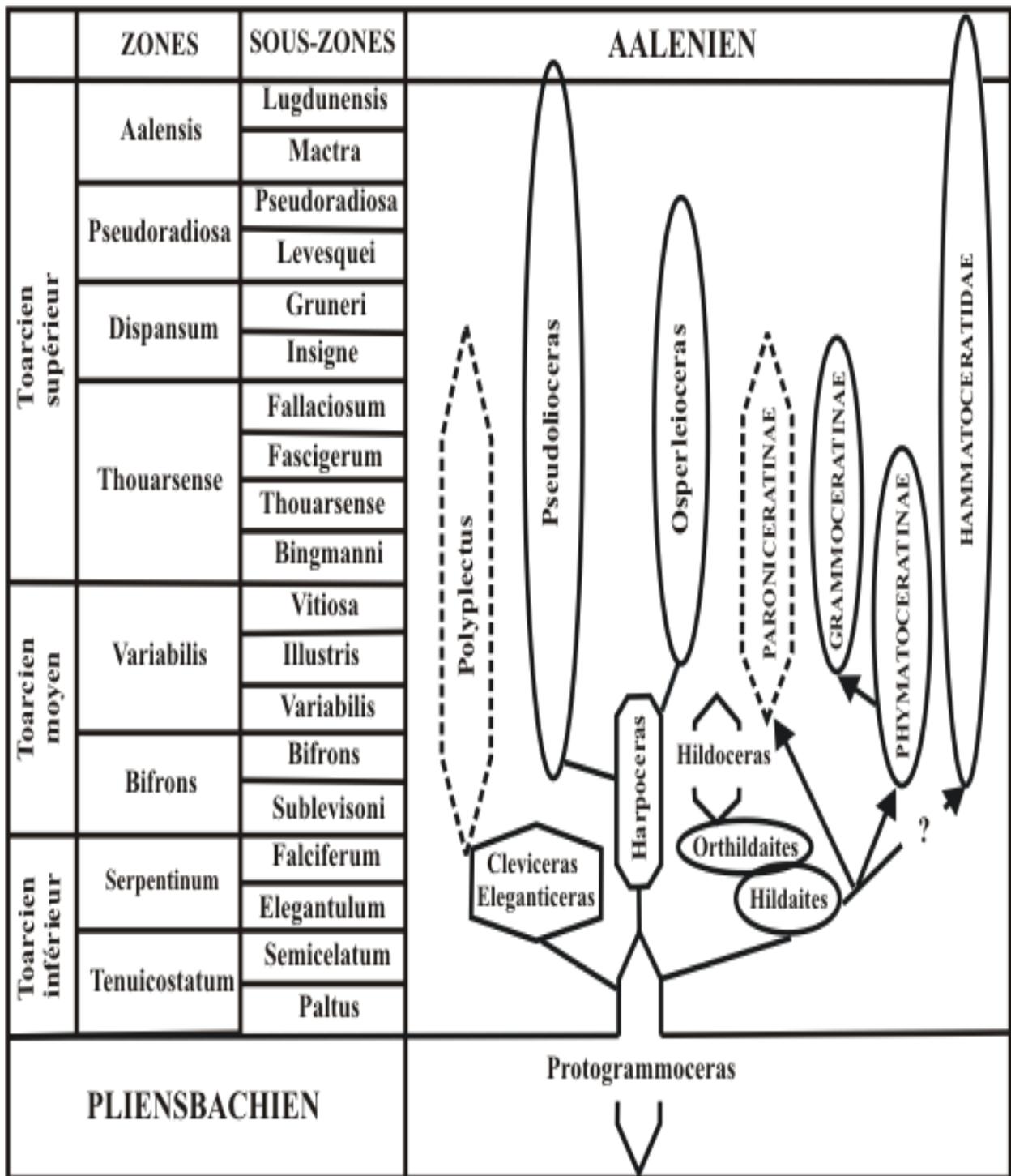
## V. RECONSTITUTION PHYLOGENETIQUE

Les paléontologues disposent de la morphologie des restes fossilisés pour proposer des hypothèses phylogénétiques et de la succession stratigraphique des taxons pour placer ces hypothèses dans le contexte temporel. Chez les ammonites, dont l'enregistrement fossile est réputé de haute qualité, les auteurs ont cependant eu tendance à privilégier le rôle des données stratigraphiques dans les reconstructions phylogénétiques ; la morphologie n'intervenant que pour séparer des lignées contemporaines. Cette pratique s'est largement développée au cours du temps et prévaut encore aujourd'hui.

Dans le présent travail, deux approches aboutissant à des hypothèses de relations phylogénétiques ont été suivies. La première interprète les données morphologiques dans leur contexte paléogéographique et biostratigraphique. La seconde utilise la méthode cladistique, qui s'appuie sur des arguments morphologiques, dans un contexte d'analyse de parcimonie.

### 1. Première approche

Dans son tableau phylogénique de la famille des HILDOCERATIDAE, Howarth, (1992), propose les successions suivantes :



**Fig.19** : Situation stratigraphique et évolution supposée des HILDOCERATIDAE. D'après les études effectuées par (Gabilly, 1975 et 1976, Elmi et Rulleau.1991 et 1993, Howarth 1992, Rulleau. 1993).

Quant aux *Protogrammoceras*, ils seraient probablement issus du genre *Tropidoceras* et se sont divisés en trois branches dans la sous zone à Semicelatum :

1 - *Harpoceras*, *Pseudolioceras* et *Osperleioceras*

2- *Eleganticeras* et *Polyplectus* ;

3- *Hildaites*, *Orthildaites* et *Hildoceras*.

On peut remarquer (Fig. 19) la grande extension verticale des genres *Osperleioceras*, *Polyplectus* et *Pseudolioceras*, ce dernier subsiste jusqu'au début de l'Aalénien.

Enfin plusieurs études récentes (Rulleau, 1991, 1993, 1994 ; Elmi & Rulleau, 1991, 1995 ; Macchioni & Venturi, 2000 ; Rulleau, Bécaud & Neige, 2003) apportent plus de précisions que Howarth (1992). Elles font aussi du genre *Hildaites*, d'une part la souche des *Leukadiellinae* et des *Paroniceratinae*, et d'autre part des *Phymatoceratinae* d'où bifurquent les *Grammoceratinae* dans l'horizon à *Illustris*.

Les *Phymatoceratinae* sont probablement également à l'origine des *Hammatoceratidae*, et donc ainsi, de toutes les ammonites post toarciennes.

## **2. Deuxième approche**

L'objectif de la présente étude sera de reconsidérer la phylogénie du groupe, à travers la méthode cladistique qui aboutissant à des hypothèses de relations de parentés se fondant sur une analyse de parcimonie des caractères morphologiques.

### **2.1. Les tentatives cladistiques**

La méthode cladistique (Hennig, 1966), est restée longtemps ignorée par les ammonitologues ; la première analyse cladistique d'ammonites ayant été publiée en 1989 par Landman. Cette méthode basée uniquement sur l'analyse des caractères morphologiques présente pourtant l'avantage de répondre à un protocole d'analyse strictement reproductible et aussi de limiter l'influence des concepts évolutifs.

Aujourd'hui, il n'existe que très peu d'analyses cladistiques appliquées aux ammonites. Certaines d'entre elles suivent une démarche cladistique au sens de Hennig c'est-à-dire en définissant des liens de parentés sur des apomorphies sans traitement de parcimonie (Landman, 1989 ; Dommergues et Meister, 1992 ; Dommergues, 1994 ; Cooper, 1992, 1994, 1997, 1998, 1999 ; Dommergues et Meister, 1999) tandis que d'autres font l'objet d'une recherche par un algorithme de parcimonie (Landman et *al.*, 1991 ; Landman et Waage, 1993 ; Neige et Dommergues, 1995 ; Korn, 1997 ; Yacobucci, 1999 ; Monks, 1999, 2000, 2002 ; Rulleau et *al.*, 2003 ; Moyne et Neige 2004).

Les autres arguments les plus fréquemment avancés contre l'approche cladistique reposent sur l'idée, (1) que l'évolution des ammonites affecte un nombre limité de caractères, et (2) que l'homoplasie est fréquente. Pourtant, les résultats des analyses cladistiques connues montrent que contrairement aux idées reçues, les coquilles d'ammonites portent des caractères suffisamment nombreux et informatifs pour permettre de reconstruire des phylogénies. La ligne de suture apparaît par exemple comme un caractère complexe largement indépendant de la géométrie de la coquille et permettant d'établir des homologues fiables (Wiedmann et Kullmann, 1981 ; Korn, 1997 ; Monks, 1999). De plus, l'accessibilité aux premiers tours des ammonites offre la possibilité de trouver des caractères ontogénétiques (Landman, 1989 ; Landman et *al.*, 1991).

## **2.2 L'analyse cladistique**

Notre analyse s'appuie sur une étude exhaustive de la bibliographie, ainsi que sur des spécimens récoltés dans les dépôts liasiques du Djebel Nador (Tiaret, Algérie occidentale), elle comprend douze taxons appartenant à la famille des *Hildoceratidae*,

## **2.3 Choix des taxons représentatifs**

L'analyse cladistique est menée pour proposer une hypothèse phylogénétique à l'échelle de la famille. Nous avons procédé à un échantillonnage conduisant à la sélection de 12 taxons de *Hildoceratidae* (genres) jugés représentatifs de la diversité des formes rencontrées. Trois d'entre eux sont considérés comme extra groupe : *Callyphyloceras* et *Partshiceras* appartenant à la famille des *Phylloceratidae* et *lytoceras* qui appartient à la famille des *Lytoceratidae*.

## **2.4 Caractères morphologiques et codage**

Treize caractères morphologiques sont pris en compte (voir Tableau 1 pour le détail des caractères et des états), décrivant à la fois les caractéristiques géométriques des coquilles (le taux d'involution, la compression de la section du tour), les caractéristiques ornementales (présence et forme des côtes) et la forme générale de la ligne de suture. Les états sont codés pour des spécimens adultes sauf pour les caractéristiques d'ornementation où nous avons tenu compte de l'ensemble de l'ontogenèse. Dans ce cas, l'ornementation (tubercules) peut être présente à l'état juvénile et/ou adulte.

### N° des Caractères morphologiques et états

- A. Type d'enroulement de la coquille : 0 (évolutive), 1 (moyennement involute), 2 (franchement involute).
- B. Compression de la coquille : 0 (rapport épaisseur/hauteur  $< 1$ ), 1 ( $E/H \geq 1$ ).
- C. Profondeur de l'ombilic : 0 (peu profond), 1 (profondeur moyenne), 2 (profond).
- D. Forme des flancs de la coquille : 0 (plats), 1 (légèrement bombés), 2 (très bombés).
- E. Angle des flancs par rapport au ventre : (0) flancs parallèles, (1) flancs convergents.
- F. Présence de sillons péricarénaux : 0 (présence de deux sillons), 1 (absence).
- G. Présence de côtes : 0 (présence de côtes vraies), 1 (absence).
- H. Présence de stries ou d'ondulations : 0 (présence stries ou d'ondulations), 1 (absence).
- I. Forme des côtes : 0 (côtes droites ou faiblement arquées), 1 (côtes sinueuses), 2 (absence de côtes).
- J. Ornementation latéro-ombilicale : 0 (présence tubercules ou épaissements), 1 (absence).
- K. Ornementation latéroventrale : 0 (présence tubercules ou épines), 1 (absence).
- L. Présence d'une carène ventrale : 0 (présence), 1 (absence)
- M. Complexités de la ligne de suture : 0 (ligne découpée), 1 (ligne très faiblement découpée).

**Tableau 1** : Caractères morphologiques et états des caractères choisis pour l'analyse Cladistique.

## 2.5 Résultats (Figs.20, 21)

La matrice des caractères (Tableau 2) est traitée à l'aide du logiciel PAST (Paleontological statistic analys). Les caractères sont considérés comme non ordonnés, non orientés et non pondérés, La matrice ne contient que des caractères informatifs.

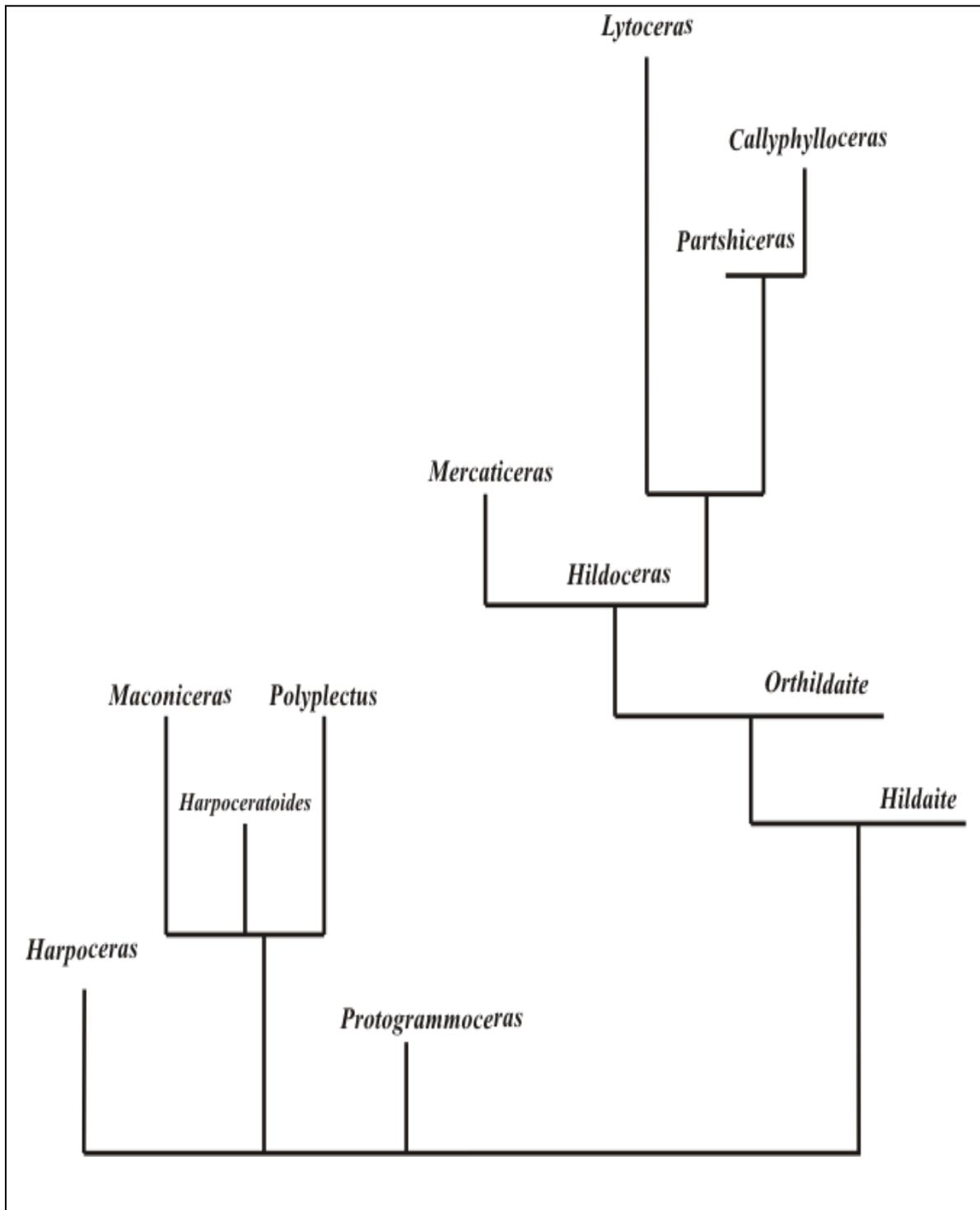
Taxons \ Caractères	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Protoqramoceras	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
Harpoceras	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Lytoceras	0	1	2	2	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Polyplectus	2	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
Harpoceratoides	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Maconiceras	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Orthildaites	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Hildoceras	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Hildaites	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
Mercaticeras	0	0	2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Partshiceras	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
Callyphylloceras	2	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1

**Tableau 2 :** Matrice des caractères pour les 12 taxons utilisés ici.

La recherche des arbres les plus parcimonieux (Fig.20) est effectuée avec l'option de recherche « heuristique » qui a produit 22 arbres. Ces 22 arbres montrent un indice de cohérence de 0,545 et un indice de rétention de 0,68. Les topologies de ces 22 arbres sont assez proches et ne diffèrent que sur certains nœuds particuliers. Les conflits et les cohérences entre ces arbres de parcimonie minimale peuvent être analysés et synthétisés en calculant des arbres de consensus

L'arbre de consensus strict (Fig. 21), en ne considérant comme résolu que les nœuds présents dans les 12 arbres de parcimonie minimale révèle de fait les nœuds problématiques.

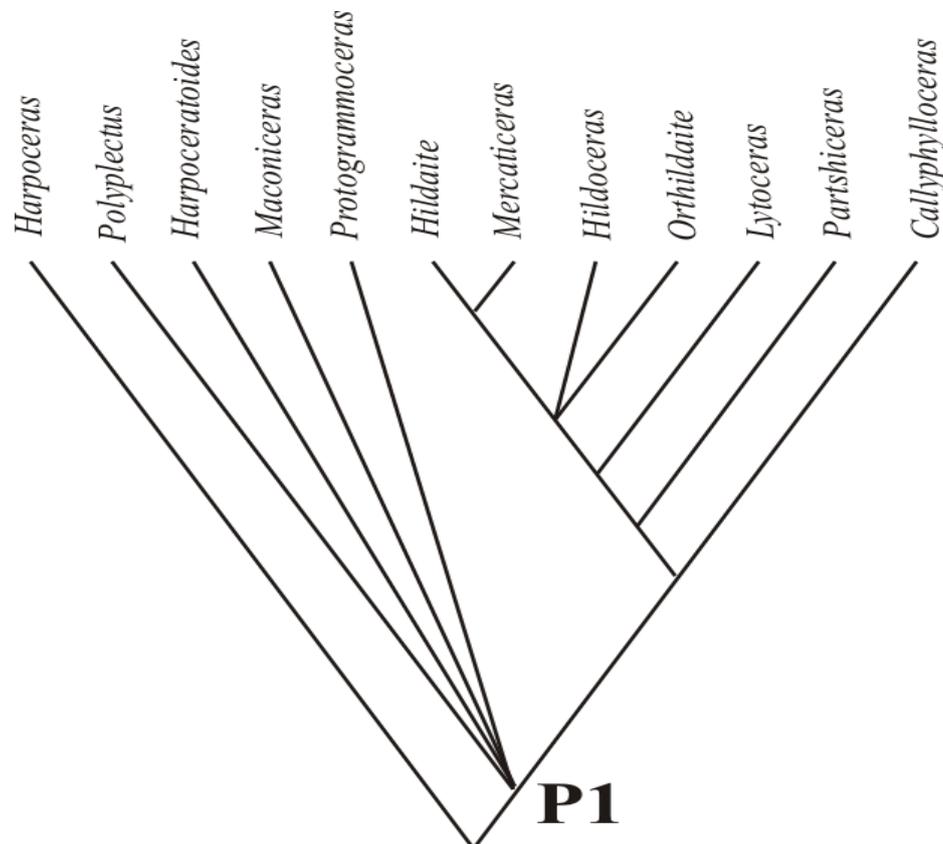
Les points résolus montrent la monophylie du groupe constitué par les genres *Hildaites* et *Mercaticeras*, et les genres *Hildoceras* et *Orthildaites* ces quatre genres appartenant à la sous famille des *Hildoceratinae* qui sont associés aux genres *Lytoceras*, *Partshiceras* et *Callyphylloceras*.



**Fig. 20:** Phylogénèse supposée des genres étudiés (approche cladistique : arbre de parcimonie).

Les autres genres *Polyplectus*, *Harpoceratoides*, *Maconiceras*, *Protogrammoceras* constituent également un groupe monophylétique qui lui est lié au genre *Harpoceras*, cette association appartient à la sous famille des *Harpoceratinae*.

La topologie générale de cet arbre de consensus indique que les *Hildoceratinae* s.l. constituent un groupe monophylétique. Elle indique au contraire clairement qu'il s'agit d'un groupe polyphylétique constitué par les genres *Hildaites*, *Mercaticeras*, *Hildoceras* et *Orthildaites*. L'analyse cladistique ne peut pas résoudre tous les relations de parentés au sein de ce groupe, Les conflits entre ces 22 arbres sont localisés uniquement au sommet de l'arbre (Fig. 21 points P1) et est indiqué par une polyfurcation montrant dans ce cas une impossibilité de résoudre la phylogénie par l'analyse. C'est le cas de la polytomie P1 qui regroupe 4 taxons (*Protogrammoceras*, *Maconiceras*, *Harpoceratoides* et *Polyplectus*) avec le genre monophylétique *Harpoceras*. Cette association appartenant à la sous famille des *Harpoceratinae*.



**Fig.21 :** Phylogénèse supposée des genres étudiés (approche cladistique : arbre de consensus strict).

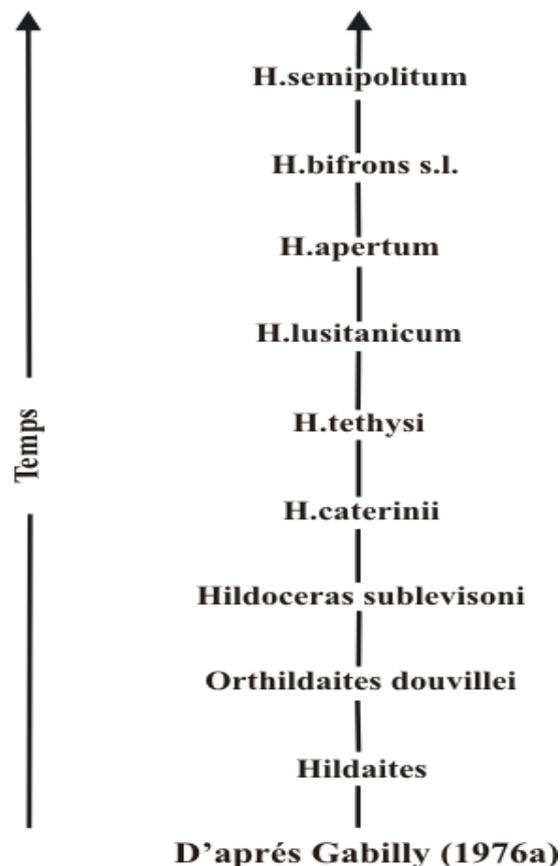


La relation phylogénétique des groupes d'ammonites, figurée dans la première approche a été confirmée par l'analyse cladistique, les deux approches montrent une certaine analogie dans l'histoire évolutive des genres étudiées (Fig.22).

Le genre *Protogrammoceras* apparaît comme le genre-souche existe depuis le Domerien jusqu'à la fin de la zone à Polymorphum, le genre *Hildaites* donne naissance aux genres *Orthildaites*, *Hildoceras* et *Mercaticeras* qui existent depuis le la zone à Levisoni jusqu'au début du Toarcien supérieur, cette association appartient à la sous famille des *Hildoceratinae*.

Le genre *Protogrammoceras* donne naissance aux genres *Harpoceras* et *Polyplectus* appartenant à la sous famille des *Harpoceratinae* attribuée au Domerien et au Toarcien supérieur (Fig19). De notre approche cladistique, l'arbre de parcimonie montre que les genres *Protogrammoceras*, *Harpoceras* et *Polyplectus* appartiennent à des rameaux différents.

L'un des résultats importants de cette analyse cladistique portant sur les *Hildoceratinae* s.l met en évidence une succession anagenétique du groupe qui confirme le modèle proposé par Gabilly (1976 a) (Fig.23). Ce dernier prend en compte uniquement les genres *Hildaites*, *Orthildaites* et *Hildoceras* qui constituent l'exemple parfait d'une lignée anagénétique.



**Fig.23** : Hypothèse évolutive pour les *Hildoceratinae* d'après Gabilly (1976a).

## *Quatrième chapitre : Paléobiogéographie*

## I. INTRODUCTION

Au cours du Jurassique, l'éclatement de la Pangée a pour résultat des modifications paléogéographiques importantes qui se traduisent notamment par l'ouverture de couloirs marins (e. g. la « voie atlantique » [Enay, 1980] ou « corridor hispanique » [Smith, 1983], le « couloir groenlandais » [Doré, 1991] ou « corridor viking » [Westermann, 1993]).

La mise en place de ces nouvelles voies de communication rend plus complexe la compréhension des échanges fauniques qui existent entre les diverses provinces notamment pour les organismes marins. C'est le cas des ammonites du Jurassique inférieur qui ont une répartition mondiale, mais qui, dans le détail occupent des domaines paléogéographiques bien différents.

## II. PALEOENVIRONNEMENT

Le Toarcien inférieur de la Téthys occidentale a été marqué par des changements paléoenvironnementaux majeurs (Fig.24) engendrés par une tectonique distensive. Dans le secteur du Nador, cette période est caractérisée par des niveaux contenant une faune benthique naine (brachiopodes et ammonites) et micropaléontologiquement azoïques (Sebane, 1984). Ces niveaux sont corrélables à ceux décrits dans les bassins nord téthysiens où est enregistré un événement anoxique globale (Oceanic Anoxic Event : OAE) (Jenkyns, 1988 ; Röhl et *al.*, 2001). Ces conditions du milieu sont en relation avec des modifications paléoocéanographiques importantes provoquées par la complexité des événements tectoniques liasiques.

## III. REPARTITION PALEOGEOGRAPHIQUE DES AMMONITES PENDANT LE LIAS

L'évolution paléogéographique des peuplements d'ammonites permet de distinguer plusieurs domaines paléogéographiques pendant le Lias inférieur.

La province nord-africaine, frange méridionale du domaine mésogéen (Elmi et *al.*, 1974) est bien individualisée pendant tout Lias. Elle est ouverte à l'ouest aux influences venant d'Europe moyenne par les voies de migrations longeant la Méséta ibérique, l'une située à l'ouest à travers le Portugal, l'autre à l'est par le Prébétique et le Celtibérique ; les échanges se font dans les deux sens (Fig. 25).

Parmi les espèces d'ammonites toarciennes, on a :

- Les espèces NW-européennes : *Harpoceras falciferum* (SOWERBY) ;
- Les espèces mésogéennes, tel que *Harpoceras subexaratum* (NONARELLI) ;
- Les espèces plus ou moins cosmopolites comme *Hildoceras sublevisoni* (FUCINI) ;
- Les espèces arabo-indo-malgaches, *Bouleiceras nitescens* (THEVENIN).

Il faut ajouter que le domaine indo-malgache est caractérisé par des genres spéciaux (*Bouleiceras* et *Nedjia*) tandis que plusieurs genres sont communs aux provinces téthysiennes et NW européenne, mais ils y sont représentés par des espèces différentes.

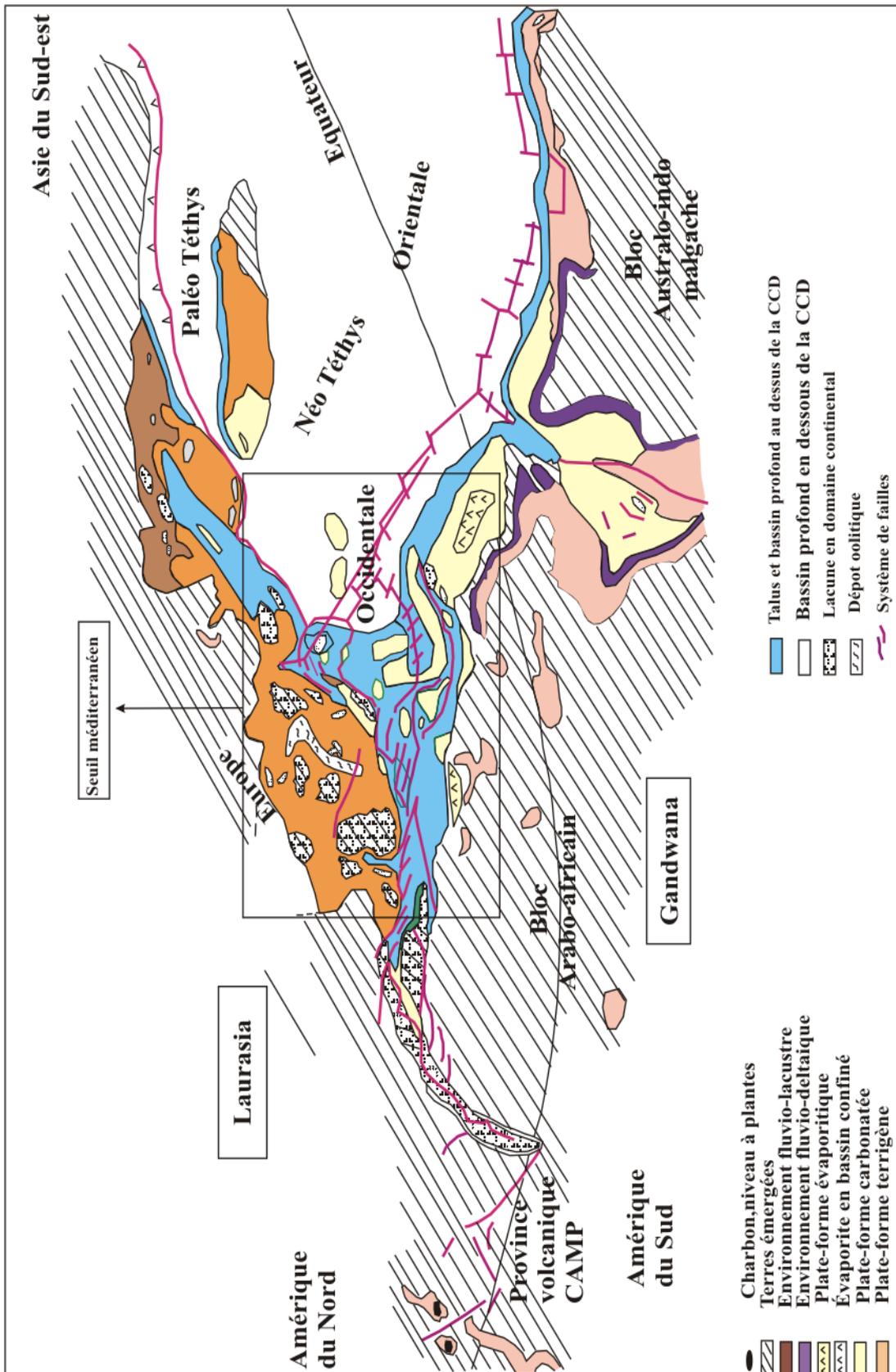


Fig.24 : Paléoenvironnement du Toarcien (Carte dessinée à partir des travaux de Dercourt et al., 2000).

Les faunes mésogéennes au sens strict se trouvent abondamment représentées en Italie (Pinna, 1966,1968 ; Pelosio, 1968 ; Gallitelli Wendt, 1969) et en Grèce (Renz, 1911,1912 ; Kottek, 1966. En Hongrie (Geczy, 1966,1967), les éléments fauniques mésogéens sont également largement prédominants. Atrops et Elmi (1971) ont revu la stratigraphie du Toarcien en Afrique du nord et plus précisément les coupes de l'Oranie occidentale. La faune qu'ils ont récoltée au Djebel Sekika et au Djebel Nador (Tiaret, Algérie) est typiquement mésogéenne, pour ce qui concerne les *Hildocerataceae* ; en effet, ils n'ont trouvé aucune espèce NW européenne. Au Maroc, Guex (1973) vient de retrouver en place un exemplaire de *Nedjia*, genre indo-malgache, dont la position stratigraphique (extrême base de la sous-zone à Sublevisoni) est, pour la première fois, exactement déterminée (Gabilly, 1976).

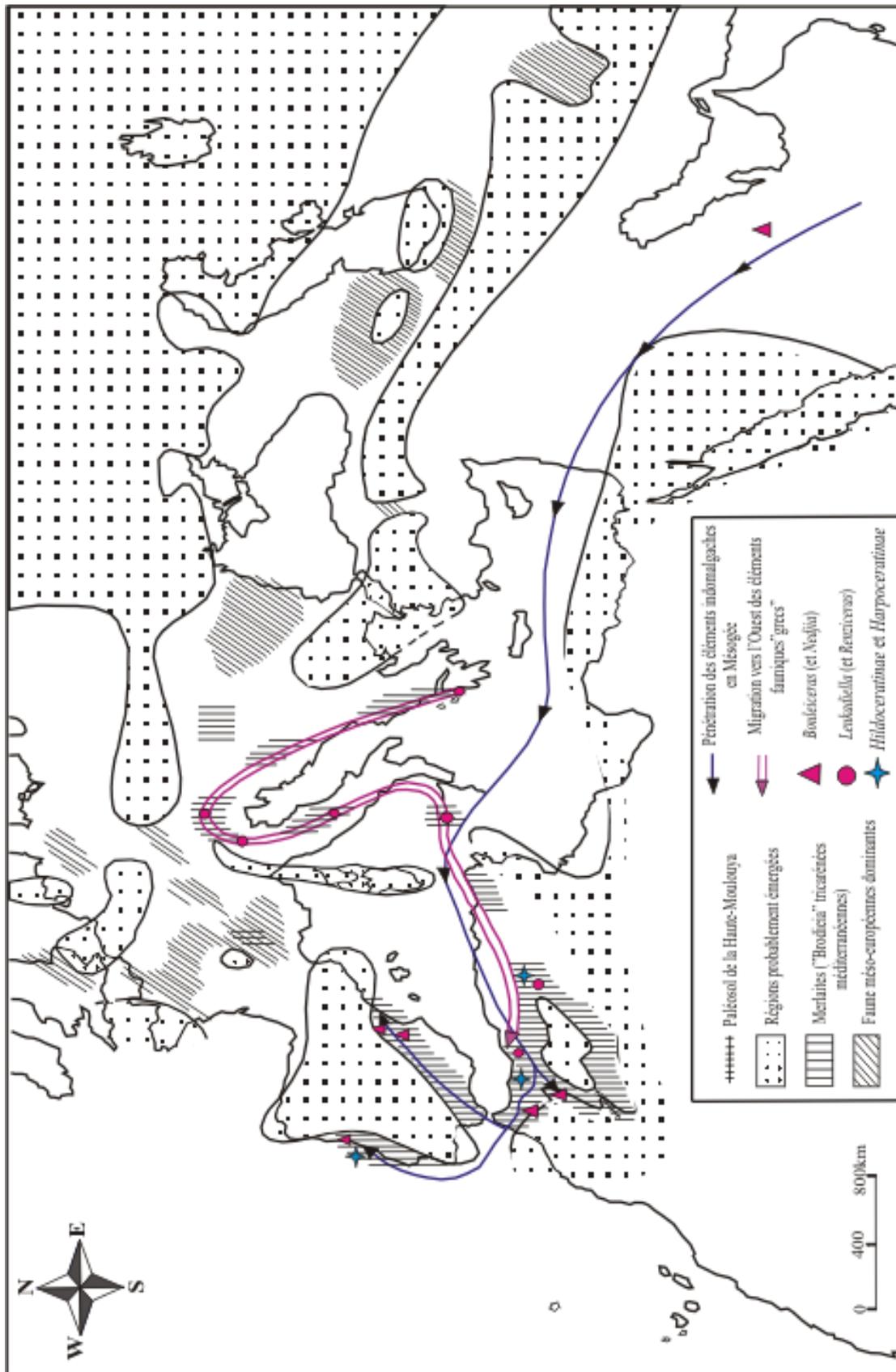
Sur quatre sous-familles d'*Hildoceratidae* fréquentes en Mésogée et dans le NW de l'Europe, seuls les *Hildoceratinae* sont représentées par les mêmes espèces. Encore convient-il de souligner la taille nettement plus réduite des formes méditerranéennes.

Chez les *Grammocerotinae*, *Pseudogrammoceras subregale* PINNA est l'unique espèce commune aux deux domaines.

Il y a une étroite parenté entre les *Hildoceratinae*, les *Phymatoceratinae* et les *Mercaticerotinae* ; ces trois sous-familles se sont, en effet, développées à partir du genre souche *Hildaites* ;

- la première est à peu près cosmopolite ;
- la deuxième est représentée d'une part, en Mésogée et, d'autre part, dans le NW de l'Europe, par des espèces presque entièrement distinctes ;
- la troisième est exclusivement méditerranéenne.

Dans un contexte général, la Téthys toarcienne largement ouverte du côté oriental entre l'Australie et l'Insulinde, se rétrécissait progressivement vers l'ouest et se fermait peut être au niveau de Gibraltar, l'existence, au Portugal, de faunes où se font sentir à la fois des influences mésogéennes et NW européenne, permet de supposer l'existence au Toarcien de communications faciles entre les deux bords de la Mésogée dans la région de Gibraltar (Gabilly, 1976).



**Fig.25** : Répartition des principaux groupes d'Ammonites pendant le Toarcien (Elmi et al., 1974) complétée

# *Conclusion générale*

## CONCLUSION GENERALE

L'étude systématique couplée à une approche statistique a révélé une faune d'ammonite toarcienne composée de quatre familles : les *Hildoceratidae*, les *Dactylioceratidae*, les *Phylloceratidae* et les *Lytoceratidae*.

La famille des *Hildoceratidae* est subdivisée en trois sous-familles :

- Les *Harpoceratinae* représentés par les genres : *Harpoceras*, *Maconiceras* et *Harpoceratoïdes* ;
- les *Hildoceratinae*, comprenant les *Hildoceras* et les *Hildaites* ;
- les *Mercaticeratinae*, regroupant les *Mercaticeras* et *Pseudomercaticeras*.

La famille des *Dactylioceratidae* représentée par la sous-famille des *Dactylioceratinae* regroupant les genres : *Dactylioceras*, *Paronoceras*, *Porpoceras* et *Catacoeloceras*.

La famille des *Phylloceratidae* comprenant la sous-famille des *Calliphyloceratina*, avec les genres *Calliphyloceras* et les *Partschiceras*.

La famille des *Lytoceratidae* est présente avec comme seul genre, le genre *Lytoceras* de la sous-famille des *Lytoceratinae*.

L'analyse de la faune s'est appuyée sur une étude exhaustive de la bibliographie, ainsi que sur des « échantillons » récoltés dans les dépôts liasiques du Djebel Nador ; elle comprend douze taxons appartenant à la famille des *Hildoceratidae*.

Les coquilles d'ammonites portent des caractères suffisamment nombreux et informatifs pour permettre de reconstruire des phylogénies. Ces dernières mettent en évidence des modalités évolutives chez les *Harpoceratinae* qui montrent plusieurs composantes en relation étroite les unes avec les autres et qui sont : la fermeture progressive de l'ombilic, une compression croissante, une complication et une multiplication grandissante des éléments de la suture cloisonnaire.

Chez les *Hildoceratinae*, les modifications évolutives les plus importantes ont porté sur les caractères d'ornementation donnant ainsi une succession **anagénétique** de trois genres : A partir du genre *Hildaites* à côtes sigmoïdes, s'est brusquement différencié le genre *Orthildaites* à côtes droites ; celui-ci a donné naissance au *Hildoceras*, l'évolution des *Hildoceras* est marquée par l'apparition d'un sillon latéral et le déplacement de ce dernier vers les hauts flancs et par une ornementation costale propre aux *Hildoceras* (côtes V-scriptiradiées) qui apparaît d'abord sur les tours internes pour ensuite gagner les tours externes suivant une progression centrifuge ; il s'agit donc d'une évolution de type **protérogénétique**.

La relation phylogénétique des groupes d'ammonites, figurée dans la première approche a été confirmée par l'analyse cladistique. Les deux approches montrent une certaine analogie dans l'histoire évolutive des genres étudiés. Les liens marquant qui existent entre les caractères évolutifs et le temps, permettent de donner une place importante à la **phylostratigraphie**.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ALMÉRAS Y., ELMI S., MOUTERDE R., RUGET C. & RIVAS P. (1988) :** Évolution paléogéographique du Toarcien et influence sur les peuplements. Lisbonne, *2nd Int. Symp. Jurassic Strat.*, p. 687-698.
- **ATROPS. F., ELMI .S (1971) :** Les divisions chronostratigraphiques du Toarcien de l'Oranie occidentale (Algérie) et leurs corrélations. *C.R. Acad. Sc., Paris*, t.273, sér. D, p.2422-2425.
- **ATROPS. F & BENEST. M (1981) :** Données biostratigraphiques nouvelles sur l'Oxfordien et le Kimméridgien du Djebel Nador de Tiaret (Avant-pays tellien, Algérie) : conséquences paléogéographiques. *Géobios*, Lyon, n°14, fasc.1, p.115-122,3fig.
- **BARTOLINIA. , NOCCHIM., BALDANZA.A & PARIS.G (1992) :** Benthic life during the Early Toarcien anoxic event in Southwestern Tethyan Umbria-Marche basin (Central Italy). *Studies in Benthic foraminifera, Benthos'90*. Sendai Tokai, University Press, p.323-338.
- **BASSOULET .J.P (1973) :** Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). *Thèse*, Paris, 2t. 497p. 50fig., pl. A-Iet HT1-3,32 pl.
- **BÉCAUD .M (2003):** Ammonites du Toarcien des Deux-Sèvres et de la Vendée. 80 p., 50 pl., sous presse.
- **BÉCAUD. M., RULLEAU L. & ELMI. S (2005) :** Le renouvellement des faunes d'ammonites à la limite Toarcien moyen- Toarcien supérieur dans les domaines du nord-ouest de l'Europe et de la Téthys occidentale. *Bulletin de la Société géologique de France*, 176 (1) : 21-33.
- **BÉCAUD .M (2006) :** Les *Harpoceratinae*, *Hildoceratinae* et *Paroniceratinae* du Toarcien de la Vendée et des Deux-Sèvres (France). *Documents des Laboratoires de géologie de Lyon*. 162, 245 p., 23 fig., 48 pl.
- **BENSHILI .K (1989) :** Lias-Dogger du Moyen Atlas plissé (Maroc). Sédimentologie, biostratigraphie et évolution paléogéographique. *Document des laboratoires de géologie Lyon*, 106 :285.
- **BUCKMAN S.S. (1887-1907):** A monograph on the Inferior- Oolithe ammonite of the British Islands. *Palaeont. Soc.*, Londres, vol. XL-LXI, p.1-456, pl.1-103.Suppl., p, i-cclxii; Textfig.1-191; pl. I-XXIV.
- **BUCKMAN S.S. (1909-1930):** Yorkshire Type Ammonites. *Welsey and Son ed.*, Londres, vol.I-II, p.i-xvi 1-121, pl.1-130; suivi de Type Ammonites, *Weldon and Welsey ed.*, Londres vol. III-VII.

- **CARATINI. C (1965)** : Age de l'orogénèse du Djebel Nador (Département de Tiaret) et des Monts de Chellala Reibel (Département de Médéa), Algérie *C.R. Soc. géol. France*, Paris, fasc.10, p. 324-395.
- **CARATINI. C (1967a)** : Histoire géologique de la région de Chellala Reibell (Département de Médéa et de Tiaret –Algérie). *Acte Soc. Linn.* Bordeaux, t.104, sér.B,n°2,p.1-9,6fig.
- **CARATINI. C (1970)** : Etude géologique de la région de Chellala-Reibell. *Publ. serv. géol. Algérie* Alger, NS n°40, t.1-2,311p., 107fig. 8pl.
- **CHOUBERT.G & FAURE –MURET .A (1962)** : evolution du domaine atlasique marocain depuis les temps paléozoïques. *Livre Mém. P. Fallot, Soc, géol. France*, t.1, p.447-527.
- **COOPER M. R. (1992)**: Towards a phylogenetic classification of the Cretaceous ammonites, II *Lyellicertaceae*. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 185, 21-38.
- **COOPER M. R. (1994)**: Towards a phylogenetic classification of the Cretaceous ammonites, III *Scaphitaceae*. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 193, 165-193.
- **COOPER M. R. (1997)**: Towards a phylogenetic classification of the Cretaceous ammonites V *Euomphaloceratidae*. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 203, 1-21.
- **COOPER M. R. (1998)**: Towards a phylogenetic classification of the Cretaceous ammonites, VI *Euomphaloceratidae*. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 209, 217-230.
- **COOPER M. R. (1999)**: Towards a phylogenetic classification of the Cretaceous ammonites, VII *Turrilitidae*. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 213, 1-18.
- **DELEAU P. (1935)** : Présence du Lias au Djebel Nador, *C.R. Acad., Sci.* , Paris, t.200, p.1-3.
- **DELEAU P. (1948)** : Le Djebel Nador. étude stratigraphique et paléontologique. *Bull. serv. carte Géol. Algérie*, 2<sup>e</sup> sér. Stratigr. N°17, cf. p.68.
- **DERCOURT J., GUETANI M., VRIELYNK B. (2000)**: Atlas Peri-Téthys and explaining notes (S Crasquin coord) CCGM *ed Paris*, 268p. 24 maps.
- **DOMMERGUES J.L & MEISTER C. (1992)**: Late Sinemurian and early Carixien ammonites in Europe with cladistic analysis of sutural characters.-*N.Jb. Geol, Palaont. Abh.*, 185,211-237.
- **DOMMERGUES J.L., (1994)** : Les faunes d'ammonites pandémiques et téthysiennes du Lias confrontées à un modèle de distribution pantropicale. *Palaeopelagos Special publication* 1, 93–107.

- **DOMMERGUES J.L et MEISTER. C (1999):** Cladistic formalisation within a superfamily of lower Jurassic ammonitina: *Eodeocerataceae* Spath, 1929.- *Rev.Paléobiol.Genève*, 18, 273-286.
- **DONOVAN.D.T (1962):** New information on the toarcian ammonite genus *Pseudolillia* MAUBEUGE, 1949. *Paleontology*, London, vol.5, part.1, p.86-92, fig.1-2, pl.12.
- **DORE A.G. (1991):** The structural foundation and evolution of Mesozoic seaways between Europe and the Arctic. – *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 87, 441-492.
- **DRESNAY.R (1964):** Les discontinuités de sédimentation pendant le jurassique, dans la partie orientale du domaine Atlasique Marocain, leurs conséquences stratigraphiques et leurs relations avec l’orogénèse Atlasique. Coll. Jurassique, Luxembourg 1962, *C.R et Mém. Inst. Grand ducal. sect. Sc.nat.phys.math.*, Luxembourg, p.899-912,1fig.,1 tabl.
- **DUBAR. G., MOUTERDE. R. (1953):** Découverte d’ammonites à affinités arabomalgache (*Bouleiceras*) dans le Toarcien inférieur du Portugal. Comptes-rendus de l’Académie des Sciences, Paris 237, 575–576. (6), 1185–1195.
- **DUBAR .G (1961) :** Les *Hildoceratidae* du Domérien des pyrénées et l’apparition de cette famille au Pliensbashiens inférieur en Afrique du Nord.Mém.*Bur.Rech.géol.et minière*, Colloque sur le Lias français, C.R.*Congr. Soc. Savantes*, Chambéry 1960, p.245-256,1pl.
- **DUBAR .G (1962) :** Note sur la paléogéographie du Lias marocain (domaine atlasique).*Livre Mém. Prof. Fallot, Soc, géol. France*, Paris, t.1, p.529-544,3fig.
- **ELMLS., MANGOLD.C., MOUTERDE.R et RUGET.C (1969) :** Révision de l’étage Bathonien du Cap Mondego (Portugal). *Ann. Inst. Géol. Publ. Hurarici*, Budapest, vol, LIV, fasc.2, p.439-450,3fig.
- **ELMI. S (1970) :** Rôle des accidents décrochants de direction SSW-NNE dans la structure des Monts de Tlemcen (Ouest algérien).*Bull. soc. Hist. nat. Afri. Nord*, Alger, t.61, fasc.3-4, p.3-8, 1fig.
- **ELMI. S (1972) :** L’instabilité des Monts de Tlemcen et de Rhar Rouban (Ouest algérien) pendant le jurassique, interprétation paléogéographique. *C.R. somm. soc. géol. France*, Paris, fasc.5, p.220-222.
- **ELMI .S., ATROPS. F & MANGOLD. C (1973) :** Le Toarcien du Djebel Nador (Tiaret, Algérie);succession des faunes d’ammonites .*C.R. Acad. Sc.*, Paris, t.276 ,sér. D, p.1143-1145.
- **ELMI. S., ATROPS. F & MANGOLD.C (1974) :** Les zones d’ammonites du Domérien–Callovien de l’Algérie occidentale – Première partie: Domérien–Toarcien. Documents du Laboratoire de Géologie de la Faculté’ des Sciences de Lyon, 61, 1–83, 5 pls.

- **ELMI. S (1978)** : Bioturbation et tri mécanique, facteurs déterminants dans la genèse des calcaires « noduleux » et des « Ammonitico-Rosso ». *6ème réun.ann.sci.terre Orsay, Soc. Géol. France Paris*, p.179.
- **ELMIS & ALMERAS.Y (1984)**: Physiography, palaeotectonics and palaeoenvironments as controls of changes in ammonite and brachiopod communities (an example from the early and middle Jurassic of Western Algeria). *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol.*, Amsterdam, n°47,p.347-360,3fig.
- **ELMIS & CALOO-FORTIER.B (1985)**: Eléments essentiels des peuplements d'ammonites du Toarcien terminale-Aalenien en Oranie (Algérie occidentale). *Cahiers Inst. Catholique Lyon*, n°14, p.43-56,2pl.
- **ELMI. S & RULLEAU L., (1991)** : Le Toarcien des carrières Lafarge : cadre biostratigraphique de référence pour la région lyonnaise. *Géobios*, **24** (3) : 315-331, 5 pl.
- **ELMI .S GABILLY. J., MOUTERDE .R., RULLEAU .L & ROCHA .R (1994)** : L'étage toarcien de l'Europe et de la Téthys ; divisions et corrélations. 3rd International Symposium of Jurassic Stratigraphy, Poitiers, 1991. *Géobios, Lyon, Mémoire spécial*, 17 : 16-30.
- **ELMI. S & RULLEAU .L. (1995)** : Données nouvelles sur la répartition des *Phymatoceratinae* (Ammonita, Toarcien). Exemple de convergences et d'évolution itérative - Géczy Jubilee Volume. Budapest, *Hantkeniana* **1** : 83-96.
- **ELMI. S., RULLEAU .L., GABILLY .J. & MOUTERDE. R. (1997)** : Étage Toarcien. In Cariou E., Hantzpergue P. (Éd.) – Biostratigraphie du Jurassique ouest européen et méditerranéen. *Bull. Centres Rech. Elf Explor.-Prod.*, **17** : 25-36
- **ELMI .S., MOUTERDE. R., ROCHA R. B. & DUARTE L. V (1996)** : La limite Pliensbachien- Toarcien au Portugal : intérêt de la coupe de Peniche. In CRESTA S. (Éd.), International Subcommission on Jurassic Stratigraphy, Nuévalos and Freiburg. *Aalenews*, Roma, **6** : 33-35.
- **ELMI .S. MAROK .A. SEBANE .A. & ALMÉRAS. Y (2006a)** : Intérêt de la coupe de Mellala (Monts des Traras, Algérie nord occidentale) pour les corrélations de la limite Pliensbachien-Toarcien. *12e Séminaire des Sciences de la Terre Oran*, Mars 2006 : 29-30.
- **ELMI .S., MAROK .A., SEBANE .A. & ALMÉRAS .Y (2006b)**: Importance of the Mellala (Traras Mountains, north-western Algeria) for the correlations of the Pliensbachian-Toarcian boundary. *Volumina Jurassica, 7th International Congress on the Jurassic System, abstract volume* **4**: 158-160.
- **ELMI. S (2006)**: Pliensbachian/Toarcian boundary: the proposed GSSP of Peniche (Portugal). *Volumina Jurassica, 7th International Congress on the Jurassic System, abstract volume* **4**: 5-16.

- **ENAY R. (1972a)** : Paléobiogéographie des ammonites du jurassique terminal (Tithonique /Volgien /Portlandien s.l) et mobilité continentale. *Géobios*, Lyon, vol.5, fasc.4, p.355-407,13 fig.
- **ENAY. R (1974)** : Faunes du jurassique supérieur des marges méridionales de la Téthys (Turquie méridionale, Afrique du Nord).Signification paléobiogéographique. 2è *Réun.ann. Sci. Terre*, Nancy, *Soc. Rech .géol. France*, p.163, 1fig.
- **ENAY. R (1980)** : Paléobiogéographie et ammonites jurassiques : « rythme fauniques » et variations du niveau marin ; voies d'échanges, migrations et domaines biogéographiques. – *Mém. H. S. Soc. géol. France*, 10, 261-281.
- **EUDE DESLOMGCHAMPS. E (1865)** : Etude sur les étages Jurassiques inférieurs de la Normandie. *Thèse Paris (1864)* et *Mém. Soc. Linn. Normandie*, 14, 296p.
- **FOURNIER. A (1891)** : Etude géologique des lignes de chemin de fer du Poitou .I. Ligne de Pris à Bordeaux (Etat) entre Montreuil-Bellay (Maine et Loire) et Villeneuve la comtesse (Charente-Maritime).*Imp. Ch. Reversé*, Saint-Maixent.
- **GABILLY. J (1957)** : Les étapes de transgression du Lias dans le Nord des Deux-Sèvres. Dipl. Et.Sup., Poitiers. *Trav. Inst. Géol. Anthr .préh. Fac. Sc. Poitiers*,1 :13-60,11fig.
- **GABILLY. J (1961)** : Le Toarcien de Thouars. A : Étude stratigraphique du stratotype. Colloque sur le Lias français. C.R. Congr. Soc. savantes, Chambéry, 1960. *Mém. B.R.G.M.*, 4 : 345-355, 2 fig., 3 tabl.
- **GABILLY. J (1962)** : Les variations de la sédimentation du Lias et du Jurassique, en relation avec le Seuil du Poitou. Colloque Seuils, 87e *Congr. Soc. Sav.*, Poitiers, 679-699.
- **GABILLY. J (1964a)** : Le Jurassique inférieur et moyen sur le littoral vendéen. *Trav. Inst. Géol. Anthr. préh. Fac. Sc. Poitiers*, V : 65-107, 4 fig.
- **GABILLY. J (1964b)** : Stratigraphie et limites de l'étage Toarcien à Thouars et dans les régions voisines. Colloque du Jurassique, Luxembourg. *C. R. et Mém. Institut Gd. Duc. Luxembourg*, 193-201.
- **GABILLY. J (1967-1974)** : Méthode et modèles en stratigraphie du jurassique.2<sup>ème</sup> colloque jurassique, Luxembourg, 1967, *preprint*, 25p.*Mém. B.R.G.M.*, Fr.,n°75,p.5-16(1974).
- **GABILLY. J., ELMI. S., MATTEI. J., MOUTERDE. R (1971)**: Toarcien. Comptes-rendus Sommaires des séances de la Société géologique de France 6, 76–102.
- **GABILLY. J (1973)** : Le Toarcien du Poitou. Biostratigraphie de la région du stratotype. *Thèse Doct. ès Sci., Univ. Poitiers*, 90 p.

- **GABILLY. J., ELMI. S., MATTEL. J., MOUTERDE .R & RIOULT .M (1974) :** L'étage toarcien. Zones et sous-zones d'ammonites. 2e Coll. du Jurassique, Luxembourg 1967. - *Mém. Bur. Rech. géol. min.* **75** : 605-634.
- **GABILLY. J (1975) :** Evolution et systématique des *Phymatoceratinae* et des *Grammocerotinae* (*Hildocerataceae*, *Ammonitina*) de la région de Thouars, stratotype du Toarcien. *Mémoires de la Société Géologique de France, Nouvelle Série*, 54: 1–196.
- **GABILLY. J (1976a) :** Évolution et systématique des *Phymatoceratinae* et des *Grammocerotinae* (*Hildocerataceae Ammonitina*) de la région de Thouars, stratotype du Toarcien. *Mém. Soc. géol. France*. Paris n.s. t. LIV (1975), Mém. **124**, 193 p., 132 fig., 36 pl.
- **GABILLY. J (1976b) :** *Le Toarcien à Thouars et dans le Centre-Ouest de la France. Biostratigraphie. Évolution de la faune (Harpoceratinae - Hildoceratinae). Comité français de stratigraphie - Les stratotypes français.* Paris, C.N.R.S., **3**, 217 p., 29 pl., 52 fig.
- **GABILLY .J (1976) :** Le Toarcien à Thouars et dans le Centre-Ouest de la France – *Les Stratotypes français.* Publication du Comité Français de Stratigraphie, (Ed.) CNRS, Paris., **3** : 217 p., 29 pl.
- **GALLITELLI –WENDT.M.F (1969) :** Ammoniti stratigraphia del Toarcianoumbromarchigiano (Appennino centrale).*Bol. Soc. Paleont. ital.* Modène, vol.8, n.1, p.11-62,11fig., 2tabl. pl.3-7.
- **GILANGEAUD. L (1951) :** Interprétation tectonophysique des caractères structuraux et paléogéographique de la Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, sér.6, t.I, p.735-762,3fig.
- **GLANGEAUD. Ph (1895) :** Le Jurassique à l'ouest du Plateau Central. Contribution à l'histoire des mers jurassiques dans le bassin de l'Aquitaine .*Bull. Serv. Carte géol.* Paris,(VIII) 50 :1-255,fig.1-45.
- **GRACIANSKY.P.C, DARDEAU.G., DOMMERGUES.J.L., DURLET.C, MARCHAND.D, DUMONT.T., HESSELBO.S.P, JACQUIN.J, GOGIN.V, MEISTER.C, MOUTERDE.R, REY.J & VAIL .P.R (1998) :** Ammonite biostratigraphic correlation and Early Jurassic sequence stratigraphy in France : comparisons with some U.K. sections. In : P.C. de GRACINSKY, J.HARDENBOL, J.JACQUIN & P.R. VAIL Eds., *Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European Basins. SEPM, Spec. Pub.* , 60, P.467-479.
- **GROSSOUVRE (DE). A., (1887) :** Sur le système oolithique inférieur dans la partie occidentale du bassin parisien. *Bull. Soc. Géol. France*, 3,15 :513-538.
- **GUEX. J (1968) :** Note préliminaire sur le dimorphisme sexuel des *Hildocerataceae* du Toarcien moyen et supérieur de l'Aveyron. Bulletin du laboratoire de géologie de Lausanne 173, 1–19.

- **GUEx.J (1971)** : Sur la classification des *Dactyloceratidae* (*Ammonoidea*) du Toarcien. *Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne*, 225-243 p.
- **GUEx. J (1972)** : Répartition biostratigraphique des ammonites du Toarcien moyen de la bordure sud des Causses et révision des ammonites décrites et figurées par Monestier, 1931. *Eclogae geologicae Helvetiae* 65 (3), 611–645.
- **GUEx. J (1973)** : Aperçu biostratigraphique sur le Toarcien inférieur du Moyen Atlas marocain et discussion sur la zonation de ce sous-étage dans les séries méditerranéennes. *Eclogae geologicae Helvetiae* 66 (3), 493–523.
- **GUIRAUD. L (1973)** : Evolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. *Thèse. univ. Nice*, n° C.N.R.S.AO 8603,270p. 114fig. 12pl.
- **HENNING.W (1966)**: Phylogenetic systematics-University of Illinois Press, Urbana, 263p.
- **HOWARTH M. K (1973)**: Lower Jurassic (Pliensbachian and Toarcian) Ammonites. Atlas of Paleobiogeography, *Hallam. A.éd.*, Elsevier, Amsterdam,p.275-282,4fig.,1pl.
- **HOWARTH M. K (1992)**: *The ammonite family Hildoceratidae in the Lower Jurassic of Britain. Part I and II*. London, *Monogr. Paleont. Soc.*, 200 p., 38 pl.
- **HYATT. A (1867)**: The fossil Cephalopods of the Museum of Comparative Zoology, *Bull. Mus. comp. Zool.*, Cambridge, Massachusetts, U.S.A., vol.I, p.71-102.
- **JENKYNS.H.C (1988)**: The early Toarcien (Jurassic) anoxic event:stratigraphic, sedimentary and geochemical evidence. *American Journal of Sciences*, 288:101-151.
- **KORN. D (1997)**: Evolution of the *Goniatitaceae* and Viséan – Namurian biogeography.- *Acta Paleont.Pol.*,42, 177-199.
- **KOTTEKA. V(1966)** : Die Ammonitenabfolge des griechischen Toarcium. *Ann. Géol. Pays hellén.*,Athènes,1ère sér.,t. XVII,157p.,17pl.,67fig.
- **LANDMAN N.H. (1989)**: Iterative progenesis in Upper Cretaceous ammonites.- *Acta Paleont. Pol.*, 42,177-199.
- **LANDMAN N.H., DOMMERGUES J.L & MARCHAND. D (1991)**: The complex nature of progenetic species-exemple from Mesozoic ammonites- *Lethaia*, 24,409-421.
- **LANDMAN N.H &WAAGE K.M. (1993)**: Scaphitid ammonites of the Upper Cretaceous (Maastrichtian) Fox Hill formation in South Dakota and Wyoming.-*Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 215, 1-257.
- **LONGUEMAR LE TOUZE. (DE) (1870)** : Etudes géologiques et agronomiques sur le département de la Vienne.*1<sup>e</sup> partie*: Description physique et géologique du département. Poitiers, Dupré Ed., 1 vol. In-8°,496p.

- **LUCAS. G (1952) :** Bordure Nord des Hautes Plaines dans l'Algérie occidentale. Primaire, Jurassique. Analyse structural. *XIX ème Congr. Géol. Intern, Alger, Monogr. Région., 1ère sér.N) 25 ,139p. 59fig.*
- **MACCHIONI. F & VENTURI .F (2000):** *Leukadielinae*, n. subfam. of the Lower and Middle Toarcien. Origin and evolution of genera *Renziceras* Arkell (1957) and *Leukadiella* Renz (1913). *Bollettino dello Società Paleontologica Italiana*, 39 (3):319-339,4pl.
- **MARCHAND. D & THIERRY. J (1987) :** Biogéographie des ammonites jurassiques et reconstruction paléogéographique de la Téthys. *Geodinamica Acta*, 1, 273–281.
- **MATTEI. J(1969) :** Définition et interprétation de *Pseudopolyplectus nov. gen. Harpoceratinae, Ammonoidea* du Toarcien d'après un matériel des Causses et du Bas-Languedoc. Application de la notion d'ensemble à l'étude des populations fossiles. *Geobios*, Lyon, n.2, p.7-80,25fig., 5tabl. pl.1-3.
- **MONKS. N(1999):** Cladistic analysis of Albian heteromorph ammonites. *-Paleontology*, 42, 907-925.
- **MONKS. N (2000):** Functional morphology, ecology and evolution of the Scaphitaceae Gill, 1871. *J.Moll.Stud*, 66,205-216.
- **MONKS. N (2002):** Cladistic analysis of a problematic ammonite group: the Hamitidae (Cretaceous, Albian- Turonian) and proposals for new cladistic terms. *-Paleontology*, 45,689-707.
- **MOUTERDE. R & RUGET. C (1967) :** Stratigraphie du Lias de la région d'Alvaiazere. *Com. Serv. geol. Portugal*, Lisbonne, t. II, p.153-168.
- **MOUTERDE. R., ELMI. S (1991):** Caractères différentiels des faunes d'ammonites du Toarcien des bordures de la Téthys. *Bulletin de la Société géologique de France* 162.
- **MOUTERDE. R & ELMI. S (1991) :** Caractères différentiels des faunes d'ammonites du Toarcien des bordures de la Téthys. Signification paléogéographique. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 162, 1185–1195.
- **MOYNE. S & NEIGE. P (2004):** Cladistic analysis of the Middle Jurassic ammonite radiation. *-Geol.Maag.,141,1-9*
- **NEIGE. P & DOMMERGUES. J.L (1995):** Morphometrics and phenetic versus cladistic analysis of the early *Harpoceratinae* (Pliensbachian ammonites). *-Jb .Geol .Palaont .Abh.* 196,411-438.
- **NEIGE. P & ROUGET. I (2002) :** Les ammonites du Toarcien de Chantonnay (Vendée, France) analyse paléontologique, biostratigraphie et réflexion sur les Hildoceratinae. *Geodiversitas*, 24: 765–784.

- **ORBIGNY. A (D')**, (1842-1852) : Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques. 3 vol., Paris, Masson.
- **OUARED. O (1987)** : La transition « plate-forme carbonatée-bassin dans le jurassique inférieur et moyen des Monts du Nador (Tiaret, Algérie occidentale) : *Thèse. Doct. Univ, Claude Bernard*, Lyon I.206p., 59fig.
- **RULLEAU. L (1990)** : Les *Grammocerotinae* du Toarcien supérieur de la région lyonnaise – *Thèse, Univ. Claude Bernard, Lyon I, 218p. 34pl.*
- **RULLEAU. L (1991)** : Les *Phylloceratidae* et les *Lytoceratidae* du Toarcien et du Dogger inférieur de la région lyonnaise, Ed. C.E.Lafarge, lozanne,14p.22pl.
- **RULLEAU. L (1993)** : Ammonites du Toarcien inférieur et moyen de la région lyonnaise -Lozane, C.E. Lafarge Éd., 15 p., 34 pl.
- **RULLEAU. L(1994)** : L'évolution des *Grammocerotinae* (*Hildocerataceae, Ammonitina*) au Toarcien supérieur, dans la région lyonnaise. 3e Symp. "Céphalopodes actuels et fossiles" (Lyon 1990) – *Géobios*, Mém. Spéc. **15** : 331-339, 1 pl., 4 fig.
- **RULLEAU. L., BÉCAUD. M & NEIGE. P (2003)** : Les ammonites traditionnellement regroupées dans la sous-famille des *Bouleiceratinae* (*Hildoceratidae*, Toarcien) : aspects phylogénétiques, biogéographiques et systématiques. *Géobios*, sous presse.
- **SCHINDEWOLF. O.H (1963)**: Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten. Lief. III. *Abh. Akad. Wiss. u. Lit., math. naturw. Kl.*, Mayence, n.6, p.259-409, fig.150-243.
- **SEBANE. A (1984)** : Etude systématique et paléoécologique de la microfaune du Lias moyen et supérieur du Djebel Nador (Tiaret-Algérie).*Thèse 3ème cycle, Univ.Claude Bernard*, Lyon, inédite,136p.,23 fig.,4pl.(inédite).
- **SEBANE. A (2007)** : les foraminifères du Jurassique des Monts des Ksour. Etude biostratigraphique et paléontologiques .*Doctorat d'Etat. Univ. Oran*, 211p. 45fig., 25pl.
- **SIMPSON. M (1843)**: A monograph of the ammonites of the Yorkshire Lias. London.
- **SMITH. P.L (1983)**: The Pliensbachian ammonite *Dayiceras dayiceroides* and early Jurassic paleogeography. – *Can. J. Earth Sci.*, 20, 86-91
- **SOWERBY. J (1812-1822)**: The mineral Conchology of Great Britain, vol.1-4, *Taylor éd.*, London,pl.1-383.
- **VENTURI .F (1973)**: Ammoniti toarciane dei generi *Mercaticeras, Pseudomercaticeras, Crassiceras* e *Brodiera* (Famiglia *Hildoceratidi*) di Monte Serano (Umbria Centrale) e Monte Aspra (Umbria meridionale). *Boll. Soc. Pal. lt. Roma*, vol.11, p.198-228,3tav.
- **VENTURI. F & BILOTTA. M (2008)** : New data and hypotheses on early Jurassic ammonite phylogeny, *Revue de Paléobiologie, Genève* 859-901

- **VILLE. L (1852):** Notice géologique et minéralogique sur la partie occidentale de la province d'Oran. *Bull. Soc. Géol. France.*, Paris, sér.2, t.9, p.363-380.
- **WELSCH. J (1911) :** La géologie des environs de Thouars (Deux -sèvres) et l'étage Toarcien. *Niort, Clouzot Ed., Mém. Soc. Vulgarisation Sc.nat.des Deux Sèvres*, 32p.
- **WIEDMANN. J & KULLMANN. J (1981):** Ammonoid sutures in ontogeny and phylogeny. In :M.R. HOUSE & J.R. SENIOR, Eds., *The Ammonoidea.-Systematic association special volume*,18.Academic Press, London and New York, 215-255.
- **WESTERMAN. G.E.G (1993):** Global bio-events in mid-Jurassic ammonites controlled by seaways. In: M.R. HOUSE (Ed.) *Ammonoidea, environment, ecology, and evolutionary change.* – Oxford University Press, Oxford, 187-226.
- **YACOBUCCI. M (1999):** Plasticity of developmental timing as the underlying cause of high speciation rates in ammonoids. *In: R.OLORIZ & R.RODRIGUEZ-TOVAR, Eds., Advancing research on living and fossil Cephalopods.- Kluwer Academic ,Plenum publisher,New-York.59-76.*
- **ZIETEN .C.H (1830):** Die Versteinerungen Wurttembergs, Stuttgart, 102 p., 72 Pl.

## *Liste des Figures*

	<i>Pages</i>
Fig. 1 : Situation géographique des Monts du Nador (Ouared, 1987).	7
Fig. 2 : Principaux chainons et linéaments structuraux des Monts du Nador (Ouared, 1987).	9
Fig. 3 : Carte géologique du Djebel Nador (d'après Deleau, 1984 et Lucas, 1952).	10
Fig. 4: Plan de situation des coupes (S. Elmi et al., 1974).	20
Fig. 5 : Répartition des ammonites du Toarcien dans la coupe Bénia I.	22
Fig. 6 : Répartition des ammonites du Toarcien dans la coupe Bénia II.	24
Fig. 7 : Cadre biostratigraphique adopté (Elmi et al., 1997).	26
Fig. 8 : Corrélations de répartition stratigraphique des familles, sous familles et genres d'ammonites dans le centre ouest de la France et la région étudiée (Gabilly, 1975.modifié).	30
Fig. 9 : Tableau de comparaison de la zonation des ammonites dans la province nord ouest européenne et la province méditerranéenne (Elmi, 2006).	31
Fig.10: Relations phylétiques des familles d'ammonites durant le jurassique inférieur (F. Venturi & M. Bilotta, 2008).	33
Fig.11: Caractères dimensionnels et sections des tours (Gabilly, 1976 a).	36
Fig.12: Les éléments de la ligne radiale (Gabilly, 1976 a).	36
Fig.13: Situation stratigraphique et évolution de principales sous-familles d'ammonites rencontrées (Gabilly, 1976 a) complété.	37
Fig.14: Evolution des <i>Harpoceratinae</i> . Relation avec les autres familles et sous-familles (Gabilly, 1976 a).	45
Fig.15: Evolution des genres <i>Harpoceratoides</i> , <i>Harpoceras</i> et <i>Osperlioceras</i> (Gabilly, 1976 a).	47
Fig.16: Comparaison de la section des tours chez les <i>Harpoceratinae</i> toarciens (Gabilly 1976 a).	48
Fig.17: Evolution des genres <i>Orthildaites</i> et <i>Hildoceras</i> (Gabilly, 1976 a) modifié	49
Fig.18: Evolution répétitive de la trajectoire costale chez les Hildoceratidae (Gabilly,1976 a).	51
Fig.19: Situation stratigraphique et évolution supposée des <i>Hildoceratidaes</i> . (Gabilly, 1975 et 1976, Elmi et Rulleau.1991 et 1993, Howarth 1992, Rulleau. 1993).	53
Fig.20: Phylogénèse supposée des genres étudiés (arbre de parcimonie).	58
Fig.21: Phylogénèse supposée des genres étudiés (arbre de consensus strict).	59
Fig.22 : phylostratigraphie des ammonites du Toarcien étudiés.	60
Fig.23: Hypothèse évolutive pour les <i>Hildoceratinae</i> d'après Gabilly, (1976a).	61
Fig.24: Paléoenvironnement du Toarcien (Carte dessinée à partir des travaux de Dercourt et al., 2000).	63
Fig.25: Répartition des principaux groupes d'Ammonites pendant le Toarcien (Elmi et al.,1974).	65

# ***PLANCHES***

## PLANCHE I

**Figure 1, 2:** *Harpoceras* (×1.5)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 14, Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.39.

**Figure 3, 4 :** *Harpoceratoides* (×1.5)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 15', Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.39.



1



2



3



4

## PLANCHE II

**Figure 1, 2:** *Harpoceras falciferum* SOWERBY, 1820 (x 2).

Coll, Gabilly, Deux-Sèvres. France, Toarcien inférieur (zone à Levisoni), p.39.

**Figure 3, 4:** *Maconiceras vigoense* BUCKMAN, 1926. (x 2).

Sarthe. France, Toarcien moyen, diam : 5.2cm, p.39.



1



2



3



4

### PLANCHE III

**Figure 1, 2:** *Maconiceras* (×1.5)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 12, Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.39.

**Figure 3, 4:** *Hildaites* (×2)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 12, Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.40.



1



2



3



4

## PLANCHE IV

**Figure 1, 2:** *Hildoceras sublevisoni* (×2)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 48, Toarcien moyen (zone à bifrons), Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.41.

**Figure 3, 4:** *Hildoceras lusitanicum*(×2)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 51', Toarcien moyen (zone à bifrons), Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.50.



1



2



2



3

## PLANCHE V

**Figure 1, 2:** *Hildoceras sublevisoni* (×2)

Sarthe. France, Toarcien moyen (zone à bifrons), diam : 6.2cm, p.41.

**Figure 3:** *Hildoceras lusitanicum* (×2)

Sarthe. France, Toarcien moyen (zone à bifrons), diam : 10.4cm, p.50.



1



2



3

## PLANCHE VI

**Figure 1, 2 : *Hildoceras lusitanicum* (×2)**

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 74', Toarcien moyen (zone à bifrons), Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.50.

**Figure 3 : *Mercaticeras* (×2)**

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 44, Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.41.



1



2



3

## PLANCHE VII

**Figure 1, 2 :** *Hildoceras bifrons* BRUGUIERE, 1789 (x1).

Coll. Gabilly, Deux-Sèvre. France, Toarcien moyen (zone à bifrons), p.50.

**Figure 3, 4 :** *Hildoceras téthysi* (x1).

Coll. Gabilly, Deux-Sèvre. France, Toarcien moyen (zone à bifrons), p.50



1



2



3



## PLANCHE VIII

**Figure 1, 2 :** *Mercaticeras* (×2)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 44, Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.41.

**Figure 3:** *Pseudomercaticeras* (×2)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 72', Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.41.



1



2



3

## PLANCHE IX

**Figure 1, 2 :** *Dactylioceras* (×2)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 13', Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.42

**Figure 3, 4 :** *Dactylioceras (Orthodactylites) semicelatum* SIMPSON, 1843 (x1.5)

Calcados. France, Toarcien inférieur (zone à Polymorphum), diam : 11.4cm, p.42.



1



2



3



4

## PLANCHE X

**Figure 1 : *Peronoceras* (×1.5)**

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 13', Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.42.

**Figure 2 : *Peronoceras fibulatum* (×1.5)**

Sarthe. France, Toarcien moyen, diam : 10.4.

**Figure 3,4 : *Catacoeloceras* (×1.5)**

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 12, Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.43.



1



2



3



4

## PLANCHE XI

**Figure 1, 2:** *Callyphyloceras* (×2)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 45, Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.43.

**Figure 3:** *Partshiceras* (×2)

Coll. Douas, coupe Bénia II, banc 41, Dj Nador (Tiaret, Algérie), p.44.



1



2



3

## PLANCHE XII

**Figure 1,2 :** *Lytoceras Comucopia* (x1.5)

Coll, Rulleau, Belmont. Toarcien moyen, diam : 5.2 cm, p.44.

**Figure 3,4:** *Polyplectus discoïdes* ZIETEN ,1831(x2).

Haut-Atlas. Maroc, Toarcien moyen, diam : 7.9cm, p.39.



1



2



3



4