

*Société*  
*Géologique du*  
*Nord*

*ANNALES*

**Tome 8 (2<sup>ème</sup> série), Fascicule 1**  
*parution 2000*

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD  
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

ISSN 0767-7367

# SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

## Extraits des Statuts

### Article 2

- Cette Société a pour objet de concourir à l'avancement de la géologie en général, et particulièrement de la géologie de la région du Nord de la France.
- La Société se réunit de droit une fois par mois, sauf pendant la période des vacances. Elle peut tenir des séances extraordinaires décidées par le Conseil d'Administration.
- La Société publie des Annales et des Mémoires. Ces publications sont mises en vente selon un tarif établi par le Conseil. Les Sociétaires bénéficient d'un tarif préférentiel (1).

### Article 5

Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une des séances par deux membres de la Société qui auront signé la présentation, et avoir été proclamé membre au cours de la séance suivante.

## Extraits du Règlement Intérieur

§ 7. - Les Annales et leur supplément constituent le compte rendu des séances.

§ 13. - Seuls les membres ayant acquitté leurs cotisation et abonnement de l'année peuvent publier dans les Annales. L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un auteur, ne peut dépasser le total de 8 pages, 1 planche simili étant comptée pour 2 p. 1/2 de texte.

Le Conseil peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues.

§ 17. - Les notes et mémoires originaux (texte et illustration) communiqués à la Société et destinés aux Annales doivent être remis au Secrétariat le jour même de leur présentation. A défaut de remise dans ce délai, ces communications prennent rang dans une publication postérieure.

§ 18. - Les Mémoires sont publiés par fascicule après décision du Conseil.

## Avertissement

La Société Géologique du Nord ne peut en aucun cas être tenue pour responsable des actes ou des opinions de ses membres.

## Tirages à part

Conformément au paragraphe 14 du Règlement Intérieur (Tome LXXXI, p. 12), les tirages à part sont à la charge des auteurs qui doivent en faire par écrit la déclaration expresse du bon à tirer.

## Cotisations et Abonnements (à la date du 1<sup>er</sup>-1-1998)

	QUALITÉ	COTISATION	ABONNEMENT aux Annales	TOTAL
FRANCE et C.E.E.	Personnes physiques (2) (3)	50,00 F	170,00 F T.T.C.	220,00 F
AUTRES PAYS	Personnes physiques	50,00 F	190,00 F T.T.C.	240,00 F

Abonnement des non-membres : FRANCE et C.E.E.: 365,00 F H.T. — ÉTRANGER : 420,00 F

## ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

La vente des Annales s'effectue par tomes entières aux prix suivants. Exceptionnellement, et jusqu'à épuisement du stock, certains fascicules sont en vente séparément.

Tomes I à LXXIX (manquent I, II, V à IX, XVI, XXII, XXXIV à XXXVI, XXXIX à XLIII, XLV, XLVII à LVIII).....	200,00 F H.T.
Tomes LXXX à XCV (manque XCI).....	270,00 F H.T.
Tomes XCVI à CV.....	330,00 F H.T.
Tome CVI.....	385,00 F H.T.

## TABLES GÉNÉRALES DES ANNALES

Table 1 (Tomes I à XX) - Table 2 (Tomes XX à XXX) - Table 3 (Tomes XXXI à XL) - Table 4 (Tomes XLI à LXXIX)	50,00 F H.T.
Table 5 (Tomes LXXX à CIX).....	par table

Esquisse géologique du Nord de la France, par J. GOSSELET, Fascicule IV (Terrains quaternaires).....	29,00 F H.T.
Ecorché géologique infra mésozoïque (extrait de « Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France », présentée par C.F.P. (M), COPESEP et S.N.P.A.).....	50,00 F H.T.

## FASCICULES SPÉCIAUX

« Géologie du Nord de la France » (T. LXXXIX, fasc. 1).....	85,00 F H.T.
« Rupture des roches et massifs rocheux » (T. XCV, fasc. 3).....	70,00 F H.T.
« Données nouvelles sur le Paléozoïque de l'Europe occidentale » (T. XCVI, fasc. 4 et T. XCVII, fasc. 1).....	200,00 F H.T.
« Apports récents à la Géologie du Gondwana » (T. XCVII, fasc. 4).....	150,00 F H.T.
« Géologie de l'Europe, du Précambrien aux bassins sédimentaires post-hercyniens » (T. XCIX, fasc. 1).....	150,00 F H.T.
« Géologie appliquée aux problèmes d'énergie et de matières premières » (T. CII, fasc. 2).....	150,00 F H.T.
« Tectonique cassante en distension et coulissement » (T. CIII, fasc. 2-3).....	250,00 F H.T.
« Aspect de la Géologie de l'Ardenne, hommage au Professeur Beugnies » (T. CV, fasc. 2).....	125,00 F H.T.
« Paléozoïque supérieur continental » (T. CVI, fasc. 2).....	300,00 F H.T.
« Actualisation de quelques thèmes géologiques » (T. CVI, fasc. 4).....	125,00 F H.T.
« Géologie et aménagement régional » (T. CIX, fasc. 2).....	250,00 F T.T.C.
« Le Nord et son environnement géologique. » (T. 2, 2 <sup>me</sup> série, fasc. 1).....	175,00 F H.T.

(1) Modification adoptée lors de l'Assemblée Générale du 10 janvier 1974.

(2) Les étudiants qui en font la demande annuelle peuvent, par décision du Conseil, bénéficier d'un tarif préférentiel sur l'abonnement (80,00 F), soit un total de 130,00 F.

(3) Les membres de l'APBG peuvent bénéficier d'un tarif préférentiel sur l'abonnement (120,00 F), soit un total de 170,00 F.

*Société*  
*Géologique du*  
*Nord*

**ANNALES**

**Tome 8 (2<sup>ème</sup> série), Fascicule 1**  
*parution 2000*

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD  
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

ISSN 0767-7367

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 2000 —

<i>Président</i> .....	M. J-P. LEPRÊTRE
<i>Premier Vice-Président</i> .....	M. J-L. MANSY
<i>Seconds Vice-Présidents</i> .....	M. N. TRIBOVILLARD
	M. J. SOMMÉ
<i>Conseillers</i> .....	M <sup>me</sup> Ch. VINCHON
	M. A. BLIECK
	M <sup>lle</sup> D. BRICE
	M. J.F. DECONINCK
	M. O. AVERBUCH
	M. F. ROBAZYNSKI
<i>Secrétaire</i> .....	M. T. OUDOIRE
<i>Secrétaire Adjoint</i> .....	M. F. LACQUEMENT
<i>Trésorier</i> .....	M. J.M. DÉGARDIN
<i>Déléguée aux Publications</i> .....	M <sup>me</sup> Paule CORSIN
<i>Bibliothécaire</i> .....	M. A. TRENTESAUX

---

## CONSEIL SCIENTIFIQUE

— 2000 —

MM. W. CHRISTENSEN (Copenhague), A. DELMER (Bruxelles), W. KUNHT (Kiel),  
B. PEYBERNES (Toulouse), M. PRICE (Reading) et H. ZIJLSTRA (Utrecht).

---

## CONSEIL ÉDITORIAL

— 2000 —

MM. A. BLIECK, J.F. DECONINCK, J. FERRIÈRE, B. MISTIAEN et J. SOMMÉ  
M<sup>me</sup> Ch. VINCHON.

## Les Collections du Musée d'Histoire Naturelle de Lille

### III. — LES BIVALVES (types et figures)

#### Collections of the Natural History Museum of Lille

#### III. — Types and figured Bivalvia

par T. MALVESY (\*), C. BABIN (\*\*) et J. BARROIS (\*\*\*)

**Résumé.** — Après la publication du catalogue de types & figurés (et cités) concernant les trilobites et celui sur les vertébrés paléozoïques (figurés ou non), le Musée d'Histoire Naturelle de Lille propose l'inventaire des 249 mollusques bivalves types et figurés. Il comporte notamment 5 séries-types (*"Ctenodonta" halli* Barrois, 1882 ; *Gosseletia devonica* Barrois, 1882, *emend.* Follman, 1885, *nov. g., nov. sp.*; *Inoceramus involutus* Decocq, 1874, non figuré ; *Inoceramus insulensis* Decocq, 1874, non figuré ; *Inoceramus lezennensis* Decocq, 1874, non figuré), 14 holotypes (*Astarte macphersoni* Barrois, 1882 ; *Edmondia calderoni* Barrois, 1882 ; *Carbonarca cortazari* Barrois, 1882 ; *Posidonia buitrago* (Barrois, 1882) ; *Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *puella* Waterlot, 1934 ; *Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *juvenis* Waterlot, 1934 ; *Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *valida* Waterlot, 1934 ; *Ctenodonta laurenti* Leriche, 1912 ; *Leptodomus morini* Leriche, 1912 ; la variété de *Palindonaia wateleti* (Deshayes, 1860) var. *stapulensis* Dubois, 1921 ; *Unio dollfusi* Leriche, 1901 ; *Permophorus ? virelyi* (Barrois et al., 1922) ; *Thracia flandrica* Dubois, 1919 ; *Grammysia lerichei* Babin, 1986), 14 syntypes, 5 lectotypes, 2 paralectotypes, 6 cotypes, 9 paratypes, 1 néotype, 1 topotype (\*\*\*\*).

**Abstract** — After the publication of the listing of Types and Figured (and cited) trilobites and this about paléozoic vertebrates (figured or not), the Natural History Museum of Lille realizes the inventory of 249 Types and Figured Mollusca Bivalvia with 5 type-series (*"Ctenodonta" halli* Barrois, 1882 ; *Gosseletia devonica* Barrois, 1882, *emend.* Follman, 1885 *nov. g., nov. sp.*; *Inoceramus involutus* Decocq, 1874, non figuré ; *Inoceramus insulensis* Decocq, 1874, non figuré ; *Inoceramus lezennensis* Decocq, 1874, non figuré), 14 holotypes (*Astarte macphersoni* Barrois, 1882 ; *Edmondia calderoni* Barrois, 1882 ; *Carbonarca cortazari* Barrois, 1882 ; *Posidonia buitrago* (Barrois, 1882) ; *Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *puella* Waterlot, 1934 ; *Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *juvenis* Waterlot, 1934 ; *Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *valida* Waterlot, 1934 ; *Ctenodonta laurenti* Leriche, 1912 ; *Leptodomus morini* Leriche, 1912 ; the variety of *Palindonaia wateleti* (Deshayes, 1860) var. *stapulensis* Dubois, 1921 ; *Unio dollfusi* Leriche, 1901 ; *Permophorus ? virelyi* (Barrois et al., 1922) ; *Thracia flandrica* Dubois, 1919 ; *Grammysia lerichei* Babin, 1986), 14 syntypes, 5 lectotypes, 2 paralectotypes, 6 cotypes, 9 paratypes, 1 neotype, 1 topotype (\*\*\*\*).

#### I. — INTRODUCTION

Le premier catalogue publié (\*\*\*\*) portait sur les 74 trilobites types & figurés dont 6 paratypes, 3 lectotypes, 3 syntypes et 1 holotype ; le second (\*\*\*\*\*) traitait des 1374 vertébrés paléozoïques (types & figurés ou non) dont 143 figurés, 4 holotypes, 2 lectotypes, 8 paratypes, 17 syntypes et 17 cités.

Ce quatrième volet traite des 249 bivalves types, figurés ou cités dont :

5 séries-types

[*Palaeoneilo halli* (Barrois, 1882) ; *Gosseletia devonica* Barrois, 1882, *emend.* Follman, 1885, *nov. g., nov. sp.* ; *Inoceramus insulensis* Decocq, 1874, non figuré ; *Inoceramus involutus* Decocq, 1874, non figuré ; *Inoceramus lezennensis* Decocq, 1874, non figuré].

(\*) Museum Cuvier, Musée du Château des Ducs de Wurtemberg, BP 95287, 25205 Montbéliard cedex, email : th.malvesy@voilà.fr

(\*\*) UFR des Sciences de la Terre, Université Claude Bernard Lyon I, 27-43 bd du 11 novembre 1918, F 69622 VILLEURBANNE cedex

(\*\*\*) Musée d'Histoire Naturelle, 19 rue de Bruxelles, 59000 Lille.

(\*\*\*\*) remarque : tous les échantillons sont désignés sous le sigle MGL (Musée Géologie Lille), vient ensuite le numéro d'inventaire (ex : MGL 1079) d'un ensemble d'exemplaires recueillis au même point, suivi d'un numéro de chacun de ces échantillons et éventuellement de A et B (empreinte – contre empreinte). Exemple : MGL 1079 (1-3). A la suite du numéro, la description est celle de la publication d'origine.

(\*\*\*\*\*) Malvesy *et al.* (1999), Ann. Soc. Géol. du Nord. T.6 (2<sup>ème</sup> série), p.157-162.

(\*\*\*\*\*\*) Blicek *et al.* (1999), Ann. Soc. Géol. du Nord. T.7 (2<sup>ème</sup> série), p. 87-128.

14 holotypes [*Edmondia calderoni* Barrois, 1882 ; ?*Carbonarca cortazari* Barrois, 1882 ; *Posidonia buitrago* (Barrois, 1882) ; *Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *puella* Waterlot, 1934 ; *Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *juvenis* Waterlot, 1934 ; *Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *valida* Waterlot, 1934 ; *Ctenodonta laurenti* Leriche, 1912 ; *Leptodomus morini* Leriche, 1912 ; la variété de *Palindonaia wateleti* (Deshayes, 1860) var. *stapulensis* Dubois, 1921 ; *Unio dollfusi* Leriche, 1901 ; *Permophorus ? virelyi* (Barrois et al., 1922) ; *Thracia flandrica* Dubois, 1919 ; *Grammysia lerichei* Babin, 1986 ; *Astarte macphersoni* Barrois, 1882].

14 syntypes [2 *Cucullella vaissierei* Leriche, 1912 ; 3 *Cucullella lievinensis* Leriche, 1912 ; 2 *Ctenodonta humenryi* Barrois et al., 1920 ; 2 *Ctenodonta lafonti* nom. nov. Barrois et al., 1920 ; *Aviculopecten simoni* Leriche, 1912 ; 4 *Grammysia massoni* Barrois et al., 1920].

5 lectotypes [*Leptodomus morini* Leriche, 1912 ; *Nuculites vaissierei* (Leriche, 1912) ; *Ctenodonta pelvyi* Leriche, 1912 ; *Aviculopecten simoni* Leriche, 1912 ; *Goniophora atrebatensis* Leriche, 1912].

2 paralectotypes [*Ctenodonta pelvyi* Leriche, 1912].

8 cotypes [*Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *puella* Waterlot, 1934 ; *Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *valida* Waterlot, 1934 ; 2 *Naiadites tarini* Barrois, 1882 ; *Parallelodon monreali* (Barrois, 1882) ; *Schizodus rubio* Barrois, 1882].

10 paratypes [2 *Grammysia lerichei* Babin, 1986 ; 2 *Goniophora atrebatensis* Leriche, 1912 ; 3 *Unio dollfusi* Leriche, 1901 ; 3 *Grammysia massoni* Barrois et al., 1920].

1 néotype [*Grammysia massoni* Barrois et al., 1920].

1 topotype [*Grammysia massoni* Barrois et al., 1920].

Mis à part l'importante étude de Barrois (1882) sur les terrains paléozoïques de Galice et des Asturies (Espagne) et le travail de Waterlot (1934) sur le bassin minier Sarro-Lorrain, l'ensemble des échantillons provient du nord de la France et du sud de la Belgique ; ils ont été datés lors de leur publication du Siluro-Dévonien inférieur (Gosselet et al. 1912 ; Barrois et al. 1920 ; Waterlot 1966 ; Babin 1986) ; du Famennien supérieur (Dehée 1929) ; du Namuro-Westphalien (Pruvost 1913, 1919 ; Corsin 1932) ; du Crétacé supérieur (Decocq 1874 ; Barrois 1879) et du Paléocène-Eocène inférieur (Leriche 1901, 1905 ; Dubois 1920, 1921 ; Bonte et al. 1933).

La systématique utilisée dans ce catalogue est celle de Michael R.W. Amler, 1999.

## II. — CATALOGUE SYSTEMATIQUE

### Phylum MOLLUSCA Linné, 1758

Classe BIVALVIA Linné, 1758 (Bonnani, 1681)  
Infraclasse PROTOBRANCHIA(TA) Pelseneer, 1889  
Sous-classe PALAEOTAXODONTA Korobkov,  
1954(Newell, 1965)

### Ordre NUCULOIDA Dall, 1889

Age : Dévonien, Lochkovien inférieur (sauf MGL 4860 & 4861).

Superfamille NUCULANOIDEA (Adams H & A, 1858) Allen & Sanders, 1973

Famille MALLETIIDAE Adams H & A, 1858

Genre NUCULITES Conrad, 1841

Localité : fosse n°5 bis, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC (\*), Liévin (Pas-de-Calais, France).

*Nuculites* gr. *ellipticus* (Maurer, 1866)

MGL 1080 : moule interne d'une valve droite (syntype de *Cucullella vaissierei* Leriche, 1912 in Gosselet et al. 1912, pl.VI, fig.5 ; lectotype de *N. vaissierei* (Leriche, 1912) in Babin 1986, p.146).

Localité : profondeur à -186m.

Horizon : Membre d'Angres, Formation de Noulette.

MGL 5045 : moule interne d'une valve gauche (syntype de *Cucullella vaissierei* Leriche, 1912 in Gosselet et al. 1912, pl.VI, fig.6).

Localité : profondeur à -140 m.

Horizon : Membre de Méricourt, Formation de Noulette.

*Nuculites* cf. *lievinensis* (Leriche, 1912)

MGL 1079 (1-3) : trois coquilles dont deux moules internes (syntypes de *Cucullella lievinensis* Leriche, 1912 in Gosselet et al. 1912, pl.VI, fig.1, 2, 3 ; Babin 1986, p.147).

Localité : profondeur de -213 à -223m.

Horizon : Membre d'Angres, Formation de Noulette.

Donateur : Compagnie des Mines de Liévin.

Genre PALAEONEILO Hall & Whitfield, 1869

*Palaeoneilo humenryi* (Barrois et al., 1920)

MGL 5049 (1-2) : valves gauches (syntypes de *Ctenodonta humenryi* Barrois et al., 1920 in Barrois et al. 1920, pl.XVI, fig.15, 16 ; Babin 1986, p.148).

Localité : fosse n°4, -271 à -285m, concession de Drocourt, groupe d'Hénin-Liétard des HBNPC, Drocourt (Pas-de-Calais, France).

Horizon : Membre de Méricourt, Formation de Noulette.

*Palaeoneilo halli* (Barrois, 1882)

MGL 4860 : échantillon bivalve (série-type de *Ctenodonta halli* Barrois, 1882 in Barrois 1882, pl.XVII, fig.3 a, b).

Localité : Vallota (Asturies, Espagne).

Horizon : Assise de la Peña.

Age : Carbonifère, Namurien ? (ex. Houiller inférieur).

(\*) HBNPC : Houillères du Bassin Nord-Pas-de-Calais.

**MGL 4861** : valve gauche (série-type de *Ctenodonta halli* Barrois, 1882 in Barrois 1882, pl.XVII, fig.3c).

**Localité** : Pont de Demues (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de la Leña.

**Age** : Carbonifère, Namurien ? (ex. Houiller inférieur).

*Palaeoneilo? pelvyi* (Leriche, 1912)

**MGL 1078 (1-3)** : moules internes de coquille bivalve et de valves droites (lectotype (1) et paralectotypes (2 & 3) de *Ctenodonta pelvyi* Leriche, 1912 in Gosselet et al. 1912, pl.VI, fig.4, 7, 8 ; Babin 1986, p.149).

**Localité** : fosse n°5 bis, -218 à -225m, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Liévin (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre d'Angres, Formation de Noulette.

**Donateur** : Compagnie des Mines de Liévin.

**MGL 5050** : valve droite (syntype *Ctenodonta lafonti* nomen nov. Barrois et al., 1920 in Barrois et al. 1920, pl.XVI, fig.6, 7 ; Babin 1986, p.149).

**Localité** : fosse n°4, -271 à -280m, concession Drocourt, groupe d'Henin-Liétard des HBNPC, Drocourt (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre de Méricourt, Formation de Noulette.

**MGL 5057** : valve gauche (syntype *Ctenodonta lafonti* nomen nov. Barrois et al., 1920 in Barrois et al. 1920, pl.XVI, fig.5 ; Babin 1986, p.149).

**Localité** : fosse n°7, concession de l'Escarpelle, groupe de Douai des HBNPC, L'Escarpelle (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre de Méricourt, Formation de Noulette.

*Palaeoneilo? edmondiformis* (McCoy, 1854)

**MGL 5055 (1-2)** : valves droites (*Ctenodonta edmondiformis* McCoy, 1854 in Barrois et al. 1920, pl.XVI, fig.8, 9).

**Localité** : fosse n°4, -285 à -292m, concession Drocourt, groupe d'Henin-Liétard des HBNPC, Drocourt (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre de Drocourt, Formation de Noulette.

Famille *NUCULANIDAE* (Adams H & A, 1858) Allen & Sanders, 1973

Genre *NUCULANA* Link, 1807

*Nuculana securiformis* (Goldfuss, 1834)

**MGL 5051 (1)** : valve gauche (Barrois et al. 1920, pl.XVI, fig.12).

**Localité** : fosse n°4 à -292m, concession Drocourt, groupe d'Henin-Liétard des HBNPC, Drocourt (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre de Drocourt, Formation de Noulette.

Genre *PHESTIA* Chernyshev, 1951

*Phestia laurenti* (Leriche, 1912)

**MGL 1077** : valve gauche (holotype de *Ctenodonta laurenti* Leriche, 1912 in Gosselet et al. 1912, pl.VI, fig.9).

**Localité** : fosse n°6, à -294m30, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Liévin (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Psammites vertes de Liévin, Formation de Liévin, Groupe de Liévin.

*Phestia anglica* (d'Orbigny in McCoy, 1854)

**Localité** : fosse n°4, concession Drocourt, groupe d'Henin-Liétard des HBNPC, Drocourt (Pas-de-Calais, France).

**MGL 5053 (1)** : moule interne d'une coquille (*Nucula anglica* d'Orbigny in McCoy, 1854 in Barrois et al. 1920, pl.XVI, fig.13).

**Localité** : profondeur de -271 à -280m.

**Horizon** : Membre de Méricourt, Formation de Noulette.

**MGL 5054 (1)** : valve gauche (*Nucula anglica* d'Orbigny in McCoy, 1854 in Barrois et al. 1920, pl.XVI, fig.14).

**Localité** : profondeur de -292 à -304m.

**Horizon** : Membre de Drocourt, Formation de Noulette.

Infraclasse AUTOBRANCHIA(TA) Grobben, 1894  
Sous-classe PTERIOMORPHIA Beurlen, 1944

Superordre EUPTERIOMORPHIA Boss, 1982  
Ordre PTERIOIDA Newell, 1965  
Sous-ordre PTERIINA Newell, 1965

Super-Famille *PTERIOIDEA* Gray (1820), 1847  
Famille *PTERINEIDAE* Miller, 1877

**Age** : Dévonien, Lochkovien inférieur.

Genre *ACTINOPTERIA* Hall, 1884

*Actinopteria triculta* (Fuchs, 1919)

*Pterinea retroflexa* (Wahlenberg, 1827) in Gosselet et al. 1912 (sauf MGL 1057 et 1062).

**Localité** : concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC.

Liévin (Pas-de-Calais, France) pour MGL 1054 à 1057, 1060, 4155, 4575, 5046.

Angres, (Pas-de-Calais, France) pour MGL 1059, 1061, 1062, 5040, 5041.

**Horizon** : Membre de Méricourt (sauf MGL 1057 et 4155), Formation de Noulette.

**Donateur** : Compagnie des Mines de Liévin (MGL 1056, 1060, 4155, 5046).

**MGL 1057 (1-6)** : Babin 1986, p.152.

**Localité** : fosse n°5, -165 à -213m.

**Horizon** : Membre d'Angres.

**MGL 1055 (1)** : valve droite (pl.VII, fig.15).

**MGL 1056 (1-5)** : valves droites, pl.VII, fig.1-5 ; Babin 1986, pl.22, fig.2, 3).

**Localité** : fosse n°5 bis, -135m.

**MGL 1060 (1-3)** : valves gauches (pl.VII, fig.17-19 ; Babin 1986, p.152).

**Localité** : fosse n°5, -139 à -141m.

**MGL 4155 (1-2)** : valves droites (pl.VII, fig.7 et 12 ; Babin 1986, p.152).

**Localité** : fosse n°5 bis à -146 à -147m.

**Horizon** : Membre de Drocourt.

**MGL 4575** : valve gauche (pl.VII, fig.20 ; Babin 1986, p.152).

**Localité** : fosse n°5 bis, à -153m.

**MGL 5046** : Plaque couverte de tentaculites et de bivalves (pl.V ; Babin 1986, p.152).

**Localité** : fosse n°5 bis, à -138 m.

**MGL 1054** : valve droite (pl.VII, fig.16 ? ; Babin 1986, p.152).

**Donateur** : M. Simon.

**Note** : le rapprochement avec la figuration n'est pas certain.

**MGL 1059 (1)** : valve droite (pl.VII, fig.9 ; Babin, 1986, pl.22, fig.11-13).

**Localité** : fosse n°6, -400 à -404m.

**Horizon** : Membre d'Angres, Formation de Noulette.

**MGL 1061 (1-5)** : valves droites [pl.VII, fig.6(1), 8(2), 10(5), 11(3), 14(4) ; Babin 1986, pl.22, fig.7(5), pl.23, fig.6(3)].

**MGL 1062 (1)** : spécimen bivalve (Babin 1986, pl.23, fig.2, 3).

**MGL 5040** : valve gauche (pl.VII, fig.21 ; Babin 1986, p.152).

**MGL 5041** : moule interne d'une coquille bivalve (p.43, fig-text.5 ; Babin 1986, p.152).

**Localité** : fosse n°6, -370 à -389m (MGL 1061), -379 à -380m (MGL 5041).

**Horizon** : Membre de Drocourt, Formation de Noulette.

*Actinopteria* sp.

**MGL 1065** : valve gauche (*Pterinea sowerbyi* (McCoy, 1839) in Gosselet *et al.* 1912, pl.VII, fig.22 ; Babin 1986, p.154).

**Localité** : fosse n°5 bis, à -202m, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Liévin (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre d'Angres, Formation de Noulette.

? ? Famille *POSIDONIIDAE* Frech, 1909

Genre *POSIDONIA* Brown, 1828

*Posidonia minor* (Brown, 1841)

**MGL 6040 (1-3)** : *Posidoniella minor* Brown, 1841 in Corsin 1932, pl.XXXV, fig.4, 4a, 5, 5a.

**Localité** : sondage d'Onnaing (1904), concession de Marly, groupe de Valenciennes des HBNPC, Onnaing (Nord, France).

**Horizon** : Assise de Bruille.

**Age** : Carbonifère, Namurien A *p.p.*

**Donateur** : l'Abbé Carpentier.

*Posidonia cf. becheri* (Bronn, 1828)

Espèce-type

**MGL 4910 (1)** : valve gauche (*Posidonomya cf. becheri* Bronn, 1828 in Barrois 1882, pl.XVI, fig.10).

**Localité** : Santo Firme (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de la Sama.

**Age** : Carbonifère, Westphalien ? (ex Houiller moyen).

**Note** : *Posidonia becheri* étant espèce-type, Barrois a dû commettre une erreur en l'affectant au genre *Posidonomya*.

*Posidonia buitrago* (Barrois, 1882)

**MGL 4865** : valve gauche (holotype de *Lima buitrago* Barrois, 1882 in Barrois 1882, pl.XVI, fig.11).

**Localité** : Sebarga (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de la Leña.

**Age** : Carbonifère, Namurien ? (ex Houiller inférieur).

Super-famille *AMBONYCHIOIDEA* Miller, 1877  
Famille *INOCERAMIDAE* (Giebel, 1852) Zittel, 1882

**Horizon** : niveau à *Micraster cortestudinarium* (*sensu* Gosselet).

**Age** : Crétacé, Turonien.

**Donateur** : Decocq.

Genre *INOCERAMUS* Sowerby, 1814

*Inoceramus involutus* Decocq, 1874

**MGL 4490 & MGL 4491** : série-types ? in Decocq 1874, p.82.

**Localité** : Lezennes-lez-Lille (Nord, France).

*Inoceramus lezennensis* Decocq, 1874

**MGL 4538 (1-4)** : série-types ? in Decocq 1874, p.83 ; Barrois 1879, pl.V, fig.1, 2 (3).

**Localité** : Lezennes-lez-Lille (Nord, France).

**Donateur** : Decocq (ou Godefrin).

*Inoceramus mantelli* (De Mercey, 1874-77)

**MGL 4532 (1-8)** : Decocq 1874, p.83 ; Barrois 1879, pl.IV (1-2).

**MGL 4494 & MGL 4495 (A-B)** : *Inoceramus latus* (Mantell) in Decocq 1874, p.83 ; Barrois 1879, p.454.

**MGL 4496, MGL 4497 & MGL 4498** : Decocq 1874, p.83.

**Localité** : Lezennes-lez-Lille (Nord, France).

*Inoceramus insulensis* Decocq, 1874

**MGL 4494 & MGL 4495 (A-B)** : série-types ? in Decocq 1874, p.84.

**Localité** : Emmerin (Nord, France).

**Donateur** : Vitrant, 26 juillet 1869.

Genre *SPHENOCERAMUS* Böhm, 1915

*Sphenoceramus digitatus* (Sowerby, 1829)



**MGL 4492 & MGL 4493** : *Inoceramus digitatus* Sowerby, 1829 in Decocq 1874, p.83.

**Localité** : Mouille, près de Saint Omer (Pas-de-Calais, France).

Famille *MYALINIDAE* Frech, 1891

Genre *MYALINA* de Koninck, 1842

**Localité** : Mosquitera (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de Sama.

**Age** : Carbonifère, Westphalien ? (ex. Houiller moyen).

*Myalina carinata* (Sowerby, 1836-40)

**MGL 4859** : valve gauche (Barrois 1882, pl.XVI, fig.12 a, b).

*Myalina triangularis* Sowerby 1826-1829

**MGL 4980 (1-2)** : valve droite (1) et gauche (2) [Barrois 1882, pl.XVI, fig.14 a(1), b(2)].

**Note** : l'échantillon 2 est en partie détruit.

Genre *ANTHRACONAUTA* Pruvost, 1930

*Anthraconauta minima* (Ludwig, 1859-60)

*Anthracomya minima* Ludwig, 1859-60 in Pruvost 1913 et in Pruvost 1919.

**MGL 6001** : valve droite (Pruvost 1913, pl.VIII fig.17).

**Localité** : fosse Ledoux, toit de la veine cinq-Paumes, concession d'Anzin, groupe de Valenciennes des HBNPC, Condé sur Escaut (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau de Modeste, Assise de Vicoigne.

**Age** : Carbonifère, Westphalien A.

**MGL 6002** : valve gauche écrasée (Pruvost 1913, pl.VIII fig.19 ; Pruvost 1919, pl.XXVI, fig.3 ; Corsin 1932, pl. XXXVIII, fig.14).

**Localité** : fosse Notre-Dame, toit de la veine n°28, étage 341, concession d'Aniche, groupe de Douai des HBNPC, Sin le Noble (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau d'Olympe, Assise de Flines (part. sup.).

**Age** : Carbonifère, Westphalien A.

**MGL 6003** : valve gauche non écrasée (Pruvost 1913, pl.VIII fig.18 ; Pruvost 1919, pl.XXVI, fig.2 ; Corsin 1932, pl. XXXVIII, fig.15).

**Localité** : fosse Dechy, toit de la veine Ste Barbe, concession d'Aniche, groupe de Douai des HBNPC, Dechy (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau de Pouilleuse (ex Cuvinot), Assise d'Anzin.

**Age** : Carbonifère, Westphalien B.

*Anthraconauta phillipsii* (Williamson, 1836)  
Espèce-type

**MGL 4207 (1-2)** : valves gauche et droite.

**Donateur** : Coll. G. Waché.

**MGL 6005** : un schiste bitumineux couvert d'*A. phillipsii*. *Anthracomya phillipsii* Williamson, 1836 in Pruvost 1913, pl.8, fig.20(1), 21(2) (4207), pl. 9, fig.11 (6005).

**Localité** : terail de Gosnay, toit de la veine St-Louis, concession de Bruay, groupe Auchel-Bruay des HBNPC, Bruay sur Escaut (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau de Du Souich, Assise de Bruay.

**Age** : Carbonifère, Westphalien D.

**MGL 6024 (1-3)** : valves gauches.

**MGL 6025** : individu bivalve écrasé.

*A. phillipsii* Williamson, 1836 in Pruvost 1919, pl.XXVI, fig.4, 5 (6024), fig.6 (6025) ; Corsin 1932, pl.XXXIX, fig.15, 16 (6024), fig.14 (6025).

**Localité** : toit de la passée sous Marthe, fosse n°9, concession de Courrières, groupe d'Hénin-Liétard des HBNPC, Fouquières les Lens (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Faisceau d'Edouard, Assise de Bruay.

**Age** : Carbonifère, Westphalien D.

Genre *ANTHRACONAIA* Trueman & Weir, 1946

*Anthraconaia modiolaris* (Sowerby, 1840)

**MGL 4012 (1-3)** : coquilles (*Anthracomya modiolaris* Sowerby, 1840 in Pruvost 1913, pl.VIII, fig.9, 10, 11 ; in Pruvost 1919, pl.XXV, fig. 19, 21).

**Localité** : fosse Déjardin, étage 235, toit de la veine Poissonnière, concession d'Aniche, groupe de Douai des HBNPC, Aniche (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau de Meunière, Assise d'Anzin.

**Age** : Carbonifère, Westphalien B.

**MGL 6004** : forme à bord antérieur moins fuyant (*A. modiolaris* Sowerby, 1840 in Pruvost 1913, pl.8, fig.12 ; in Pruvost 1919, pl.XXV, fig.20 ; in Corsin 1932, pl. XXXVIII, fig.12).

**Localité** : fosse Thiers, niveau imprécis dans la bowette sud 600, concession d'Anzin, groupe de Valenciennes des HBNPC, Thiers (Nord, France).

**Horizon** : Assises d'Anzin ou de Vicoigne.

**Age** : Carbonifère, Westphalien A ou B.

*Anthraconaia prolifera* (Waterlot, 1934)

**Localité** : siège de Göttelborn, B.I.X., Nördl. Hauptquersch. II. T. S. à 810m. au sud de la veine Wahlschied et 535m. au nord du conglomérat de Holz, Bassin Houiller de Sarre-Lorraine, Göttelborn (Sarre-Lorraine française en 1934 et actuellement en Allemagne) (sauf MGL 5095).

**Horizon** : Assise de Sarrelouis, Zone de Göttelborn.

**Age** : Carbonifère, Stéphanien A.

*Anthraconaia prolifera* (Waterlot, 1934)  
f. *puella* (Waterlot, 1934)

*Anthracomya prolifera* Waterlot, 1934 f. *puella* Waterlot, 1934 in Waterlot 1934, pl.I.

**MGL 5095** : feuillet de schiste rouge, couvert de coquilles appartenant à différents stades de jeunesse de la forme (fig.4).  
**Localité** : sondage de Differten à -138m, Bassin Houiller de Sarre-Lorraine, Differten (Sarre-Lorraine française en 1934 et actuellement en Allemagne).

**MGL 5096 (1)** : coquille ouverte (cotype, fig.1, 1a).  
**MGL 5096 (2)** : coquille ouverte (holotype, fig.2).

*Anthraconaia prolifera* (Waterlot, 1934)  
f. *juvenis* (Waterlot, 1934)

**MGL 5096 (3)** : individu à valves étalées, parallèles au bord cardinal (holotype de *A. prolifera* Waterlot, 1934 f. *juvenis* Waterlot, 1934 in Waterlot 1934, pl.I, fig 6, 6a).

*Anthraconaia prolifera* (Waterlot, 1934)  
f. *valida* (Waterlot, 1934)

*A. prolifera* Waterlot, 1934 f. *valida* Waterlot, 1934 in Waterlot 1934, pl.I.

**MGL 5096 (4)** : Individu bivalve (holotype, fig.9).  
**MGL 5096 (5)** : Coquille bivalve, allongement parallèle au bord cardinal (cotype, fig.8).

*Anthraconaia prolifera* (Waterlot, 1934)

**MGL 5097 (1-2)** : Feuillet de schiste rouge couvert de coquilles appartenant à différents stades de croissance (formes *puella*, *juvenis* et *valida* ; *Guilielmities* Geinitz, 1858 ou terriers fossiles de l'*Anthraconaia*). [*A. prolifera* Waterlot, 1934 in Waterlot 1934, pl.IV, fig.1(1), pl.III, fig.2(2)].

*Anthraconaia pulchra* (Hind, 1895)

**MGL 6006** : forme conforme au type de Burnwood Ironstone (North Staffordshire). (*Anthracomya pulchra* Hind, 1895 in Pruvost 1913, pl.VIII, fig.13 ; *A. pulchra* Hind, 1895 in Pruvost 1919, pl.XXV, fig.22).

**Localité** : fosse St-Louis, toit de la passée à -187 m. au toit de la veine n°30, bow. 390, concession d'Anzin, groupe de Valenciennes des HBNPC, Anzin (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau d'Olympe, Assise de Flines (partie sup.).  
**Age** : Carbonifère, Westphalien A.

**MGL 6007** : valve droite un peu déformée (*A. pulchra* Hind, 1895 in Pruvost 1913, pl.VIII, fig.14).

**Localité** : fosse Dechy, toit de la veine Sainte-Barbe, concession d'Aniche, groupe de Douai des HBNPC, Dechy (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau de Pouilleuse (ex Cuvinot), Assise d'Anzin.

**Age** : Carbonifère, Westphalien B.

*Anthraconaia williamsoni* (Brown, 1849)

**MGL 6026** : valve gauche, d'un individu jeune (*Anthracomya williamsoni*, Brown, 1849 in Pruvost 1913, pl.VIII, fig.16).

**Localité** : fosse n°1, toit de la veine Arago, à -534 m, montage 2, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Liévin (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Faisceau de Du Souich, Assise de Bruay.  
**Age** : Carbonifère, Westphalien D.

**MGL 6027 (1)** : coquille bivalve (*A. williamsoni*, Brown, 1849 in Pruvost 1919, pl.XXV, fig.23, 23a).

**Localité** : fosse Roeulx, toit de la veine Petit-Edouard, concession d'Anzin, groupe de Valenciennes des HBNPC, Lourches (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau de Modeste, Assise de Vicoigne.  
**Age** : Carbonifère, Westphalien A.

Genre *NAIADITES* Dawson, 1860

*Naiadites carinata* Sowerby, 1840

**MGL 6015 (1-2)** : deux individus bivalves [(Pruvost 1913, pl.IX, fig.6, 6a (2), 7(1) ; Pruvost 1919, pl.XXVI, fig.9, 9a (2) ; Corsin 1932, pl.XXXVIII, fig.20, 20a (2)].

**Localité** : toit de la veine n°6, concession de l'Escarpelle, groupe de Douai des HBNPC, Dornignies (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau de Pouilleuse (ex Cuvinot), Assise d'Anzin.

**Age** : Carbonifère, Westphalien B.

**MGL 6016** : coquille déformée (Pruvost 1913, pl.IX, fig.4, 4a).

**Localité** : toit de la veine du Nord, fosse n°4, concession de Vicoigne, groupe de Valenciennes des HBNPC, Vicoigne (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau de Modeste, Assise de Vicoigne.  
**Age** : Carbonifère, Westphalien A.

**MGL 6017 (A)** : Pruvost 1913, pl.IX, fig.8.

**Localité** : toit de la passée à 20m, fosse n°6, bow. 602, concession de Lens, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Auchy-les-Mines (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Faisceau de Modeste, Assise de Vicoigne.  
**Age** : Carbonifère, Westphalien A.

*Naiadites modiolaris* Sowerby, 1840

**Horizon** : Faisceau de Meunière, Assise d'Anzin.

**Age** : Carbonifère, Westphalien B.

**Localité** : concession d'Aniche, groupe de Douai des HBNPC.

**MGL 6018** : coquille (Pruvost 1913, pl.IX, fig.1, 1a ; Pruvost 1919, pl.XXVI, fig.7, 7a).

**Localité** : étage 414, fosse St René, à -1485 m, recoupage sud de la nouvelle veine, Guesnain (Nord, France).

**MGL 6019** : coquille plus trapue (Pruvost 1913, pl.IX, fig.2 ; Pruvost 1919 pl.XXVI, fig.8).

**Localité** : fosse Déjardin, étage 235, toit de la veine Poissonnière à eau douce, Waziers (Nord, France).

**MGL 6020 (A)** : valve gauche écrasée, portant des Spirorbes fixés (Pruvost 1913, pl.IX, fig.3).

**Localité** : fosse Notre-Dame, toit de la veine Wavrechain, Sin le Noble (Nord, France).

*Naiadites quadrata* Sowerby, 1840

**Age** : Carbonifère, Westphalien B.

**MGL 6021 (A)** : empreinte d'une valve droite écrasée (Pruvost 1913, pl.IX, fig.9).

**Localité** : fosse Déjardin, toit de la veine des Boers, concession d'Aniche, groupe de Douai des HBNPC, Waziers (Nord, France).

**Horizon** : Faisceau de Meunière, Assise d'Anzin.

**MGL 4209** : empreinte d'une valve droite également aplatie dans le schiste (Pruvost 1913, pl.IX, fig.10 ; Pruvost 1919, pl.XXVI, fig.11).

**Localité** : fosse n°10, bow. 1010 à -800m, concession de Lens, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Lens (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Faisceau de Pouilleuse (ex Cuvinot), Assise d'Anzin.

*Naiadites tarini* Barrois, 1882

**MGL 4979 (1-2)** : échantillon bivalve (1) et valve droite (2) [cotypes, Barrois 1882, pl.XVII, fig.14 a(1), b(2)].

**Localité** : Santa Anna (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de Sama.

**Age** : Carbonifère, Westphalien ? (ex Houiller moyen).

**Note** : l'échantillon 2 est manquant.

Famille *AMBONYCHIIDAE* Miller, 1877

Genre *GOSSELETIA* Barrois, 1882

*Gosseletia devonica* Barrois, 1882, *emend.* Follman, 1885  
*nov. g., nov. sp.*

**Localité** : Candas, région d'Oviedo (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Grès à *Gosseletia*.

**Age** : Dévonien inférieur, Givétien.

**MGL 4848 (1-2)** : série-type *in* Barrois 1882, pl.XII, fig.1 a, b, c (1) ; Cox *et al.* 1969, p.287, fig.C25, 4b.

**MGL 4849 (1-6)** : série-type *in* Barrois 1882, pl.XII, fig.1 e(1), f, d (2) ; Cox *et al.* 1969, p.287, fig.C25, 4a(1).

Ordre PECTINOIDA Newell & Boyd, 1995

Super-Famille *PTERINOPECTINOIDEA* Newell, 1938

Famille *PTERINOPECTINIDAE* Newell, 1938

Genre *PTERINOPECTEN* Hall, 1883

*Pterinopecten radiatus* (Phillips, 1836)

**MGL 4622** : valve gauche (Dehée 1929, p.17).

**Localité** : Etroeungt (Nord, France).

**Horizon** : Assise d'Etroeungt.

**Age** : Dévonien, Famennien supérieur.

**MGL 4608 (1-5)** : Dehée 1929, p.17.

**Localité** : Carrière de la Marlière au Noir, Beaufort (Nord, France).

**Horizon** : Niveau à *Productus niger* (*sensu* Gosselet).

**Age** : Carbonifère, Dinantien.

**Donateur** : Dombret-Colnion.

Super-famille *AVICULOPECTINOIDEA* Meek & Hayden, 1864 (Waller, 1978)

Famille *AVICULOPECTINIDAE* Meek & Hayden, 1864  
Sous-famille *AVICULOPECTININAE* Meek & Hayden, 1864

Genre *AVICULOPECTEN* McCoy, 1851

*Aviculopecten simoni* Leriche, 1912

**MGL 1068 (1-2)** : valves gauches [Gosselet *et al.* 1912, pl.8, fig.6 (2 : lectotype), 7 (1 : syntype) ; Babin 1986, pl.24, fig.1(2)].

**Localité** : fosse n°6, de -457 à -459m, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Angres (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Formation de Liévin (ex. schistes et psammites de Liévin).

**Age** : Dévonien inférieur, Lochkovien.

**Donateur** : Compagnie des Mines de Liévin.

*Aviculopecten stellaris* Phillips, 1836

**MGL 6036** : Corsin 1932, pl.XXXVII, fig.12, 12a.

**Localité** : passée au mur de Louis-Joseph, niveau marin de Rimbert, fosse Cuvinot, bow. Nord. à -250m, concession d'Anzin, groupe de Valenciennes des HBNPC, Vicq (Nord, France).

**Horizon** : entre les Assises d'Anzin et Bruay.

**Age** : Carbonifère, limite Westphalien B-C.

*Aviculopecten cf. scalaris* Sowerby, 1826-1829

**MGL 4909 (1)** : valve gauche (Barrois 1882, pl.XVI, fig.13).

**Localité** : Santo Firme (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de la Sama.

**Age** : Carbonifère, Westphalien ? (ex Houiller moyen).

*Aviculopecten subconoideus* Etheridge, 1876

**MGL 6037** : Corsin 1932, pl.XXXVII, fig.17.

**Localité** : niveau marin de Rimbert, fosse n°1, à -310m, concession de l'Escarpelle, groupe de Douai des HBNPC, Dornignies (Nord, France).

**Horizon** : entre les Assises d'Anzin et Bruay.

**Age** : Carbonifère, limite Westphalien B-C.

*Aviculopecten cf. verbecki* Fleming, 1828

**MGL 6038** : Corsin 1932, pl.XXXVII, fig.13, 13a.

**Localité** : passée au mur de Louis Joseph, niveau marin de Rimbart, fosse Cuvinot, bow. Nord, à -250m, concession d'Anzin, groupe de Valenciennes des HBNPC, Vicq (Nord, France).

**Horizon** : entre les Assises d'Anzin et Bruay.

**Age** : Carbonifère, limite Westphalien B-C.

Genre *LEPTOCHONDRIA* Bittner, 1891

*Leptochondria ? dissimilis* (Fleming, 1842)

**MGL 4863** : valve gauche (*Pecten dissimilis* Fleming, 1842 in Barrois 1882, pl.XVI, fig.15).

**Localité** : Pont de Demues (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de la Leña.

**Age** : Carbonifère, Namurien ? (ex Houiller inférieur).

Super-Famille *PECTINOIDEA* Wilkes, 1810

Famille *PECTINIDAE* Wilkes, 1810

Genre *PSEUDAMUSSIUM* Mörch, 1853

*"Pseudamussium" fibrillosum* Salter, 1864

**MGL 6022 (3-4)** : *Pseudamussium fibrillosum* Salter, 1864 in Corsin 1932, pl.XXXVII, fig.15, 16.

**Localité** : passée au mur de Louis Joseph, niveau marin de Rimbart, fosse Cuvinot, bow. Nord, à -250m, concession d'Anzin, groupe de Valenciennes des HBNPC, Vicq (Nord, France).

**Horizon** : entre les Assises d'Anzin et de Bruay.

**Age** : Carbonifère, limite Westphalien B-C.

Ordre *OSTREOIDA* Férussac, 1822

Super-Famille *OSTREOIDEA* Wilkes, 1810

Famille *GRYPHAEIDAE* Vyalov, 1936

Sous-famille *GRYPHAEINAE* Vyalov, 1936

Genre *LIOSTREA* Douvillé, 1904

Sous-genre *SINUSTREA* Vyalov, 1936

*Liostrea (Sinustrea) heteroclita* (Defrance in Deshayes, 1832)

**MGL 4293** : *Ostrea heteroclita* Defrance in Deshayes, 1832 in Leriche 1905, pl.I, fig.1, 1a, 1b.

**Localité** : environs de Noyon (Oise, France).

**Horizon** : Marnes de Marquégglise.

**Age** : Paléocène, Thanétien (facies Landenien).

**Donateur** : Jules Gosselet.

Sous-famille *PYCNODONTEINAE* Stenzel, 1959

Tribu *GRYPHAEOSTREINI* Stenzel, 1971

Genre *GRYPHAEOSTREA* Conrad, 1865

*Gryphaeostrea eversa* (Melleville, 1843)

Espèce-type

**MGL 4501 (1-3)** : *Ostrea eversa* Melleville, 1843 in Bonte & Reiller 1933, p.183.

**Localité** : Porte de Gand, Lille (Nord, France).

**Horizon** : niveau à *Arctica morrisoni*, *A. planata*, *Pholadomya konincki* (sensu Gosselet).

**Age** : Paléocène, Thanétien (facies Landenien).

**Donateur** : Bonte & Reiller 1933.

Super-ordre *PRIONODONTA* McNeil, 1937

Ordre *ARCOIDA* Stoliczka, 1871

Super-Famille *ARCOIDEA* Lamarck, 1809

Famille *ARCIDAE* Lamarck, 1809

Sous-famille *ARCINAE* Lamarck, 1809

Genre *ARCA* Linné, 1758

*Arca* sp.

**MGL 4852** : Barrois 1882, pl.XII, fig.2 a, b.

**Localité** : Candas, région d'Oviedo, Asturies, Espagne.

**Horizon** : Grès à *Gosseletia*.

**Age** : Dévonien moyen, Givétien.

Famille *PARALLELODONTIDAE* Dall, 1898

Sous-famille *PARALLELODONTINAE* Dall, 1898

Genre *CARBONARCA* Meek & Worthen, 1870

*Carbonarca ? cortazari* Barrois, 1882

**MGL 4864** : valve gauche (holotype de *Carbonarca cortazari* Barrois, 1882 in Barrois 1882, pl.XVII, fig.1 a, b).

**Localité** : Seberga (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de la Leña.

**Age** : Carbonifère, Namurien ? (ex Houiller inférieur).

Genre *PARALLELODON* Meek & Worthen, 1866

*Parallelodon monreali* (Barrois, 1882)

**MGL 4982 (1-2)** : valves gauche et droite (cotypes de *Macrodon monreali* Barrois, 1882 in Barrois 1882, pl.XVII, fig.2 a, b).

**Localité** : Mosquitera (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de Sama.

**Age** : Carbonifère, Westphalien ? (ex. Houiller moyen).

**Note** : les échantillons sont en partie détruits ou fragmentés.

Sous-classe *HETEROCONCHIA* Hertwig, 1895

Super-ordre *PALAEOHETERODONTA* Newell, 1965

Ordre *MODIOMORPHOIDA* Newell, 1969

Super-Famille *MODIOMORPHOIDEA* Miller, 1877

Famille *MODIOMORPHIDAE* Miller, 1877

Genre *MODIOLOPSIS* Hall, 1847

**Age** : Dévonien inférieur, Lochkovien inférieur.

*Modiolopsis nilssoni* (Hisinger, 1837)

**MGL 1074** : valve droite d'un individu de grande taille (Gosselet *et al.* 1912, pl.VI, fig.11).

**Localité** : fosse n°6, de -350 à -362m, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Angres (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre de Méricourt, Formation de Noulette.

*Modiolopsis complanata* Sowerby, 1839

**MGL 1076** : coquille bivalve, vue du côté dorsal (*Modiolopsis nilssoni* (Hisinger, 1837) in Gosselet *et al.* 1912, pl.VI, fig.10 ; Barrois *et al.* 1920, p.133).

**Localité** : fosse n°6, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Angres (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre de Méricourt, Formation de Noulette.

**MGL 5048 (1)** : valve droite (Barrois *et al.* 1920, pl.XVI, fig.11).

**Localité** : fosse n°7, concession de l'Escarpelle, groupe de Douai des HBNPC, L'Escarpelle (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre de Méricourt, Formation de Noulette.

**MGL 4282 (2)** : Waterlot 1966, pl.III, fig. 4.

**Localité** : fosse n°7 et n°7 bis, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Liévin (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Formation de Liévin, Groupe de Liévin, ex-Psammites de Liévin.

**Age** : Downtonien.

*Modiolopsis cf. gradata* (Salter, 1848)

**MGL 1075** : Gosselet *et al.* 1912, pl.VI, fig.12.

**Localité** : fosse n°5 à -217m, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Liévin (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Calcaire d'Angres, Formation de Noulette.

Genre *GONIOPHORA* Phillips, 1848

*Goniophora atrebatensis* Leriche, 1912

**Localité** : concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Liévin (Pas-de-Calais, France).

**MGL 1069 (1-2)** : moules internes de valves gauches [Gosselet *et al.* 1912, pl.6, fig.14(1) paratype, 16(2) lectotype ; Babin 1986, pl. 23, fig.16 (2)].

**Localité** : fosse n°5, de -131 à -135m.

**Horizon** : Membre de Méricourt, Formation de Noulette.

**Age** : Dévonien inférieur, Lochkovien inférieur.

**MGL 1070** : valve droite, montrant l'ornementation (Gosselet *et al.* 1912, pl.6, fig.15 paratype ; Babin 1986, p.156).

**Localité** : fosse n°5 bis à -221m.

**Horizon** : Calcaire d'Angres, Formation de Noulette.

**Age** : Siluro-Dévonien, Pridoli-Lochkovien inférieur.

Superfamille *KALENTEROIDEA* Marwick, 1953

Famille *PERMOPHORIDAE* Van de Poel, 1959

Sous-Famille *PERMOPHORINAE* Van de Poel, 1959

Genre *PERMOPHORUS*? Chavan, 1954

*Permophorus ? virelyi* (Barrois *et al.*, 1922)

**MGL 5056 (1)** : valve gauche (holotype de *Pleurophorus virelyi* Barrois *et al.*, 1920 in Barrois *et al.* 1920, pl.XVI, fig.10).

**Localité** : fosse n°4 à -229m., concession Drocourt, groupe Hénin-Liétard des HBNPC, Drocourt (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Formation de Pernes (ex "Grès et Schistes bigarrés de Pernes").

**Age** : Dévonien inférieur, Lochkovien supérieur.

Ordre *ACTINODONTOIDA* Douvillé, 1912

Super-Famille *CYCLOCONCHOIDEA* Ulrich, 1884

Famille *LYRODESMATIDAE* Ulrich, 1894

**Localité** : La Bouëxière, localité-type (Ille-et-Vilaine, France).

**Horizon** : Grès de La Bouëxière.

**Age** : Ordovicien supérieur.

**Donateur** : Coll. Lebesconte.

**Note** : Ces échantillons devraient réintégrer bientôt les Coll. du Musée d'Histoire de Nantes qui possède une importante coll. Lebesconte

Genre *LYRODESMA* Conrad, 1841

*Lyrodesma securis* Tromelin & Lebesconte, 1875

**MGL 4914 (1-4)** : moulage révoltex in Babin 1987, pl.13, fig.7(1).

**Note** : anciens numéros d'inventaires : LPB 9095[MGL 4914 (1)].

Genre *PSEUDARCA* Tromelin & Lebesconte, 1875

*Pseudarca typa* Tromelin & Lebesconte, 1875

Espèce-type

**MGL 4913 (1-9)** : moules internes de valves gauches (2, 3, 7), de valves droites (4, 5, 6) et d'individu bivalve (1) ; moulage révoltex de valve droite (8) (Babin 1987, pl.12, fig.1a, b(1), 4(3), 6(6), 7(5), 8(7), 11(2), pl.13, fig.4(8), 5(4)).

**Note** : anciens numéros d'inventaires : USTLP LBO 1 [MGL 4913 (1)], 6(3), 9(6), 8(5), 10(7), 2(2), 7(4), LPB 9093(8).

Ordre *TRIGONIOIDA* Dall, 1889

Super-Famille *TRIGONIOIDEA* Lamarck, 1819

Famille *MYOPHORIIDAE* Bronn (1847), 1849

Genre *LEPTODOMUS* McCoy in Griffith, 1844

*Leptodomus morini* Leriche, 1912

MGL 1067 : valve gauche (holotype de Gosselet *et al.* 1912, pl.6, fig.13 ; lectotype de Babin 1986, pl.24, fig.2).

**Localité** : fosse n°6, de -282 à -283m, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Angres (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre de Drocourt, ex "Assise de Drocourt", Formation de Noulette.

**Age** : Dévonien inférieur, Lochkovien inférieur.

Genre *SCHIZODUS* de Verneuil & Murchison, 1844

**Localité** : Mosquitera (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de Sama.

**Age** : Carbonifère, Westphalien ? (ex Houiller moyen).

*Schizodus curtus* Meek, 1872

MGL 4968 (1-2) : valves droite (1) et gauche (2) [Barrois 1882, pl.XVII, fig.4a(1), b(2)].

*Schizodus rubio* Barrois, 1882

MGL 4978 (1-2) : valves droite et gauche (cotypes *in* Barrois 1882, pl.XVII, fig.5a, b).

**Note** : les échantillons sont en partie détruits et un des deux figurés est manquant.

*Schizodus sulcatus* Sowerby, 1836

MGL 4981 (1-2) : valves droite et gauche (Barrois 1882, pl.XVII, fig.6a, b).

**Note** : les échantillons sont en partie détruits et les figurés sont difficiles à reconnaître.

Ordre UNIONOIDA Stoliczka, 1871

Super-Famille *UNIONOIDEA* Fleming, 1828  
(Rafinesque, 1820)

Famille *UNIONIDAE* Fleming, 1828 (Rafinesque, 1820)

Genre *UNIO* Philipsson, 1788

*Unio dollfusi* Leriche, 1901

**Localité** : Blaireville (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : sable d'Ostricourt (grès ferrugineux).

**Age** : Paléocène supérieur, Thanétien (Landenien supérieur).

**Donateur** : Jules Gosselet.

MGL 4113 : moule externe de la valve gauche montrant la forme générale de la coquille (holotype *in* Leriche 1901, pl.III, fig.2).

**Note** : le terme de "holotype" n'apparaît pas dans la publication, mais sur une étiquette d'origine accompagnant le spécimen ("type").

MGL 4114 (1-3) : moules intérieurs [paratypes *in* Leriche 1901, pl.III, fig.3(1), 4(3), 5(2)].

MGL 4122 : moule intérieur de la valve droite (Leriche 1901, pl.III, fig.1).

Genre *PALINDONAI*A Modell, 1950

**Age** : Eocène inférieur, Yprésien, Sparnacien (ex facies supérieur du Landenien).

*Palindonaia wateleti* (Deshayes, 1860)

MGL 4163 (1) : valve droite (*Unio wateleti* Deshayes, 1860 *in* Dubois 1921, pl.II, fig.3a, b, c).

**Localité** : Soissons (Aisne, France).

**Horizon** : Sables de Soissons.

**Donateur** : Collection Watelet.

MGL 4162 : moule intérieur de la valve gauche montrant les caractères de la charnière (Leriche 1901, pl.III, fig.7).

**Localité** : Colline-Beaumont (Pas-de-Calais, France).

**Donateur** : Jules Gosselet, 1893.

*Palindonaia wateleti* (Deshayes, 1860) var. *stapulensis*  
Dubois, 1921

**Localité** : Saint-Aubin-sur-Mer (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Assise de Saint-Aubin, banc ferrugineux à *Unio* et à *Cyrena cordata* (D).

**Donateur** : G. Dubois, 1921.

MGL 4164 (1) : aspect habituel de la coquille écrasée et à test desquamé à St-Aubin (*Unio wateleti* Deshayes, 1860 var. *stapulensis* Dubois, 1921 *in* Dubois 1921, pl.II, fig.2).

**Localité** : briqueterie Delecourt.

MGL 4297 (1) : valve droite (holotype de la variété : *U. wateleti* Deshayes, 1860 var. *stapulensis* Dubois, 1921 *in* Dubois 1921, pl.II, fig.1a, b, c, d).

Super-Famille *ANTHRACOSIOIDEA* Amalitsky, 1892  
Famille *ANTHRACOSIIDAE* Amalitsky, 1892

Genre *ANTHRACOSIA* King, 1856

**Localité** : Santo Firme (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de Sama.

**Age** : Carbonifère, Westphalien ? (ex Houiller moyen).

*Anthracosia carbonaria* (Schlotheim, 1813)

MGL 4858 : valve gauche (Barrois 1882, pl.XVII, fig.7).

*Anthracosia bipennis* Brown, 1843

MGL 4866 : valve gauche (Barrois 1882, pl.XVII, fig.8).

**Note** : le lot comprend sept échantillons très abîmés parmi lesquels il est difficile de reconnaître le figuré.

Genre *CARBONICOLA* McCoy, 1855

*Carbonicola acuta* Sowerby, 1829

**MGL 6008** : moule interne d'une coquille (Pruvost 1913, pl.VIII, fig.1, 1a ; Pruvost 1919, pl.XXV, fig 13, 13a ; Corsin 1932, pl.XXXVIII, fig.13, 13a).  
**Localité** : fosse Vieux-Condé, toit de la veine Six-Paumes, Vieux-Condé (Nord, France).

*Carbonicola aquilina* Sowerby, 1840

**MGL 6009** : Pruvost 1913, pl.VIII, fig.2, 2a ; Pruvost 1919, pl.XXV, fig 14, 14a.  
**Localité** : fosse Sabatier, toit de la 3<sup>e</sup> passée au mur de la veine n°11, bow. nord 312, Bruay-sur-Escaut (Nord, France).  
**Donateur** : Paul Bertrand.

**Localité** : concession d'Anzin, groupe de Valenciennes des HBNPC.  
**Horizon** : Faisceau d'Olympe, Assise de Flines (part. sup.).  
**Age** : Carbonifère, Westphalien A.

*Carbonicola similis* Brown, 1843

**MGL 6010** : valve droite (Pruvost 1913, pl.VIII, fig.4 ; Pruvost 1919, pl.XXV, fig 16 ; Corsin 1932, pl.XXXVIII, fig.17).  
**Localité** : fosse Notre-Dame, toit de la passée au mur de la veine Minangoye, Sin le Noble ( Nord, France).

**MGL 6011** : valve gauche incomplète (Pruvost 1913, pl.VIII, fig.5).  
**Localité** : fosse Déjardin, toit de la passée à 58m. au midi de la veine des Boers, bow. 203, Waziers (Nord, France).

**MGL 6012** : valve droite (Pruvost 1913, pl.VIII, fig.6 ; Pruvost 1919, pl.XXV, fig 17 ; Corsin 1932, pl.XXXVIII, fig.16).  
**Localité** : fosse Déjardin, toit de la passée à 32m. au midi de la veine des Boers, recoupage couchant 310, Waziers (Nord, France).

**MGL 6013 (1-2)** : valves gauche et droite [Pruvost 1913, pl.VIII, fig.7(1), 8(2), pl.IX, fig.13(2) ; Pruvost 1919, pl.XXV, fig 18(1) ; pl.XXVI, fig.13(2) ; Corsin 1932, pl.XXXVIII, fig.18(1)].  
**Localité** : fosse Déjardin, toit de la passée à 48m. au midi de la veine des Boers, bow. 203, Waziers (Nord, France).

*Carbonicola turgida* Brown, 1843

**MGL 6014** : valve droite écrasée (Pruvost 1913, pl.VIII, fig.3 ; Pruvost 1919, pl.XXV, fig 15).  
**Localité** : fosse Déjardin, toit de la passée sous la veine Poissonnière à 1208m., recoupage Couchant, Waziers (Nord, France).

**Localité** : concession d'Aniche, groupe de Douai des HBNPC.  
**Horizon** : Faisceau de Meunière, Assise d'Anzin.  
**Age** : Carbonifère, Westphalien B.

Super-ordre HETERODONTA Neumayr, 1883  
Ordre VENEROIDA Adams H. & A., 1856

Super-Famille CORBICULOIDEA Gray, 1847  
Famille CORBICULIDAE Gray, 1847

Genre *CORBICULA* Mergela von Mühlfeld, 1811

**Horizon** : Assise de Saint-Aubin.  
**Age** : Eocène inférieur, Yprésien, Sparnacien (ex facies supérieur du Landenien).

*Corbicula cordata* (Morris, 1854)

**MGL 4294 (1)** : moule interne (*Cyrena cordata* Morris, 1854 in Dubois 1921, pl.II, fig.10).  
**Localité** : Colline-Beaumont (Pas-de-Calais, France).  
**Horizon** : banc ferrugineux à *Unio* et à *Cyrena cordata* (D).  
**Donateur** : Jules Gosselet, 1893.

Sous-genre *LOXOPTYCHODON* Sandberger, 1872

*Corbicula (Loxoptychodon) cuneiformis* (Sowerby, 1817)

**MGL 4298 (1)** : coquille (Dubois 1921, pl.II, fig.11, 12).  
**Localité** : Saint-Aubin-sur-Mer (Pas-de-Calais, France).  
**Horizon** : Sables et Argiles de Saint Aubin (niveau E) à *C. cuneiformis*.

Superfamille *ARCTICOIDEA* Newton, 1891  
Famille *ARCTICIDAE* Newton, 1891

Genre *ARCTICA* Schumacher, 1817

**Localité** : Porte de Gand, Lille (Nord, France).  
**Horizon** : niveau à *Arctica morrisoni*, *A. planata*, *Pholadomya konincki* (sensu Gosselet).  
**Age** : Paléocène supérieur, Thanétien (facies Landenien).

*Arctica morrisoni* (Sowerby, 1841)

**MGL 4503 (1-3) ; MGL 4896 (1-9) ; MGL 4897 (1-5) ; MGL 4900** : moules internes (*Cyprina morrisoni* Sowerby, 1841 in Bonte & Reiller 1933, p.183).  
**Donateur** : Bonte & Reiller, 1933 (4503) ; Bonte, 1932 (4896, 4897) ; Grosjean, 1930 (4900).

*Arctica scutellaria* (Deshayes, 1856)

**MGL 4898** : valve gauche (*Cyprina scutellaria* Deshayes, 1856 in Bonte & Reiller 1933, p.183).  
**Donateur** : Bonte, 1932.

Superfamille *CRASSATELLOIDEA* Ferussac, 1822  
Famille *ASTARTIDAE* d'Orbigny, 1844 (1884)  
Sous-famille *ASTARTINAE* d'Orbigny, 1844

Genre *ASTARTE* Sowerby, 1816

**Horizon** : Assise de Leña.  
**Age** : Carbonifère, Namurien ? (ex. Houiller inférieur).

*Astarte macphersoni* Barrois, 1882

**MGL 4969** : valve droite (holotype in Barrois 1882, pl.XVII, fig.13 a, b).

**Localité** : Onis (Asturies, Espagne).

*Astarte subovalisi* Mallada, 1876

MGL 4971: valve gauche (Barrois 1882, pl.XVII, fig.12).

**Localité** : Villayana (Asturies, Espagne).

**Note** : un échantillon est manquant, peut-être le figuré.

Ordre MYOIDA Stoliczka, 1870

Sous-ordre MYINA Stoliczka, 1870

**Localité** : Porte de Gand, Lille (Nord, France).

**Horizon** : niveau à *Arctica morrisi*, *A. planata*, *Pholadomya konincki* (sensu Gosselet).

**Age** : Paléocène supérieur, Thanétien (facies Landenien).

**Donateur** : Bonte & Reiller, 1933.

Superfamille MYOIDEA Lamarck, 1809

Famille CORBULIDAE Lamarck (1818), 1819

Sous-famille CAESTOCORBULINAE Vokes, 1945

Genre CAESTOCORBULA Vincent, 1910

*Caestocorbula obliquata* (Deshayes, 1857)

MGL 4500 (1-3) : Bonte & Reiller 1933, p.184.

Superfamille HIATELLOIDEA Gray, 1824 (1842)

Famille HIATELLIDAE Gray, 1824 (1842)

Genre PANOPEA Menard, 1807

*Panopea remiersis* (Melleville, 1843)

MGL 4519 : Bonte & Reiller 1933, p.183.

Super-ordre ANOMALODESMATA Dall, 1889 (1899)

Ordre PHOLADOMYOIDA Newell, 1965

Superfamille PHOLADOMYOIDEA (King, 1844) Gray, 1847

Famille PHOLADOMYIDAE Gray, 1847

Genre PHOLADOMYA Sowerby, 1823

*Pholadomya konincki* Myst

MGL 4517 (1-7) : Bonte & Reiller 1933, p.183.

**Localité** : Porte de Gand, Lille (Nord, France).

**Horizon** : niveau à *Arctica morrisi*, *A. planata*, *Pholadomya konincki* (sensu Gosselet).

**Age** : Paléocène supérieur, Thanétien (facies Landenien).

**Donateur** : Bonte & Reiller, 1933.

Famille GRAMMYSIIDAE Miller, 1877

Genre GRAMMYSIA de Verneuil, 1847

*Grammysia lerichei* Babin, 1986

**Localité** : fosse n°5 bis, concession de Liévin, groupe Lens-Liévin des HBNPC, Liévin (Pas-de-Calais, France).

**Age** : Dévonien, Lochkovien inférieur.

**Donateur** : Compagnie des Mines de Liévin.

MGL 1071 (1-3) : moule interne d'un individu bivalve (2) ; valves gauches (1, 3) [*Grammysia cingulata* (Hisinger, 1840) in Gosselet et al. 1912, pl.8, fig.1(2), 4(1), 5(3) ; holotype (2) et paratypes (1, 3) in Babin 1986, pl. 24, fig.6(2)].

**Localité** : de -134 à -138m.

**Horizon** : Membre de Méricourt, Formation de Noulette.

MGL 5047 (1-2) : valves gauches (*Grammysia cingulata* (Hisinger, 1840) in Gosselet et al. 1912, pl.VIII, fig.2, 3 ; Babin 1986, p.157).

**Localité** : à -216 m.

**Horizon** : Membre d'Angres, Formation de Noulette.

*Grammysia deornata* de Koninck, 1876

**Localité** : fosse n°4, de -303 à -304m. (1072) ; de -304 à -306m. (1073, 4165), concession de Drocourt, groupe d'Hénin-Liétard des HBNPC, Drocourt (Pas-de-Calais, France).

**Horizon** : Membre de Drocourt, ex "Assise de Drocourt", Formation de Noulette.

**Age** : Dévonien, Lochkovien inférieur.

**Donateur** : Compagnie des Mines de Drocourt.

MGL 1072 (1-2) : valves droite et gauche [syntypes de *Grammysia massoni* Barrois et al., 1920 in Barrois et al. 1920, pl.XVI, fig.1(1), 2(2) ; néotype (1) et paratype (2) de *Grammysia massoni* Barrois et al., 1920 in Babin, pl. 24, fig.7(1)].

MGL 1073 (1-2) : Valve gauche (1) ; deux valves d'un individu jeune (2) (syntypes de *Grammysia massoni* Barrois et al., 1920 in Barrois et al. 1920, pl.XVI, fig.3(1), 4(2) ; paratypes de *Grammysia massoni* Barrois et al., 1920 in Babin 1986).

MGL 4165 (1-2) : valves droite et gauche (topotype de *Grammysia massoni* Barrois et al., 1920 in Barrois et al. 1920, p.146).

Genre SANGUINOLITES McCoy, 1844

*Sanguinolites* cf. *subcarinatus* McCoy, 1854

MGL 4905 : Barrois 1882, pl.XVII, fig.10.

**Localité** : Santo Firme (Asturies, Espagne).

**Horizon** : Assise de la Sama.

**Age** : Carbonifère, Westphalien ? (ex Houiller moyen).

Famille EDMONDIIDAE King, 1950

Genre EDMONDIA de Koninck, 1841

*Edmondia calderoni* Barrois, 1882

MGL 4862 : échantillon bivalve (holotype in Barrois 1882, pl.XVII, fig.9 a, b).



Ordovicien	Devonien	Carbonifère				Crétacé	Paléocène	Focène	
									Acinoptera sp
									Acinoptera tricula
									Antracostea modiolans
									Antracostea prolifer f. juvenis
									Antracostea prolifer f. puella
									Antracostea prolifer f. valida
									Antracostea polchia
									Antracostea williamsoni
									Antracostula minima
									Antracostula philipsi
									Antracostea carbonaria
									Antracostea bipennis
									Arca sp.
									Arctica morisi
									Arctica scutellaria
									Astarte macphersoni
									Astarte subovalis
									Aviculopecten cf. scularis
									Aviculopecten simoni
									Aviculopecten stellans
									Aviculopecten subconoides
									Aviculopecten cf. verbeeki
									Carbonarca ? caraxen
									Carbonicola acula
									Carbonicola aquina
									Carbonicola smithi
									Carbonicola turgida
									Corbicula cordata
									C (Loxoplychodon) cuneiformis
									Caestocorbula obliquata
									Edmondia calderoni
									Goniophora atrolatenis
									Gosaelella devonica
									Grammysa dionata
									Grammysa lenchei
									Gryphaeostrea eversa
									Inoceramus insulensis
									Inoceramus involutus
									Inoceramus lazevianensis
									Inoceramus maritelli
									Leptochondra ? dissimilis
									Leptodomus morisi
									Lushea (Sinustrea) heteroclitae
									Lynceoloma securis
									Modiolopsis complanata
									Modiolopsis cf. gradata
									Modiolopsis nelsoni
									Myalina carnalis
									Myalina triangulans
									Neaedites carinata
									Neaedites modiolans
									Neaedites quadrata
									Neaedites tanni
									Nuculana securiformis
									Nuculites cf. ellipticus
									Nuculites cf. levinensis
									Palaeonitello ? edmondiformis
									Palaeonitello halli
									Palaeonitello humonnyi
									Palaeonitello ? polytr
									Palaemonitella wateleti
									P. wateleti var. stapulensis
									Panopea romerisii
									Parallelodon monreale
									Permophorus ? virelys
									Phesha anglica
									Phesha laurenti
									Pholadomya konincki
									Posidonia cf. becheri
									Posidonia butago
									Posidonia minor
									Pseudamussum fibulosum
									Pseudarca lypa
									Pleuropecten radiatus
									Sargunoides cf. subcarnatus
									Schizodus curvus
									Schizodus rubio
									Schizodus sulcatus
									Sphenoceramus digitatus
									Thracia flandrica
									Thracia cf. prestwichi
									Umo dolius

Fig. 1. — Distribution chronologique et géographique des bivalves types et figures du Musée d'Histoire Naturelle de Lille.  
 A = Aisne ; N = Nord ; P = Pas-de-Calais ; SL = Sarre-Lorraine ; IV = Ille-et-Vilaine ; O = Oise ; E = Espagne

Fig. 1. — Chronologic and geographic distribution of type and figured bivalvia of Natural History Museum of Lille.

**Localité :** Onis (Asturies, Espagne).  
**Horizon :** Assise de la Leña.  
**Age :** Carbonifère, Namurien ? (ex. Houiller inférieur).

**Age :** Paléocène supérieur, Thanétien (facies Landenien).  
**Donateur :** Bonte & Reiller, 1933.

Superfamille *PANDOROIDEA* Rafinesque, 1815  
Famille *THRACIIDAE* Stoliczka, 1870

Genre *THRACIA* Sowerby, 1823

*Thracia flandrica* Dubois, 1919

**MGL 4265 (1) :** moule externe (holotype *in* Dubois 1920, pl.A, fig.1).

**Localité :** Watten (Nord, France).

**Horizon :** argiles des Flandres.

**Age :** Eocène inférieur, Yprésien.

**Donateur :** G. Dubois, 1919.

*Thracia cf. prestwichi* Deshayes 1856

**MGL 4335 & MGL 4502 :** Bonte & Reiller 1933, p.183.

**Localité :** Porte de Gand, Lille (Nord, France).

**Horizon :** niveau à *Arctica morrisi*, *A. planata*, *Pholadomya konincki* (*sensu* Gosselet).

### III. — REPARTITION STRATIGRAPHIQUE

La figure 1 représente la distribution chronologique et géographique des différents types de bivalves.

Sur les 249 bivalves répertoriés, 101 proviennent du Nord (Thanétien 35, Westphalien 33, Turonien 23, Dinantien 5, Namurien 3, Famennien 1, et Yprésien 1); 90 du Pas-de-Calais (Lochkovien 70, Westphalien 7, Thanétien 5, Yprésien 5 Turonien 2 et Pridoli-Lochkovien 1), 35 d'Espagne (Westphalien 18, Givétien 9 et Namurien 8), 13 de l'Ille-et-Vilaine (Ordovicien), 8 de l'ancienne Sarre-Lorraine française en 1934 et actuellement en Allemagne (Stéphanien), 1 de l'Aisne (Yprésien) et 1 de l'Oise (Thanétien).

*Remerciements.* — Nous remercions vivement le Dr. Alain Blicek pour son aide et ses conseils de tous les instants ; Agnès Lauriat-Rage et Jean-Michel Pacaud du Muséum National d'Histoire Naturelle pour nous avoir fourni des informations sur des bivalves paléogènes ; Anne-Marie Candiller pour sa disponibilité et sa quête incessante de la bibliographie nécessaire ; Josiane Merlier et Murielle Duthilleul pour l'aide indispensable à l'entretien et à la numérotation des collections géologiques du Musée ; enfin, tous les bénévoles, étudiants stagiaires et vacataires d'été, sans qui ce travail n'aurait jamais été réalisé (ou dans 125 ans...).

### BIBLIOGRAPHIE

- AMLER M.R.W. (1999). — Synoptical classification of fossil and Recent Bivalvia. *Geologica et Palaeontologica*, 33 : 237-248 ; Marburg, 30.9.1999.
- BABIN C. (1986). — Mollusques. *In* Le groupe de Liévin. Pridoli-Lochkovien de l'Artois (N.France). *Coll. Biostratigraphie du Paléozoïque*, Patrick R. Racheboeuf éd., p.143-164, pl.22-24.
- BABIN C. (1987). — *Pseudarca*, Mollusque Bivalve singulier de l'Ordovicien supérieur du Massif Armoricaïn. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t.CV, p.253-258, pl.XII et XIII.
- BARROIS C. (1879). — Sur quelques espèces nouvelles ou peu connues du terrain crétacé du Nord de la France. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t.VI, p.449-457, pl.IV, V et XII.
- BARROIS C. (1882). — Recherche sur les terrains anciens des Asturies et de Galice. *Mémoires de la Société Géologique du Nord*, t.II, mém.1, p.1-630, pl.I-XX.
- BARROIS C., PRUVOST P. & DUBOIS G. (1920). — Description de la faune Siluro-dévonienne de Liévin *Mémoires de la Société Géologique du Nord*. t.VI, mém.II, fasc.2, p.65-225, pl.X-XVII.
- BONTE A. & REILLER R. (1933). — Observations sur la Faune du Tuffeau landénien de Lille (Porte de Gand). *Annales de la Société Géologique du Nord*, t.58, p.182-186.
- CORSIN P. (1932). — Guide paléontologique dans le terrain houiller du Nord de la France. *Travaux & Mémoires de l'Université Lille*, fasc.5, p.1-44, pl.I-XL.
- DECOQC (1874). — Communication sur les Inocérames de la craie de Lezennes. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t.I, p.82-84.
- DEHEE R. (1929). — Description de la faune d'Étroeungt. Faune de passage du Dévonien au Carbonifère. *Mémoires de la Société Géologique de France*, Nouvelle Série, t.V, fasc.2, mém.11, p.1-64, pl.I à VIII.
- DUBOIS G. (1920). — Etude géographique, géologique et agronomique du Mont de Watten. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t.XLV, p.56-103, pl. A.
- DUBOIS G. (1921). — Etudes des facies thanétien et sparnacien du Landénien à St-Josse-sur-Mer et St-Aubin. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t.XLVI, p.79-133, pl.II.
- GOSSELET J., BARROIS C., LERICHE M. & CREPIN A. (1912). — Description de la faune siluro-dévonienne de Liévin. *Mémoire de la Société Géologique du Nord*, t.VI, mém.2, fasc.1, p.1-64, p. I.I-IX.
- LERICHE M. (1901). — Description de deux *Unios* nouveaux de l'Eocène inférieur du Nord de la France et de la Belgique. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t.XXX, p.2-7, pl. III.
- LERICHE M. (1905). — Observations sur *Ostrea heteroclita* Defrance. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t.XXXIV p. 52-54, pl.I.
- PRUVOST P. (1913). — Les niveaux à lamellibranches d'eau douce dans le terrain houiller du Nord de la France. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t.XLII, p.175-220, pl. VIII-IX.
- PRUVOST P. (1919). — Introduction à l'étude du terrain houiller du Nord-Pas-de-Calais ; faune continentale du Nord et du Pas-de-Calais. *Mémoire de Thèse*, Lille, p.1-584, pl.I-XXIX.
- COX L. R., NEWELL N. D., BOYD D. W., BRANSON C. C., CASEY R., CHAVAN A., COOGAN A. H., DECHASEAUX C., FLEMING C. A., HAAS F., HERTLEIN L. G., KAUFFMAN E. G., KEEN A. M., LAROCQUE A., McALESTER A. L., MOORE R. C., NUTTALL C. P., PERKINS B. F., PURI H. S., SMITH L. A., SOOT-RYEN T., STENZEL H. B., TRUEMAN E. R., TURNER R. D. & WEIR J. (1969). — Treatise on Invertebrate Paleontology, *Mollusca 6 - Bivalvia*, part.N, vol. 1.

- WATERLOT G. (1934). – Bassin Houiller de la Sarre et de la Lorraine : II Faune fossile. Etude de la faune continentale du terrain houiller Sarro-Lorrain. *Etudes des Gîtes Minéraux de la France*. Lille, p.1-317, p. 1.1-XXIV.
- WATERLOT G. (1966). – Les Gigantostacés du Siluro-Dévonien de Liévin. *Mémoires de la Société Géologique du Nord*, t.XIV, p.1-23, pl. I-V.

### Index systématique

Les genres et les espèces présentés dans ce volume sont :

<i>Actinopteria</i> Hall, 1884	p.5	<i>Cyprina morrisoni</i> Sowerby, 1841	p.13
<i>Actinopteria</i> sp.	p.6	<i>Cyprina scutellaria</i> Deshayes, 1856	p.13
<i>Actinopteria triculta</i> (Fuchs, 1919)	p.5	<i>Cyrena cordata</i> Morris, 1854	p.13
<i>Anthracomya minima</i> Ludwig, 1859-60	p.7	<i>Edmondia</i> de Koninck, 1841	p.14
<i>Anthracomya modiolaris</i> Sowerby, 1840	p.7	<i>Edmondia calderoni</i> Barrois, 1882	p.14
<i>Anthracomya phillipsii</i> Williamson, 1836	p.7	<i>Goniophora</i> Phillips, 1848	p.11
<i>Anthracomya prolifera</i> Waterlot, 1934	p.8	<i>Goniophora atrebatensis</i> Leriche, 1912	p.11
<i>Anthracomya prolifera</i> f. <i>juvenis</i> Waterlot, 1934	p.7	<i>Gosseletia</i> Barrois, 1882	p.9
<i>Anthracomya prolifera</i> f. <i>puella</i> Waterlot, 1934	p.8	<i>G. devonica</i> Barrois, 1882, <i>emend.</i> Follmann, 1857	p.9
<i>Anthracomya prolifera</i> f. <i>valida</i> Waterlot, 1934	p.8	<i>Grammysia</i> de Verneuil, 1847	p.14
<i>Anthracomya pulchra</i> Hind, 1895	p.7	<i>Grammysia cingulata</i> (Hisinger, 1840)	p.14
<i>Anthracomya williamsoni</i> Brown, 1849	p.8	<i>Grammysia deornata</i> de Koninck, 1876	p.14
<i>Anthraconaia</i> Trueman & Weir, 1946	p.7	<i>Grammysia lerichei</i> Babin, 1986	p.14
<i>Anthraconaia modiolaris</i> (Sowerby, 1840)	p.7	<i>Grammysia massoni</i> Barrois <i>et al.</i> , 1920	p.14
<i>Anthraconaia prolifera</i> (Waterlot, 1934)	p.7	<i>Gryphaeostrea</i> Conrad, 1865	p.10
<i>Anthraconaia prolifera</i> f. <i>juvenis</i> (Waterlot, 1934)	p.8	<i>Gryphaeostrea eversa</i> (Melleville, 1843)	p.10
<i>Anthraconaia prolifera</i> f. <i>puella</i> (Waterlot, 1934)	p.7	<i>Guilielmites</i> Geinitz, 1858	p.7
<i>Anthraconaia prolifera</i> f. <i>valida</i> (Waterlot, 1934)	p.8	<i>Inoceramus</i> (Sowerby, 1814)	p.6
<i>Anthraconaia pulchra</i> (Hind, 1895)	p.8	<i>Inoceramus digitatus</i> Sowerby 1829	p.6
<i>Anthraconaia williamsoni</i> (Brown, 1849)	p.8	<i>Inoceramus insulensis</i> Decocq, 1874	p.7
<i>Anthraconauta</i> Pruvost, 1930	p.7	<i>Inoceramus involutus</i> Decocq, 1874	p.7
<i>Anthraconauta minima</i> (Ludwig, 1859-60)	p.7	<i>Inoceramus latus</i> (Mantell)	p.6
<i>Anthraconauta phillipsii</i> (Williamson, 1836)	p.7	<i>Inoceramus lezennensis</i> Decocq, 1874	p.6
<i>Anthracosia</i> King, 1856	p.12	<i>Inoceramus mantelli</i> (de Mercey, 1874-77)	p.6
<i>Anthracosia carbonaria</i> (Schlotheim, 1813)	p.12	<i>Leptochondria</i> Bittner, 1891	p.10
<i>Anthracosia bipennis</i> Brown, 1843	p.12	<i>Leptochondria</i> ? <i>dissimilis</i> (Fleming, 1842)	p.10
<i>Arca</i> Linné, 1758	p.10	<i>Leptodomus</i> Mac Coy <i>in</i> Griffith, 1844	p.11
<i>Arca</i> sp.	p.10	<i>Leptodomus morini</i> Leriche, 1912	p.11
<i>Arctica</i> Schumacher, 1817	p.13	<i>Lima buitrage</i> Barrois, 1882	p.6
<i>Arctica morrisoni</i> (Sowerby 1841)	p.13	<i>Liostrea</i> Douvillé, 1904	p.10
<i>Arctica scutellaria</i> (Deshayes, 1856)	p.13	<i>L. (Sinustrea) heteroclita</i> (Defrance <i>in</i> Deshayes, 1832)	p.10
<i>Astarte</i> Sowerby, 1816	p.13	<i>Loxoptychodon</i> Sandberger, 1872	p.13
<i>Astarte macphersoni</i> Barrois, 1882	p.13	<i>Lyrodesma</i> Conrad, 1841	p.11
<i>Astarte subovalis</i> Mallada, 1876	p.14	<i>Lyrodesma securis</i> Tromelin & Lebesconte, 1875	p.11
<i>Aviculopecten</i> Mac Coy, 1851	p.9	<i>Macrodon monreali</i> Barrois, 1882	p.10
<i>Aviculopecten</i> cf. <i>scalaris</i> Sowerby, 1826-1829	p.9	<i>Modiolopsis</i> Hall, 1847	p.10
<i>Aviculopecten simoni</i> Leriche, 1912	p.9	<i>Modiolopsis complanata</i> Sowerby, 1839	p.11
<i>Aviculopecten stellaris</i> Phillips, 1836	p.9	<i>Modiolopsis</i> cf. <i>gradata</i> (Salter, 1848)	p.11
<i>Aviculopecten subconoides</i> Etheridge, 1876	p.9	<i>Modiolopsis nilssonii</i> (Hisinger, 1837)	p.11
<i>Aviculopecten</i> cf. <i>verbecki</i> Fleming, 1828	p.9	<i>Myalina</i> de Koninck, 1842	p.7
<i>Carbonarca</i> Meek & Worthen, 1870	p.10	<i>Myalina carinata</i> (Sowerby, 1836-40)	p.7
<i>Carbonarca</i> ? <i>cortazari</i> Barrois, 1882	p.10	<i>Myalina triangularis</i> Sowerby, 1826-1829	p.6
<i>Carbonicola</i> Mac Coy, 1855	p.12	<i>Naiadites</i> Dawson, 1860	p.8
<i>Carbonicola acuta</i> Sowerby, 1829	p.12	<i>Naiadites carinata</i> Sowerby, 1840	p.8
<i>Carbonicola aquilina</i> Sowerby, 1840	p.13	<i>Naiadites modiolaris</i> Sowerby, 1840	p.8
<i>Carbonicola similis</i> Brown, 1843	p.13	<i>Naiadites quadrata</i> Sowerby, 1840	p.9
<i>Carbonicola turgida</i> Brown, 1843	p.13	<i>Naiadites tarini</i> Barrois, 1882	p.9
<i>Corbicula</i> Mergele von Mühlfeld, 1811	p.13	<i>Nucula anglica</i> d'Orbigny <i>in</i> Mc Coy, 1854	p.5
<i>Corbicula cordata</i> (Morris, 1854)	p.13	<i>Nuculana</i> Link, 1807	p.5
<i>C. (Loxoptychodon) cuneiformis</i> (Sowerby, 1817)	p.13	<i>Nuculana securiformis</i> (Goldfuss, 1834)	p.5
<i>Caestocorbula</i> Vincent, 1910	p.14	<i>Nuculites</i> Conrad, 1841	p.4
<i>Caestocorbula obliquata</i> (Deshayes, 1857)	p.14	<i>Nuculites</i> gr. <i>ellipticus</i> (Maurer, 1866)	p.4
<i>Ctenodonta edmondiiiformis</i> Mac Coy, 1854	p.5	<i>Nuculites</i> cf. <i>lievinensis</i> (Leriche, 1912)	p.4
<i>Ctenodonta halli</i> Barrois, 1882	p.4	<i>Nuculites vaissierei</i> (Leriche, 1912)	p.4
<i>Ctenodonta humenryi</i> Barrois <i>et al.</i> , 1920	p.4	<i>Ostrea heteroclita</i> Defrance <i>in</i> Deshayes, 1832	p.10
<i>Ctenodonta lafonti</i> nomen nov. Barrois <i>et al.</i> , 1920	p.5	<i>Ostrea eversa</i> Melleville, 1843	p.10
<i>Ctenodonta laurenti</i> Leriche, 1912	p.5	<i>Palaeoneilo</i> Hall & Whitfield, 1869	p.4
<i>Ctenodonta pelvyi</i> Leriche, 1912	p.5	<i>Palaeoneilo</i> ? <i>edmondiiiformis</i> (McCoy, 1854)	p.5
<i>Cucullemma lievinensis</i> Leriche, 1912	p.4	<i>Palaeoneilo halli</i> (Barrois, 1882)	p.4
<i>Cucullemma vaissierei</i> Leriche, 1912	p.4	<i>Palaeoneilo humenryi</i> (Barrois <i>et al.</i> , 1920)	p.4

<i>Palaeoneilo? pelyyi</i> (Leriche, 1912)	p.5	<i>"Pseudamussium" fibrillosum</i> Salter, 1864	p.9
<i>Palindonaia</i> Modell, 1950	p.12	<i>Pseudarca</i> Tromelin & Lebesconte, 1875	p.11
<i>Palindonaia wateleti</i> (Deshayes, 1860)	p.12	<i>Pseudarca typa</i> Tromelin & Lebesconte, 1875	p.11
<i>P. wateleti</i> (Deshayes, 1860) var. <i>stapulensis</i> Dubois, 1921	p.12	<i>Pterinea retroflexa</i> (Wahlenberg, 1827)	p.5
<i>Panopea</i> Menard, 1807	p.14	<i>Pterinea sowerbyi</i> (Mac Coy, 1839)	p.6
<i>Panopea remiersis</i> (Melleville, 1843)	p.14	<i>Pterinopecten</i> Hall, 1883	p.9
<i>Parallelodon</i> Meek & Worthen, 1866	p.10	<i>Pterinopecten radiatus</i> (Phillips, 1836)	p.9
<i>Parallelodon monreali</i> (Barrois, 1882)	p.10	<i>Sanguinolites</i> McCoy, 1844	p.14
<i>Pecten dissimilis</i> Fleming, 1842	p.10	<i>Sanguinolites</i> cf. <i>subcarinatus</i> McCoy, 1854	p.14
<i>Permophorus</i> ? Chavan, 1954	p.11	<i>Schizodus</i> de Verneuil & Murchison, 1844	p.12
<i>Permophorus</i> ? <i>virelyi</i> (Barrois et al., 1922)	p.11	<i>Schizodus curtus</i> Meek, 1872	p.12
<i>Phestia</i> Chernyshev, 1951	p.5	<i>Schizodus rubio</i> Barrois, 1882	p.12
<i>Phestia anglica</i> (d'Orbigny in McCoy, 1854)	p.5	<i>Schizodus sulcatus</i> Sowerby, 1836	p.12
<i>Phestia laurenti</i> (Leriche, 1912)	p.5	<i>Simustrea</i> Kyalov, 1936	p.10
<i>Pholadomya</i> Sowerby, 1823	p.14	<i>Sphenoceramus</i> Böhm, 1915	p.6
<i>Pholadomya konincki</i> Myst	p.14	<i>Sphenoceramus digitatus</i> (Sowerby 1829)	p.6
<i>Pleurophorus virelyi</i> Barrois et al., 1920	p.11	<i>Thracia</i> Sowerby, 1823	p.16
<i>Posidonia</i> Brown, 1828	p.6	<i>Thracia flandrica</i> Dubois, 1919	p.16
<i>Posidonia</i> cf. <i>becheri</i> (Bronn, 1828)	p.6	<i>Thracia</i> cf. <i>prestwichi</i> Deshayes, 1856	p.16
<i>Posidonia buitrageo</i> (Barrois, 1882)	p.6	<i>Unio</i> Philipsson, 1788	p.11
<i>Posidonia minor</i> (Brown, 1841)	p.6	<i>Unio wateleti</i> Deshayes, 1860	p.12
<i>Posidoniella minor</i> Brown, 1841	p.6	<i>U. wateleti</i> Deshayes, 1860 var. <i>stapulensis</i> Dubois, 1921	p.12
<i>Posidonomya</i> cf. <i>becheri</i> Bronn, 1828	p.6	<i>Unio dollfusi</i> Leriche, 1901	p.12
<i>Pseudamussium</i> Mörch, 1853	p.10		

Les localités présentées dans ce volume sont :

Angres	Pas-de-Calais	Lievin	Pas-de-Calais
Aniche	Nord	Lille (Porte de Gand)	Nord
Anzin	Nord	Lourches	Nord
Auchy les Mines	Pas-de-Calais	Mosquitera	Asturies, Espagne
Beaufort	Nord	Moulle, près de St Omer	Pas-de-Calais
Blaireville	Pas-de-Calais	Noyon	Oise
Bruay-sur-Escaut	Nord	Onis	Asturies, Espagne
Candas	Asturies, Espagne	Onnaing	Nord
Colline-Beaumont	Pas-de-Calais	Pont de Demues	Asturies, Espagne
Condé-sur-Escaut	Nord	Saint-Aubin-sur-Mer	Pas-de-Calais
Dechy	Nord	Santa Anna	Asturies, Espagne
Differten	Sarre (Allemagne)	Santo Firme	Asturies, Espagne
Dorignies	Nord	Sebarga	Asturies, Espagne
Drocourt	Pas-de-Calais	Sin le Noble	Nord
Emmerin	Nord	Soissons	Aisne
Etrœungt	Nord	Thiers	Nord
Fouquière-lès-Lens	Pas-de-Calais	Vallota	Asturies, Espagne
Göttelborn	Sarre (Allemagne)	Vicoigne	Nord
Guesnain	Nord	Vicq	Nord
La Bouëxière	Ille-et-Vilaine	Vieux-Condé	Nord
Lens	Pas-de-Calais	Villayana	Asturies, Espagne
L'Escarpelle	Pas-de-Calais	Watten	Nord
Lezennes-lez-Lille	Nord	Waziers	Nord

## SUBSILOG, A "C" PROGRAM FOR DECOMPACTION AND SUBSIDENCE COMPUTATION. APPLICATION TO THE NEW ZEALAND FOREARC BASIN

### SUBSILOG, un programme "C" de décompaction et de calcul de subsidence. Application au domaine d'avant arc de nouvelle-zélande

Par Michel DUBOIS(\*), Christophe BURET(\*\*) and Frank CHANIER (\*)

*Abstract.* — The SUBSILOG program provides a simple and useful tool for geologists interested in the compaction history of sedimentary basins. The SUBSILOG program decompacts a sedimentary column using a "backstripping" method and correct for the isostatic adjustment of the basement in response to sedimentary loading. This program allows for the quantitative study of the burial history in a sedimentary basin and it computes tectonic subsidence. Results can be stored in Tab-Text-Files that can be accessed with spreadsheet or word processor software. The SUBSILOG program was applied to study the subsidence of the forearc basin of New Zealand. Two main periods of margin evolution are interpreted for the Neogene: i) tectonic erosion of the margin during the late Miocene, and ii) compressional episodes during the Plio-Pleistocene.

*Résumé.* — Le programme SUBSILOG, écrit en langage C, est un outil simple et utile pour les calculs de décompaction dans les bassins sédimentaires. Le programme peut décompacter des colonnes sédimentaires en utilisant la méthode de "backstripping". Le réajustement isostasique du socle induit par la charge de la colonne peut être calculé. Le programme permet une étude quantitative de l'histoire de l'enfouissement d'un bassin et calcule la part de la subsidence tectonique. Les résultats peuvent être enregistrés dans un fichier texte pouvant être récupéré par un tableur ou un éditeur de texte. Le programme a été appliqué à l'étude de la subsidence du bassin d'avant arc de Nouvelle-Zélande. Deux périodes ont ainsi été mises en évidence: une période d'érosion tectonique de la marge durant le Miocène supérieur et une période de reprise de la compression durant le Plio-Pleistocène.

#### I. — INTRODUCTION

A lithostratigraphic column shows the net thicknesses and percentages of different lithological units resulting from various episodes of deposition. Sedimentological logs can be constructed using stratigraphic data from petroleum exploration drillholes or geological sections. However the present thicknesses of the units do not correspond to their initial thickness just after deposition. Indeed, during burial, sediments compact by mechanical and chemical processes (rearrangement of grains, strain, pressure solution...) (Einsele, 1992). One major problem in sedimentary basin studies is to reconstruct original sediment thicknesses in order to quantify past sedimentation rates and vertical movements of the basement.

Thick sediment accumulations are one of the consequences of crustal subsidence. Subsidence can result from three factors: sediment compaction, sediment loading and thermo-tectonic subsidence. However the lithosphere

reacts to a sedimentary accumulation by vertical movements. Two types of models have been proposed to describe the lithospheric behavior: The Local model (so-called "Airy type model") in which the lithospheric response occurs at a local scale and models considering the flexural response of the lithosphere.

The purpose of the "backstripping" method (Steckler and Watts, 1978) is to compute and remove the effects of compaction, sediment loading and sea level changes. The simplest way to account for changes in sediment and water loading is the assumption of local Airy-type isostatic adjustment.

The SUBSILOG program (C language) was developed in order to decompact sedimentary columns. Using physical properties of rocks (surface porosity and compaction factor), the original layer thicknesses are computed at each step of deposition. The isostatic adjustment can also be determined in order to estimate tectonic subsidence.

---

(\*) "Sédimentologie et Géodynamique", CNRS, Université de Lille I, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex (FRANCE).  
Michel.Dubois@univ-lille1.fr ; Frank.Chanier@univ-lille1.fr

(\*\*) UPJV, Département de Géologie, 80039 Amiens Cedex (FRANCE). Christophe.Buret@sc.u-picardie.fr

## II. — MAIN EQUATIONS FOR DECOMPACTION OF SEDIMENTARY LAYERS

As progressive burial expels pore fluids, the sediment thickness and porosity decrease. The compaction rate depends mainly on the rock composition, the thickness of the overlying sediments and the differential stress. Whereas chemical processes are also of importance, further consideration will not take them into account.

For rocks submitted to lithostatic pressure, the porosity ( $f$ ) is related to the depth of burial by the commonly assumed equation (Ruby and Hubbert, 1960):

$$f = f_0 e^{-cZ} \quad (1)$$

where  $f_0$  is the surface porosity and  $c$  is a compaction coefficient depending on the rock composition. Values of  $f_0$  and  $c$  for some common sedimentary rocks are listed in Table I.

A sedimentary layer can be described by its present top and bottom depths (respectively  $z_1$  and  $z_2$ , fig.1). The calculated top and bottom depths ( $z'_1$  and  $z'_2$ ) after decompaction given by the relation:

$$z'_2 - z'_1 = z_2 - z_1 - \frac{f_0}{c} [e^{-cz_2} - e^{-cz_1}] + \frac{f_0}{c} [e^{-cz'_1} - e^{-cz'_2}] \quad (2)$$

A sedimentary column composed of  $n$  layers will be decompacted in  $n$  successive steps by removing the upper layer of the column. The basement depth  $Y$  can also be determined by using the equation (3) (fig. 1):

$$Y = S + \Delta N + \Delta SL \quad (3)$$

where  $S$  is the total thickness of the column,  $\Delta N$  is the sea water depth at the time of deposition (paleobathymetry) and  $\Delta SL$  is the variation of the marine zero at the time of deposition relative to the present sea level ("Delta Sea Level").

## III. — SUBSIDENCE COMPUTATION

The basement reaction to sediment loading depends essentially on compaction, the thickness of the sedimentary column and water depth. Following Steckler and Watts (1978) and Sclater and Christie (1980), the water loaded basement subsidence (Airy-type or local model) is given by the relation :

$$Y' = S \left[ \frac{\rho_m - \bar{\rho}}{\rho_m - \rho_w} \right] + \Delta N + \Delta SL \left[ \frac{\rho_m}{\rho_m - \rho_w} \right] \quad (4)$$

where  $\rho_m$ ,  $\rho_w$  are respectively the mantle and water densities (Table I) and  $\bar{\rho}$  is the mean density of the sediment.

The mean density of a sedimentary column is given by :

$$\bar{\rho} = \frac{1}{S} \sum_i [f_i \rho_w + (1 - f_i) \rho_i] \Delta z_i \quad (5)$$

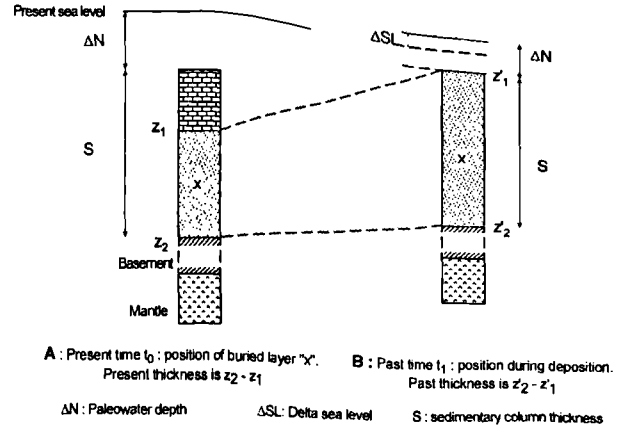


Fig. 1. — Geometrical considerations on column decompaction. A : present position of a given layer  $x$ . B : position of the same layer during deposition

Fig. 1. — Données géométriques de la décompaction. A : position actuelle d'une couche donnée  $x$ . B : position durant son dépôt.

where  $\rho_i$  is the sediment grain density of the layer  $i$ . Densities for common sedimentary rocks are listed in Table I.  $f_i$  is the porosity of layer  $i$  and is obtained from surface porosity using the relation :

$$f = \frac{f_0}{c} \frac{e^{-cz_2} - e^{-cz_1}}{z'_2 - z'_1} \quad (6)$$

## IV. — THE SUBSILOG PROGRAM

The SUBSILOG code has been programmed in Think C environment from SYMANTEC (version 6.0) for Macintosh microcomputers. The program was developed on a Power Macintosh 7200 using system 7.5.3.

	$c$	$f_0$	$\rho$ g.cm <sup>-3</sup>
Sandstone	0.27	0.49	2.65
Shale	0.51	0.63	2.72
Limestones	0.70	0.71	2.71
Shale/sand	0.39	0.56	2.68
Conglomerates*	1.00	0.00	2.65
Sea Water	/	/	1.03
Mantle	/	/	3.33

Table I. — Petrophysical properties of various common sedimentary rocks, water and mantle (Scalter and Christie, 1980).

\* The parameters  $c$  and  $f_0$  for conglomerates were chosen to permit calculation of the porosity ( $c \neq 0$ ).

Tabl. I. — Propriétés petrophysiques des principales roches sédimentaires, de l'eau et du manteau (Scalter et Christie, 1980).

\* Les paramètres  $c$  et  $f_0$  pour les conglomérats ont été choisis de façon à permettre le calcul de la porosité ( $c \neq 0$ )

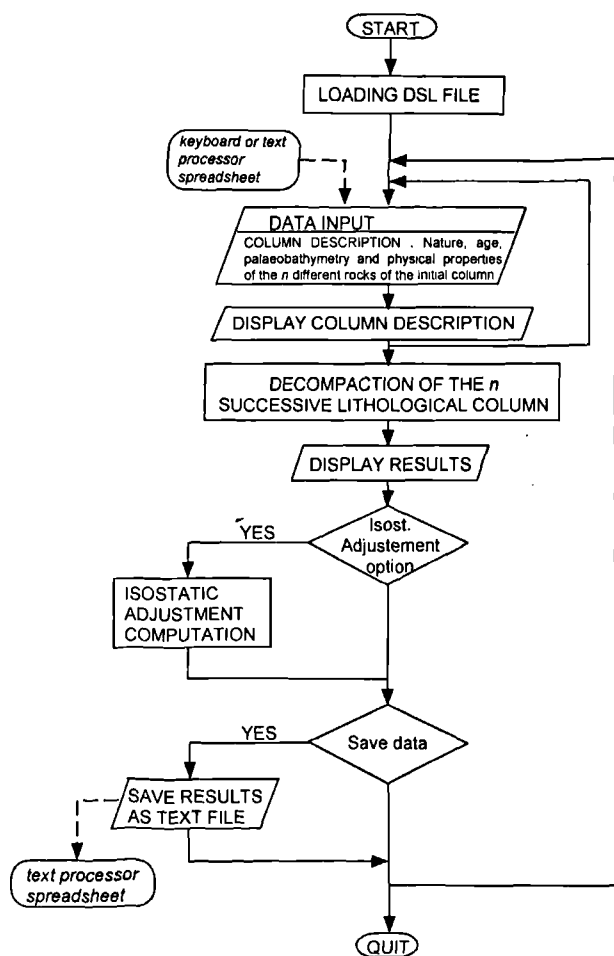


Fig. 2. — Structure of SUBSILOG program.

Fig. 2. — Structure du programme SUBSILOG.

A flowchart of the SUBSILOG program is given in figure 2. It includes three successive steps. In the first step the user inputs data about the studied sedimentary column. First, an option which allows to compute the isostatic readjustment is proposed. The data input set includes the number  $n$  of successive different lithologies, the rock nature of the  $n$  successive layers, the age and the assumed water depth at the time of deposition. Five standard rock types are proposed (sandstone, mudstone, limestone, siltstone, conglomerate) and their related physical properties ( $f_0$ ,  $c$  and  $\rho$ ) (Sclater and Christie, 1980) (Table I). However new rock types can be defined by the user in this case,  $f_0$ ,  $c$  and  $\rho$  have to be provided by the keyboard. Data input can also be read from a standard text file previously created; a table with the required format is provided by the program when this option is selected. At the end of the data input step, the user has the possibility to go back if errors are detected.

The second step is the computation of decompaction. The initial lithological column is decompacted in  $n$  steps by removing successively the upper layer. The thickness of each remaining layer is computed using equations (1) to (3). Equation (2) is solved using a simple convergence algorithm. The procedure iterates until the last layer have been decompacted. Basement depth at each step is computed by

adding the column thickness and the previously introduced bathymetry at the stage of deposition. A correction due to sea level changes with time ( $\Delta SL$ ) is also taken into account.  $\Delta SL$  is calculated by simple interpolation of the data of Haq *et al.* (1988), loaded from a text file (DSL file) at the beginning of the program.

The last step is the input/output procedures. All the results are compiled in an array. If the isostatic adjustment option is chosen, the basement depth including plate response is displayed. The results can be stored in a text file compatible with any spreadsheet software. The best solution is to export the data to the Microsoft Excel™ software in order to print the results and to draw time-depth diagrams.

Most studies of subsidence calculation are performed on oil well data where thicknesses, ages and paleobathymetries are well known. The users of this program must be careful in the choice of the sedimentary columns: the logs or the sections must be as complete as possible and must not contain too large time gaps (erosional episodes, lack of deposition...). Note also that the  $\Delta SL$  correction is only calculated for the last 17.8 My. Corrections for earlier times can be introduced by the user by adding new data in the DSL file.

## V. — APPLICATION TO THE FOREARC DOMAIN OF NEW-ZEALAND

The burial history of Neogene sedimentary basins was studied in the forearc domain of the active margin of New Zealand (Buret, 1996) (Figure 3). Most decompaction studies have been performed on passive tectonic margins (Steckler and Watts, 1978 ; Sclater and Christie, 1980 ; Bond and Kominz, 1984 ; Thorne and Watts, 1989) but some tries have been also attempted on active margins (Clifton *et al.*, 1988; Wells, 1989a; Clift *et al.*, 1994). Isostatic adjustment was not taken into account because the geodynamical context is not suitable. We followed here the procedures of Wells (1989a) to establish the curves showing the basement burial history.

Sections have been studied (transects) along the margin to determine the lithology and the thickness of the formations. Sedimentary studies (facies analysis, foraminifera associations) were undertaken to determine the paleowater depths and the age of the different formations.

On the western edge of the forearc (e.g. lake Waikaremoana, fig. 3 and fig. 4), Neogene sedimentation started during the early Miocene (about 18 Ma) with shallow water shelfal bioclastic sandstones (fig. 4). Middle Miocene is characterized by the sedimentation of turbidite systems in deep water environment, 600 to 1000 m deep according to foraminifera determinations. The late Miocene is then dominated by deposition of deep water massive silstones (water depth over 1000 m). Paleowater depth at about 8 Ma was determined using only facies analysis (lack of preserved foraminifera associations). However, the depositional environment of this particular sandstone facies is not well constrained. This yields in an apparent relative uplift which has to be confirmed. During the Mio-Pliocene transition, an important decrease in paleowater depth is evidenced by drastic lithological changes with deposition of shallow water bioclastic limestones and silts in a shelfal environment (from 200 to 400 m water depth). This decrease of paleowater depth, evidenced by facies changes, is also often outlined by a slight

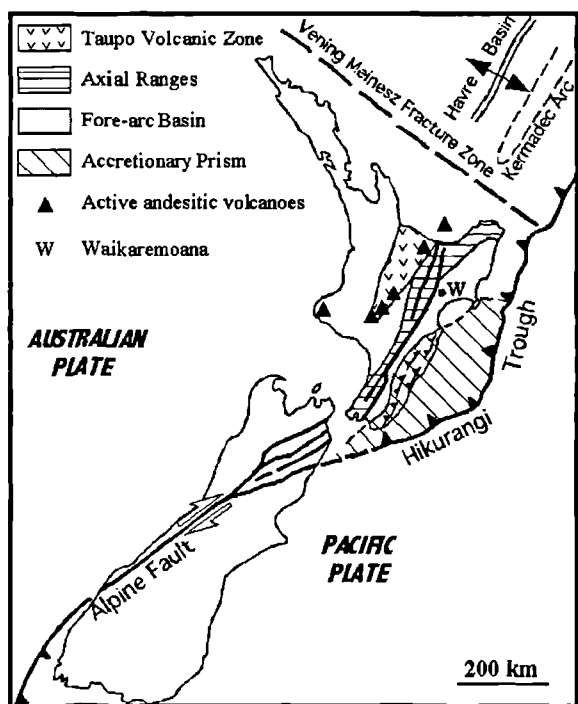


Fig. 3. — Sketch geological map of New Zealand showing the positions of the main morphostructural units of the Hikurangi subduction zone (Chanier *et al.*, 1999).

Fig. 3. — Carte géologique de la Nouvelle-Zélande et grands ensembles morphostructuraux de la subduction Hikurangi (Chanier *et al.*, 1999).

angular unconformity (5-10°) which marks the transition between two main periods in the active margin Neogene evolution.

The SUBSILOG program was used to investigate the subsidence rate of the basement (Buret, 1996). Eleven units have been defined according to their lithological characteristics. The study of the physical properties of fine grain rocks of the New Zealand (Wells, 1989b) shows good agreement with the parameters used for decompaction estimates by Sclater and Christie (1980).

The curve of varying basement depth with age (fig. 5) is presented, as well as numerical results provided by the SUBSILOG program (Table II). This curve shows two main periods of Neogene forearc evolution in terms of vertical crustal movements. With the exception of the depth at about 8 Ma (discussed above), a major subsidence (0.2 to 0.9 mm/year) over the whole domain during the Miocene gives rise to a rapid uplift (about 0.8 mm/year) at the Miocene - Pliocene boundary, between 6 and 4 Ma (Fig. 5). This period is followed by a brief period of subsidence before renewal of uplift during the recent compressional episode still active (1.5 - 0 Ma). This last episode is responsible for the recent emersion of a large part of the forearc domain.

Results obtained from the use of the SUBSILOG program leads to the recognition of two periods in the margin evolution during the Neogene :

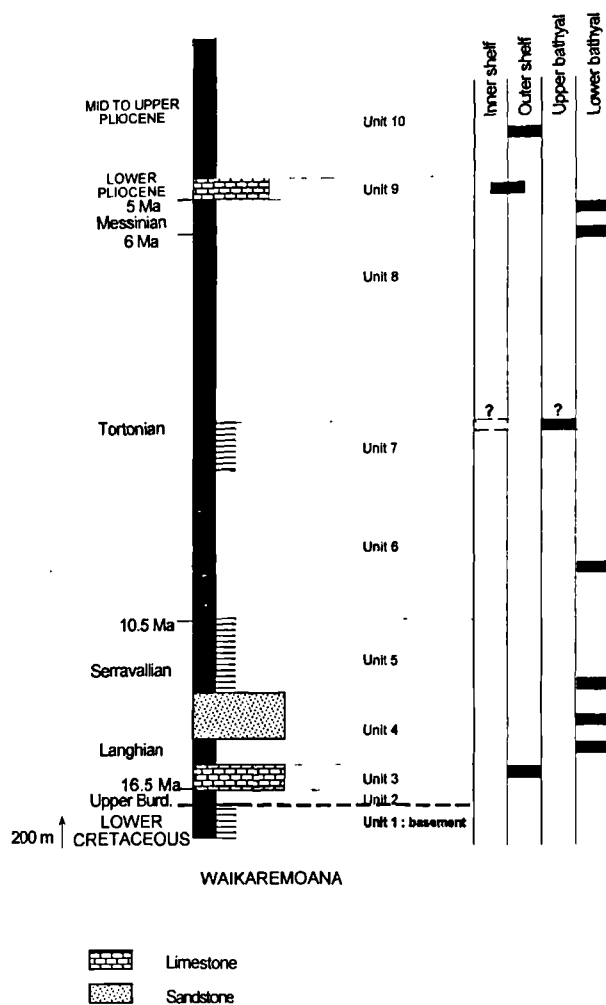


Fig. 4. — Description of the lithological sequence of the Waikaremoana sedimentary series, western side of the forearc domain (New Zealand). Each unit represents an homogeneous rock group relative to the physical properties and deposition conditions (obtained by facies analysis and microfauna). This column description was introduced as data input in the SUBSILOG program.

Fig. 4. — Colonne lithostratigraphique de Waikaremoana, secteur occidental du domaine d'avant-arc (Nouvelle-Zélande). Chaque unité représente une lithologie homogène concernant les propriétés physiques et les environnements de dépôt (obtenus par analyses des faciès ou par la microfaune). Cette colonne a été traitée par le programme SUBSILOG.

1) the first one corresponds to a subsiding domain related to a period of tectonic erosion (Chanier *et al.*, 1992). Such tectonic erosion processes are known in many active margins as in Japan or Peru (Lallemand *et al.*, 1990, von Huene and Lallemand, 1990)

2) a second period which is characterized by the individualization since the Pliocene of a forearc basin between the frontal arc and the accretionary prism. In New Zealand, contrary to the Tobago forearc basin described behind Barbados accretionary prism (Speed *et al.*, 1989), this period is characterized by an important uplift of the forearc domain.



Lithology	fo	c	0	3.50	4.80	5.00	8.00	8.10	10.40	11.50	15.20
Siltstone	0.56	0.39	0.200								
Siltstone	0.56	0.39	0.640	0.682							
Limestone	0.71	0.70	0.020	0.022	0.041						
Siltstone	0.56	0.39	1.440	1.477	1.677	1.693					
Sandstone	0.49	0.27	0.025	0.025	0.027	0.027	0.036				
Siltstone	0.56	0.39	1.335	1.348	1.407	1.410	1.819	1.833			
Siltstone	0.56	0.39	0.440	0.443	0.454	0.454	0.512	0.513	0.750		
Sandstone	0.49	0.27	0.300	0.302	0.308	0.308	0.337	0.337	0.408	0.469	
Limestone	0.71	0.70	0.040	0.040	0.041	0.041	0.043	0.043	0.056	0.077	0.121
Thickness			4.440	4.338	3.954	3.933	2.746	2.727	1.214	0.546	0.121
Paleobathy.				0.200	0.200	1.000	0.600	1.000	1.000	0.600	0.400
Basem. Depth				4.559	4.072	4.872	3.320	3.697	2.213	1.061	0.469

Table. — II: Numerical results provided by the SUBSILOG program (Output file)

Tabl. II. — Résultats numériques présentés par le program SUBSILOG (fichier de sortie)

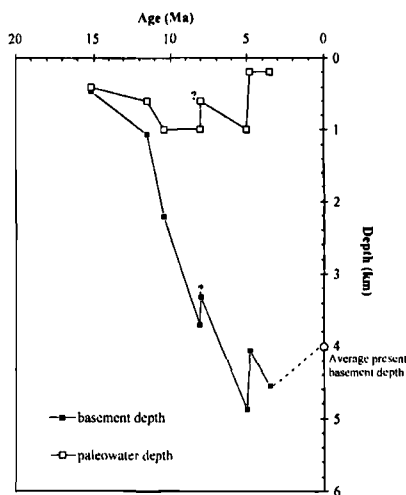


Fig. 5. — Time-Baseament depth diagram showing the evolution of the subsidence of the substratum and palaeowater depths during Cenozoic (see text for explanation of doubtful paleowater depth and consequent basement depth at 8 Ma).

Fig. 5. — Diagramme profondeur/temps de l'enfouissement du substratum et des paléotranchees d'eau durant le Cénozoïque (voir le texte pour l'explication sur l'incertitude sur la paleoprofondeur d'eau et donc sur la profondeur du soubassement à 8 Ma).

The formation of the forearc basin is associated with compressional deformation of the active margin (with eventually an oblique component), probably related to the subduction of an asperity (6-4 Ma period) or to the growth of an accretionary prism (during the last 1.5 Ma).

## VI. — CONCLUSIONS

The SUBSILOG program allows computations of deposition sediment thicknesses and estimation of the subsidence rates. It also provides some improvements to the Steckler and Watts method proposing graphic representations (curves of basement depth versus age). The SUBSILOG program was applied to the tectonic evolution of the New-Zealand forearc basin and allowed the recognition of two major margin evolution periods.

Acknowledgements. - The SUBSILOG program is available on the web site <http://www.univ-lille1.fr/geosciences>. The authors thank Jacky Ferrière for critical reading of the manuscript. Jean-Luc Potdevin is also thanked for his improvement of the first version of the text.

## BIBLIOGRAPHY

- BOND G. C. and KOMINZ M. A. (1984). — Construction of tectonic subsidence curves for the early Paleozoic miogeocline, southern Canadian Rocky Mountains : Implications for subsidence mechanisms, age of breakup, and crustal thinning. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 95, pp. 155-173.
- BRUNET M. F. (1989). — Méthode d'étude quantitative de la subsidence. *Dynamique et méthodes d'étude des bassins sédimentaires*, Technip, pp. 87-98.
- BURET C. (1996). — Les bassins sédimentaires d'un domaine avant-arc : la marge active de Nouvelle - Zélande. Thèse d'Université, Lille I, 371 p.
- CHANIER F., FERRIERE J. and ANGELIER J. (1992). — Extension et Erosion tectonique dans un prisme d'accrétion : l'exemple du Prisme Hikurangi (Nouvelle-Zélande). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 315 (série II), pp. 741-747.
- CHANIER F., FERRIERE J. and ANGELIER J. (1999). — Extensional deformation across an active margin, relations with subsidence, uplift and rotations: The Hikurangi subduction, New Zealand. *Tectonics*, 18, pp. 862-876.
- CLIFT P.D., BEDNARZ U., BOE R., ROTHWELL R.G., HODKINSON R.A., LEDBETTER J.K., PRATT C.E. and SOAKAI S. (1994). — Sedimentation on the Tonga Forearc Related to Arc Rifting, Subduction Erosion, and Ridge Collision : a Synthesis of Results from Sites 840 and 841. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. 135, pp. 843-855.

- CLIFTON H. E., HUNTER R. E. and GARDNER J. V. (1988). — Analysis of Eustatic, Tectonic, and Sedimentologic Influences on Transgressive and Regressive Cycles in the Upper Cenozoic Merced Formation, San Francisco, California. In: *New perspectives in Basin Analysis*. Springer-Verlag, pp. 109-127.
- EINSELE G. (1992). — Sedimentary Basins. Evolution, Facies and Sediment Budget. *Springer-Verlag*, 628 p.
- HAQ B.U., HARDENBOL J. and VAIL P.R. (1988). — Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. *Soc. Econ. Pal. Min.*, 42, pp. 71-108.
- LALLEMAND S., COLLOT J.Y., PELLETIER B., RANGIN C. and CADET J.P. (1990). — Impact of oceanic asperities on the tectogenesis of modern convergent margins. *Oceanologica Acta*, 10, pp. 17-30.
- RUBY W.W. and HUBBERT M.K. (1960). — Role of fluid pressure in mechanics overthrust faulting, II, Overthrust belt in geosynclinal area western Wyoming in light of fluid-pressure hypothesis. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 60, pp. 167-205.
- SCLATER J. G. and CHRISTIE P. A. F. (1980). — Continental stretching : an explanation of the post-mid cretaceous subsidence of the central north sea basin. *J. Geophys. Res.*, 85 (B7), pp. 3711-3739.
- SPEED R., TORRINI R. J. and SMITH P. L. (1989). — Tectonic Evolution of the Tobago Trough Forearc Basin. *J. Geophys. Res.*, 94 (B3), pp. 2913-2936.
- STECKLER M.S. and WATTS A.B. (1978). — Subsidence of the Atlantic-type continental margin off New-York. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 41, pp. 1-13.
- SYMANTEC (1991) - Think C™. The professional's choice. *Standard libraries reference. Symaniec corporation*, 340 p.
- THORNE J.A. and WATTS A.B. (1989). — Quantitative analysis of north sea subsidence. *Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, 73, pp. 88-116.
- VON HUENE R. and LALLEMAND S. (1990). — Tectonic erosion along the Japan and Peru convergent margins. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 102, pp. 704-720.
- WELLS P. (1989a). — Burial history of Late Neogene sedimentary basins on part of the New Zealand convergent plate margin. *Basin Research*, 2, pp. 145-160.
- WELLS P. (1989b). — Late neogene vertical tectonic movements in western Wairarapa, New Zealand. *PhD thesis*, Victoria University of Wellington, New Zealand.

**COMMENTS ON THE CRITICISMS OF COQUEL AND ABDESSELAM-ROUIGHI (1999)  
TO THE PAPER OF LOBOZIAK *et al.* (1998)**

**Commentaires sur les critiques de Coquel et Abdesselam-Rouighi (1999)  
à propos de la note de Loboziak *et al.* (1998)**

by Stanislas LOBOZIAK(\*), José Henrique G. MELO(\*\*) et Maurice STREEL(\*\*\*)

In a recent issue of *Rev. Palaeobot. Palynol.*, we (Loboziak *et al.*, 1998) reviewed and updated the miospore stratigraphy of the Viséan Faro Formation of the Amazon Basin, northern Brazil, based on the recognition of palynofloras with mixed Gondwanan and Western European affinities. We concluded, amongst other relevant issues, that early to "middle" Viséan strata are either missing or highly condensed in northern Brazil, and that a similar situation may occur in North Africa and adjacent regions where similar miospore successions are also recorded. In this context, Loboziak *et al.* (1998) pointed out to the contradictory age implications of Algerian Sahara faunal data presented by Lanzoni and Magloire (1969) to support their palynological datings and biozonation of the Lower Carboniferous of the Grand Erg occidental.

Loboziak *et al.*'s (1998) remarks on the age and faunal controls of Tournaisian-Viséan palynozones of Lanzoni and Magloire (1969) were severely criticized in a recent work by Coquel and Abdesselam-Rouighi (1999). In this paper, which concerns the Early Carboniferous Timimoun Formation of the western Algerian Sahara, the authors claim that Loboziak *et al.*'s (1998) arguments lack scientific rigor and are even inexact. They state that we have ignored relevant faunal papers concerning the Algerian Lower Carboniferous, that different goniatite faunas from Lanzoni and Magloire's palynozones M4 and M5 have been indistinctly treated by us as a single one, and that other published faunal data from the older North African literature have been uncritically handled to support our age arguments.

An exhaustive review of published faunal data pertinent to the Viséan of North Africa was obviously beyond the main scope of Loboziak *et al.*'s (1998) work. Due to its concise nature our paper focused primarily on Viséan miospore successions of the Amazon Basin and their comparison with Viséan palynozonal schemes of Algeria and Libya. In this

respect Lanzoni and Magloire's (1969) palynological results for the Tournaisian and Viséan of the Grand Erg occidental are critical because they had provided a major basis for R.F. Daemon's earlier palynozonal scheme, which was extensively used by Petrobras in northern Brazilian basins during the 70's. For this reason, only the main faunal data used by Lanzoni and Magloire (1969) to support their proposed datings were briefly discussed in our paper.

Contrary to the statement of Coquel and Abdesselam-Rouighi (1999, p. 132) the Algerian faunal studies carried out by the Caen team did not pass unnoticed to us during preparation of the Loboziak *et al.* (1998) paper. In fact, while writing the early version of the manuscript we had managed to develop a quite extensive critical treatment of published faunal data pertinent to the Tournaisian and Viséan of Algeria and Libya, including papers by J. Conrad, M. Weyant, M. Lys, Y. Lemosquet and C. Pareyn, among others. However, because this resulted in a too voluminous piece of work we later decided to split our initial manuscript into two distinct, mutually complementary papers: an abridged one, published in *Rev. Palaeobot. Palynol.* and focusing mainly on Amazon Basin data (Loboziak *et al.*, 1998), and a more extensive paper which integrates Brazilian and North African data, and in which the North African faunal controls are discussed at greater depth (Loboziak *et al.*, in press, submitted on 8 August 1998 to *Bull. Centre Rech. Elf Expl. Prod.*). The second paper was planned to appear in 1999 (*i.e.*, in the 1998 issue of that journal: vol. 22, nr. 2). Unfortunately, however, due to unexpected editorial delays it has failed to be published thus far. In their chapters 2 and 3 Loboziak *et al.* (in press) critically review published faunal data concerning the Viséan of Algerian basins, respectively under the following headings: "Lower Carboniferous faunal controls in some Algerian Saharan basins: brief comments", and "Reinterpreted faunal successions in Lanzoni and Magloire's zonal reference sections".

(\*) U.S.T.L., UPRESA 8014 du CNRS, Earth Sciences, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

(\*\*) Petrobras/Cenpes/Divex/Sebipe, Cid. Univ., I. Fundão, 21949-900 Rio de Janeiro, RJ, Brazil

(\*\*\*) University of Liège, Paleontology, B18, Sart-Tilman, B-4000 Liège 1, Belgium

Concerning the other two “overlooked” papers pointed out by Coquel and Abdesselam-Rouighi (Mamet *et al.*, 1994 and Bourque *et al.*, 1995), the former is a foraminiferal review which does not contradict our proposed datings. On its turn, the paper by Bourque *et al.* (1995) is strictly sedimentological and, contrary to Coquel and Abdesselam-Rouighi’s (1999, p. 131) statement, presents no original biostratigraphic data. It rather repeats Mamet *et al.*’s (1994, fig. 2) generalized stratigraphic section for the Paleozoic of Grand Erg occidental, which shows late Viséan sections resting unconformably on Devonian siliciclastics.

In view of the above exposed facts, Coquel and Abdesselam-Rouighi’s (1999) assumption that Loboziak *et al.* (1998) based their research only on “very selective” bibliography from which recent works have been excluded is evidently wrong. Furthermore, reinterpretations of published faunal data from the Western Algerian Sahara, not supported by any inspection of the respective fossil collections, also provide the main basis for important age inferences by Coquel and Abdesselam-Rouighi (1999). For this reason, the scientific rigor and accuracy of their own faunal arguments are at best comparable to those presented by Loboziak *et al.* (1998).

Some other criticisms of Coquel and Abdesselam-Rouighi (1999) to our paper also seem unjustified to us. Already in their Abstract (p. 129) these authors convey the misconception that Loboziak *et al.* (1998) supported a late Tournaisian age for Lanzoni and Magloire’s palynozone M4 of the Grand Erg occidental, Algerian Sahara. On the contrary, we clearly stated (Loboziak *et al.*, 1998, p. 150) that reinterpreted foraminiferal data from zone M4 in well Ut-2 exclude any age assignment older than “middle” Viséan (i.e., not older than Holkerian,

early late Viséan, after Loboziak *et al.*, in press). Accordingly, in our conclusions (p. 153) we proposed that “early to middle Viséan strata may be missing over much of North Africa and the Middle East, as they are apparently in northern Brazilian basins.” We do maintain here our viewpoint (p. 150) that Lanzoni and Magloire’s (1969, p. 450) faunal data supporting the alleged early Viséan age of zone M4 in Timimoun and Bahmer core-drills are contradictory at face value. Indeed, the listed ammonoids (some species of *Muensteroceras* and *Nautellipsites hibernicus* - now *Dzhaprakoceras hibernicum*), if correctly identified, are suggestive of the Tournaisian-Viséan transition (FA ammonoid Zone), whereas the bivalve *Posidonia cf. becheri* rather points out to the late Viséan (N. Riley, personal communication, June 1997). As admitted by Loboziak *et al.* (in press) and Coquel and Abdesselam-Rouighi (1999) the ammonoids come from a sedimentary section of very reduced thickness which also includes regional equivalents of the well-known “Dalle des Iridet” or “Dalle à *Merocanites*”. These are widespread, highly condensed marine beds of latest Tournaisian - early Viséan age which intervene between the Tournaisian and late Viséan sequences of several Western Algerian Sahara basins. In the Grand Erg occidental, according to Loboziak *et al.* (in press), this distinctive condensed interval apparently comprises the M3/M4 zonal transition of Lanzoni and Magloire (1969).

Of course we agree with Coquel and Abdesselam-Rouighi’s (1999, p. 133) conclusion that published faunal data, if cautiously used, provide useful age indications for Lower Carboniferous sequences of the Western Algerian Sahara. On the other hand, we still maintain our viewpoint (Loboziak *et al.*, in press) that the apparent problem of disparate faunal - miospore ranges in the North African Carboniferous literature will not be solved until more detailed taxonomic and stratigraphic revisions are carried out.

## BIBLIOGRAPHY

- BOURQUE, P. A., MADI, A. et MAMET, B. (1995). — Waulsortian-type bioherm development and response to sea-level fluctuations: upper Viséan of Béchar Basin, Western Algeria. *Jour. Sed. Res.*, vol. B65 (1), p. 80-95.
- COQUEL, R. et ABDESSELAM-ROUIGHI, F. (1999). — Carbonifère inférieur du Sahara occidental algérien: la formation de Timimoun. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. 7 (2<sup>ème</sup> série), p. 129-134.
- LANZONI, E. et MAGLOIRE, L. (1969). — Associations palynologiques et leurs applications stratigraphiques dans le Dévonien supérieur et Carbonifère inférieur du Grand Erg occidental (Sahara algérien). *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, vol. 24 (4), p. 441-469.
- LOBOZIAK, S., MELO, J.H.G. et STREEL, M. (1998). — Reassessment of Viséan miospore biostratigraphy in the Amazon Basin, northern Brazil. *Rev. of Palaeobot. and Palynol.*, vol. 104, p. 143-155.
- LOBOZIAK, S., MELO, J.H.G. et STREEL, M. (in press). — Latest Devonian and Early Carboniferous palynostratigraphy of northern Brazil and North Africa: a proposed integration of Western European and Gondwanan miospore biozonations. *Bull. Centre Rech. Elf Expl. Prod.*, vol. 22 (2) (1998).
- MAMET, B., MADI, A., BOURQUE, P.A. et SEBBAR, A. (1994). — Foraminifères carbonifères du Grand Erg occidental, bassin de Béchar, Algérie. *Bull. Soc. belg. Géol.*, vol. 103 (1-2), p. 51-61.

## APPORT DE L'ANALYSE DES DONNEES DE FORAGES A LA CONNAISSANCE DES ZONES PRODUCTIVES DE L'AQUIFERE CRETACE DU BASSIN D'ESSAOUIRA (MAROC).

**Contribution of the analysis data of drillings to knowledge the productive zones  
of cretaceous aquifer of Essaouira basin (Morocco).**

par Lahoucine HANICH (\*), Norbert CRAMPON (\*\*) et Jean Pierre COLBEAUX (\*\*\*).

*Résumé.* — L'aquifère du Crétacé du bassin d'Essaouira constitue un système multicouche fracturé et karstifié. C'est un milieu hétérogène où la distribution des zones perméables, aussi bien verticalement qu'horizontalement, dépend d'une manière complexe de la lithologie, de la fracturation et de la karstification.

Afin d'optimiser l'implantation des ouvrages d'alimentation en eau et maîtriser le coût des campagnes de forages, étant donné le taux d'échec important rencontré dans de tels aquifères, l'utilisation des données de sondages de reconnaissance peut constituer une méthode intéressante et peu onéreuse pour l'identification du réservoir.

L'analyse des données de 70 sondages implantés dans la région de Meskala, fait apparaître des zones basses productives et des zones hautes sèches, qui sont étroitement liées à l'organisation structurale de l'aquifère. Pour que la productivité d'un ouvrage d'alimentation en eau soit suffisante, il faut que sa profondeur soit située entre 30 et 180 mètres.

*Abstract.* — *The Cretaceous aquifer of the Essaouira basin constitutes a multi-layer system, fractured and karstified. It is an heterogeneous medium where the distribution of the permeable zones, vertically and horizontally, depends in a complex manner on lithology, fracturation and karstification. In order to optimize the implantation of supply water wells and to control the cost of the drilling campaigns, wich is directly linked to an important number of unproductive ones, the use of the data boreholes can constitute an interesting method and not very expensive for the identification of the reservoir. The analysis of the data of 70 surveys established in the area of Meskala, reveals productive low zones and dry high zones, which are closely related to the structural organization of the aquifer. So that the productivity of a well of supply water is sufficient, it is necessary that its depth is located between 30 and 180 meters.*

### I. — INTRODUCTION

L'aquifère du Crétacé du bassin d'Essaouira constitue un système multicouche. Il regroupe les calcaires dolomitiques et dolomies du Sénonien, les calcaires fissurés et karstifiés du Turonien et les calcaires lumachelliques et marnes du Cénomani. La base de ce système est formée par les calcaires dolomitiques massifs du Vraconien (Duffaud, 1960 ; Ambroggi, 1963 ; Souid, 1983).

Les indices de dissolution en surface (lapiaz) et en profondeur (vides marqués par les pertes de boue rencontrées lors de la réalisation de forages) soulignent la présence de karst, qui s'ajoute à une fracturation intense de l'aquifère. Ces

considérations et la variabilité des paramètres physiques de l'aquifère (Transmissivité, débit des captages...), témoignent d'un milieu extrêmement hétérogène où la distribution des zones perméables dépend d'une manière complexe de la lithologie, de la fracturation et de la karstification.

Lorsque l'on veut mettre en exploitation de tels aquifères, l'une des difficultés fondamentales est de localiser les zones capables de produire de l'eau en quantité suffisante.

L'analyse et la synthèse des données des forages de reconnaissance se révèle une méthode de tout premier ordre pour optimiser l'implantation des ouvrages d'exploitation d'eau souterraine.

---

(\*) Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech, Av. Abdelkrim Khattabi 40 000 Marrakech, Maroc.  
hanich@fstg-marrakech.ac.ma

(\*\*) Université de l'Artois, I.U.T. de Béthune, 62408 Béthune Cedex, France.

(\*\*\*) Université des Sciences et Technologies de Lille, Bât. SN5, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France.

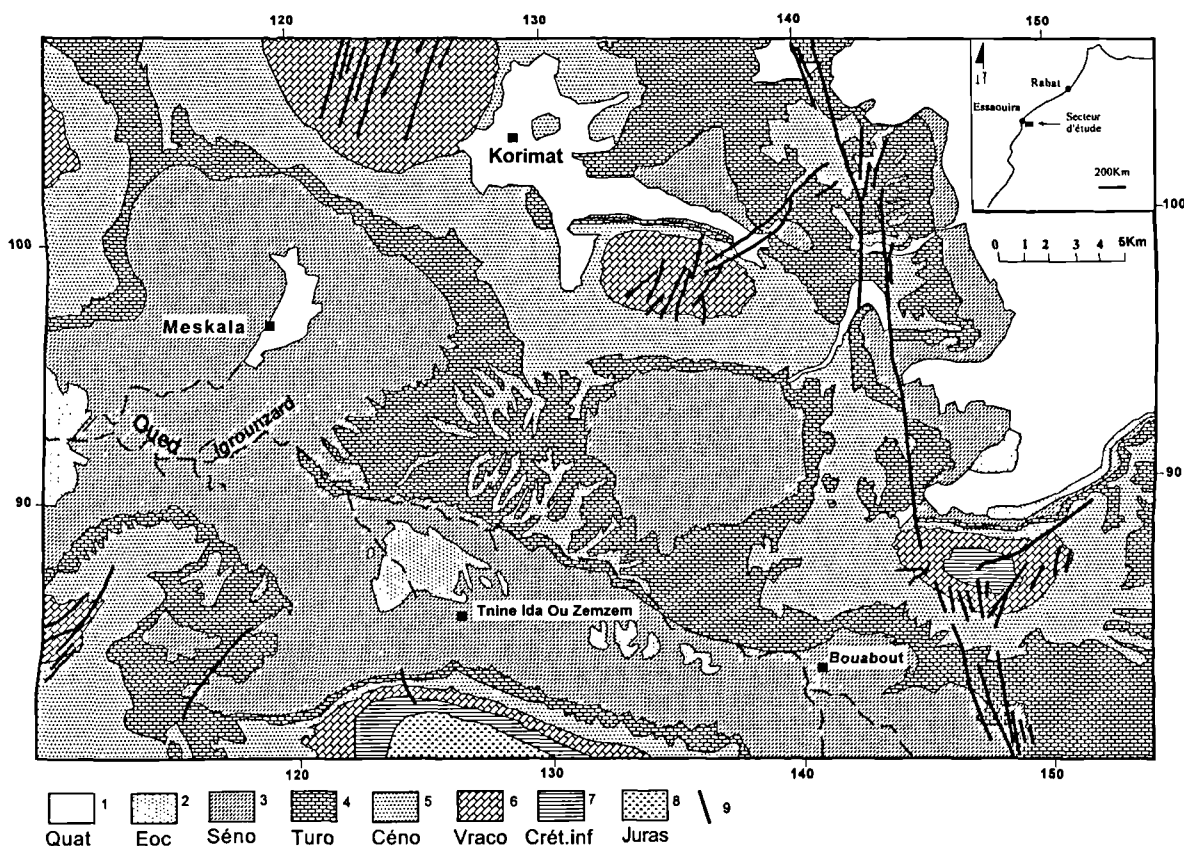


Fig. 1. — Carte géologique du secteur de Meskala (d'après la carte géologique de Meskala au 1/100 000).

1 : Quaternaire ; 2 : Eocène ; 3 : Sénonien ; 4 : Turonien ; 5 : Cénomanién ; 6 : Vraconien ; 7 : Crétacé inférieur ; 8 : Jurassique ; 9 : Faille.

Fig. 1. — Geological map of Meskala area (according to the geological map of Meskala to the 1/100 000).

1 : Quaternary ; 2 : Eocene ; 3 : Senonian ; 4 : Turonian ; 5 : Cenomanian ; 6 : Vraconian ; 7 : Lower Crétacé ; 8 : Jurassic ; 9 : Faults.

## II. — METHODOLOGIE

La région étudiée est située à l'Est du bassin d'Essaouira (fig. 1). Pour l'ensemble des forages implantés dans l'aquifère crétacé, nous avons répertorié les données suivantes :

- la profondeur des pertes de boue rencontrées au cours du forage, car elles sont des indicateurs des niveaux perméables et donc des zones productives si elles sont situées sous le niveau piézométrique de la nappe phréatique.

- la profondeur et le débit des venues d'eau le long des forages.

Ces données ont été analysées de deux manières :

- l'une statistique, qui consiste à répartir le nombre des pertes de boues ou de venues d'eau par classes de 10 mètres de profondeur. Les résultats obtenus permettront de mettre en évidence les zones perméables et donc l'évolution des propriétés transmissives de l'aquifère sur toute la longueur des forages.

- L'autre consiste à reporter sur une carte tous les sondages, en distinguant ceux ayant rencontré des venues d'eau, ceux qui sont secs et ceux dans lesquels des pertes de boue se sont produites.

Parallèlement à ce traitement, une interprétation des données lithologiques de sondage nous a permis de déduire l'organisation structurale de l'aquifère (Hanich *et al.*, 1999). Il est constitué d'une mosaïque de blocs inclinés surélevés ou affaissés les uns par rapport aux autres et limités par des failles de direction NNE-SSW à NE-SW, E-W et NNW-SSE (fig. 4). Cette configuration structurale se retrouve d'ailleurs à l'échelle du bassin d'Essaouira (Medina, 1985 ; 1988 ; 1994 ; Laville et Piqué, 1991 ; Broughton et Trepanier, 1993).

## III. — ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

### 1) Evolution des indices de perméabilité en fonction de la profondeur.

Les données de 70 forages ont été utilisées pour étudier l'évolution du nombre de pertes de boue et de venues d'eau en fonction de la profondeur.

La figure 2 montre l'évolution du nombre de pertes de boue en fonction de la profondeur. On observe que ces dernières sont nettement plus fréquentes dans les 180 premiers mètres de profondeur, avec toutefois un maximum de pertes

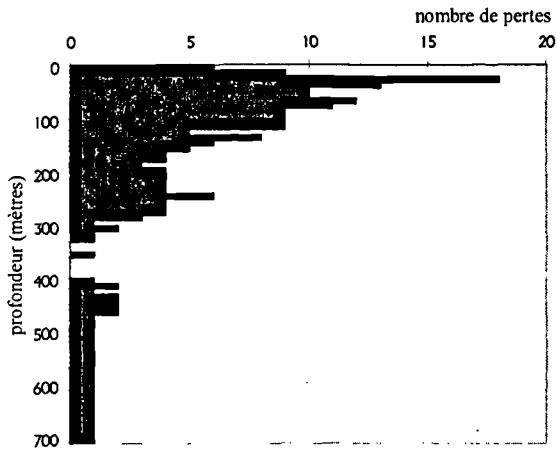


Fig. 2. — Evolution avec la profondeur du nombre des pertes de boue.  
 Fig. 2. — Evolution with the depth of the number of the mud losses.

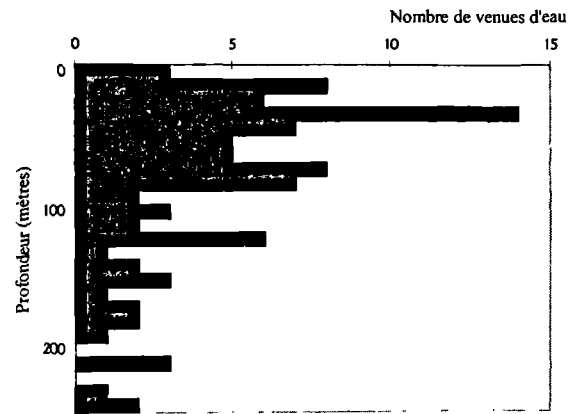


Fig. 3. — Evolution avec la profondeur du nombre de venues d'eau.  
 Fig. 3. — Evolution with the depth of the number of water inflow.

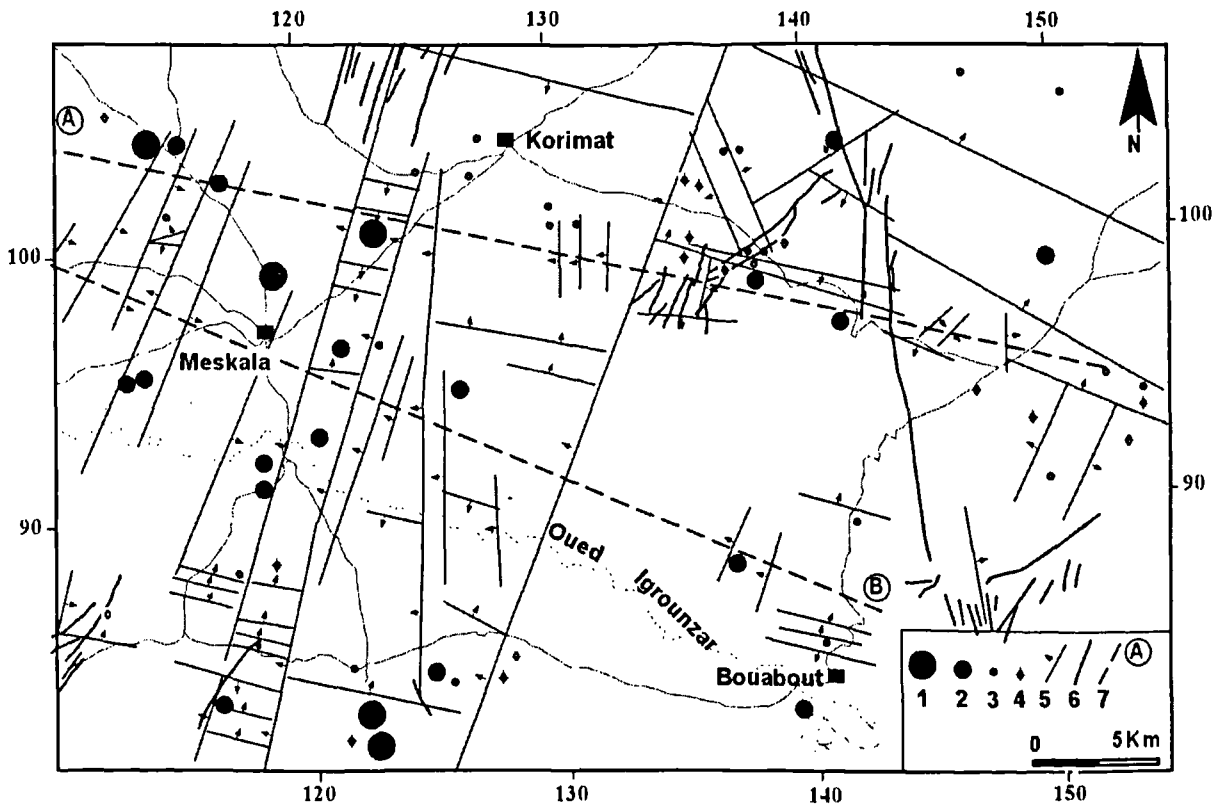


Fig. 4. — Carte structurale et emplacement des forages dans la région de Meskala.  
 1 : Débit (Q) élevé ( $Q > 10$  l/s) ; 2 : Débit (Q) moyen ( $1$  l/s  $< Q < 10$  l/s) ; 3 : Débit faible ( $Q < 1$  l/s) ; 4 : Puits sec ; 5 : Faille (la flèche indique le sens du regard) déduite de l'interprétation des données de sondage ; 6 : Faille observée ; 7 : Traits de coupe A et B.

Fig. 4. — structural map and site of drillings in the area of Meskala.  
 1 : High flow (Q) ( $Q > 10$  l/s) ; 2 : Moderate flow (Q) ( $1$  l/s  $< Q < 10$  l/s) ; 3 : low flow (Q) ( $Q < 1$  l/s) ; 4 : Dry well ; 5 : Fault (the arrow indicates the direction of swing) deduced from the interpretation of the data of survey ; 6 : Fault observed ; 7 : Cross section line A and B.

au alentour de 30 mètres de profondeur. On note également au delà de ce maximum une diminution du nombre de ces pertes avec la profondeur, qui traduit donc une diminution des propriétés transmissives de l'aquifère. En effet les horizons

superficiels de l'aquifère présentent une forte densité de conduits ouverts (lapias, diaclases de dissolution, fissures ouverte par la détente mécanique de la roche...). Ces horizons auront donc des propriétés transmissives importantes, mais

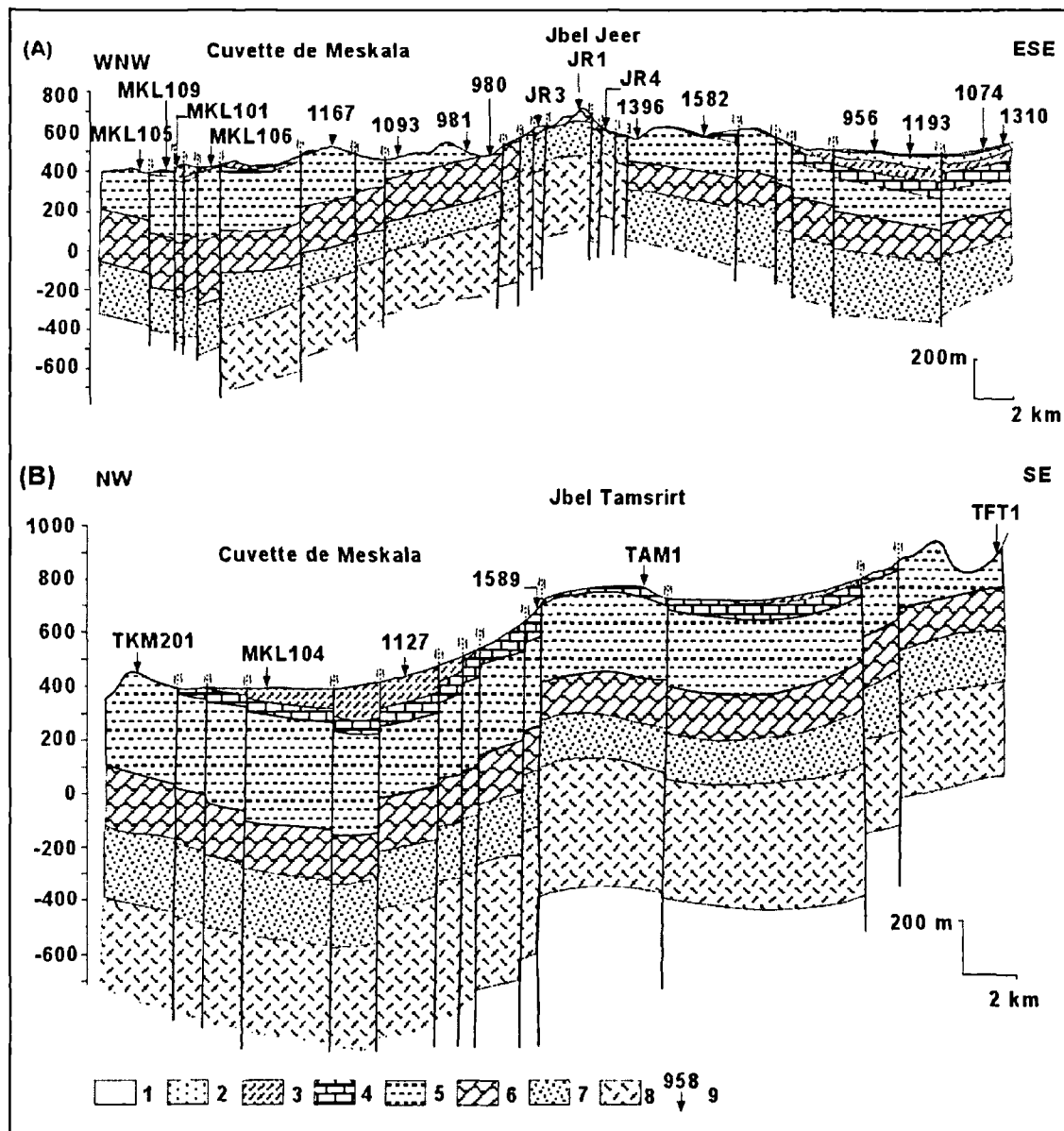


Fig. 5. — Coupes géologiques (A et B) réalisées en tenant compte des données de sondages.  
 1 : Quaternaire ; 2 : Eocène ; 3 : Sénonien ; 4 : Turonien ; 5 : Cénomaniens ; 6 : Vraconien ;  
 7 : Crétacé inférieur ; 8 : Jurassique ; 9 : Emplacement de sondage et son numéro.

Fig. 5. — Geological profile (A and B) produced by taking account of the data of surveys.  
 1 : Quaternary ; 2 : Eocene ; 3 : Senonian ; 4 : Turonian ; 5 : Cenomanian ; 6 : Vraconian ;  
 7 : Lower Cretaceous ; 8 : Jurassic ; 9 : site of drillings and there number.

pour être productifs il est évidemment nécessaire qu'ils soient situés sous le niveau piézométrique de la nappe.

L'observation de l'évolution du nombre de venues d'eau dans les forages en fonction de la profondeur (fig. 3), montre que celui-ci est conséquent entre 10 et 100 mètres de profondeur, avec un maximum vers 40 mètres de profondeur puis une décroissance avec la profondeur. Cette diminution du nombre de venues d'eau traduit celle des propriétés transmissives de l'aquifère avec la profondeur, bien que l'on rencontre parfois des venues d'eau statistiquement isolées à différentes profondeurs.

On peut donc conclure que pour obtenir une productivité importante, il importe que la profondeur des forages atteigne au moins 30 mètres, étant donné que le maximum des pertes de cette profondeur. Il n'est guère intéressant de continuer le forage d'un puits sec au delà de 180 mètres de profondeur, les propriétés transmissives de l'aquifère y étant très faibles.

## 2) Contexte structural des forages.

Sur la figure 4 on a porté les forages secs et les forages avec des venues d'eau.



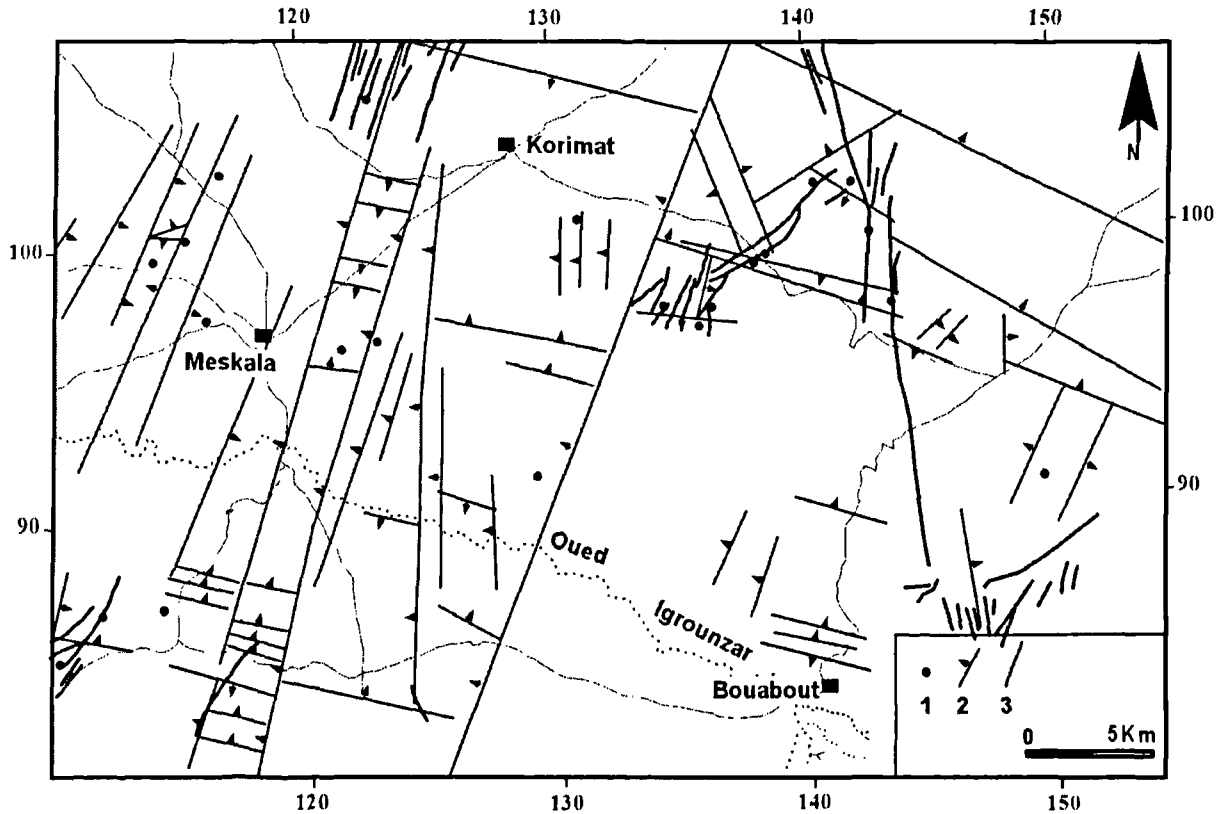


Fig. 6. — Carte structurale et emplacement des forages dans lesquels des pertes de boue se sont produites dans la région de Meskala.  
1 : Forages avec des pertes de boue ; 2 : Faille (la flèche indique le sens du regard) déduite de l'interprétation des données de sondage ;  
3 : faille observée.

Fig. 6. — Structural map and site of drillings presenting mud losses in the area of Meskala.  
1 : boreholes with mud losses 2 : Fault (the arrow indicates the direction of swing) deduced from the interpretation of the data of survey;  
3 : Fault observed.

Les forages secs sont situés soit dans les compartiments surélevés soit dans la partie haute des blocs affaissés mais inclinés. On rencontre aussi des forages profonds mais secs implantés dans les compartiments bas ou affaissés, où l'épaisseur de la couverture tertiaire non aquifère est importante (A et B, fig. 4 et fig. 5).

Les forages, présentant des venues d'eau à débit important sont situés dans les zones affaissées ou dans la partie basse des blocs inclinés. Dans les zones avec couverture tertiaire, les forages présentant des venues d'eau sont très profonds. On note aussi la présence de forages secs à côté des forages productifs. Ceci est lié à la structuration en blocs de l'aquifère et dépend aussi de la densité de fracturation.

Il ressort donc d'après l'étude de la répartition des forages, que les zones hautes sont sèches et les zones basses sont productives. La probabilité de trouver un forage productif à l'intérieur des zones hautes est relativement faible à moins de réaliser un forage profond. Les zones hautes correspondent surtout à des aires d'alimentation qui ne retiennent pas l'eau et la laisse s'écouler vers les zones basses. Dans les zones basses sous couverture tertiaire les forages doivent être très profonds afin d'obtenir une productivité satisfaisante.

Les forages dans lesquels se sont produites, lors de leurs exécutions, des pertes de boue, sont localisés sur des failles ou non loin de failles (fig. 6). Ces pertes correspondant à des

cavités, facilitent la circulation de l'eau et favorisent ainsi la dissolution des calcaires et le développement de la karstification. Ces cavités ne sont pas obligatoirement actives actuellement car elles peuvent être situées au-dessus du niveau piézométrique de la nappe.

#### IV. — CONCLUSION

L'organisation structurale de l'aquifère déduite de l'interprétation des données de sondages fait apparaître des zones basses productives et des zones hautes sèches. Les zones hautes constituent des aires d'alimentation et les zones basses représentent des secteurs plus proches des exutoires de la nappe. En effet c'est à l'intérieur de ces dernières zones qu'on rencontre des sources et où la nappe est sub-affleurante.

Plus le captage est implanté en zone haute moins il produit, tandis que dans les zones basses la productivité est importante, sauf si la couverture est épaisse et les forages non profonds.

Pour obtenir une bonne productivité il faut que la profondeur des forages soit située entre 30 et 180 mètres dans les zones sans couverture et si possible non loin de failles ou à l'intersection de failles.

BIBLIOGRAPHIE

- AMBROGGI R. (1963). — Etude géologique du versant méridional du Haut Atlas occidental et de la plaine du Souss. *Note et Mémoire du Service. Géologique du Maroc*, 15, 321p.
- BROUGHTON P. & TREPANIER A. (1993). — Hydrocarbon generation in the Essaouira basin of Western Morocco. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, V. 77, n° 6, pp 999-1015.
- DUFFAUD F. C. (1960). — Contribution à l'étude stratigraphique du bassin secondaire du Haut Atlas occidental (Sud-Ouest marocain) *Bulletin Société Géologique de France*, 7ème série, II, 6, pp 728-734.
- HANICH L., COLBEAUX J. P., HIBTI M., CRAMON N., BOUCHAOU L. ET EL HEBIL A. (1999). — Geological and structural aspect of cretaceous aquifer of Essaouira basin (Morocco). *European Union of Geosciences, Abstract*, Strasbourg, 748.
- LAVILLE E. & PIQUE A. (1991). — La distension crustale atlantique et atlasique au Maroc au début du Mésozoïque : le jeu des structures hercyniennes. *Bulletin de la Société Géologique de France*, t. 162, n°6, pp 1161-1171.
- MEDINA F. (1985). — Chronologie des phases et style tectonique dans le Haut Atlas occidental (Maroc). *Garcia de Orta. Série Geologia*, Lisboa, 8, ½, pp 43-53.
- MEDINA F. (1988). — Tilted-blocks pattern, paleostress orientation and amount of extension, related to Triassic early rifting of the central Atlantic in the Amezri area (Argana basin, Morocco). *Tectonophysics*, 148, pp 229-233.
- MEDINA F. (1994). — Evolution structurale du Haut Atlas occidental et des régions voisines du Trias à l'actuel, dans le cadre de l'ouverture de l'Atlantique central et de la collision Afrique-Europe. Thèse, Univ. Mohamed V, Rabat, 272 p.
- SOUID A. K. (1983). — Etude tectonique et microtectonique des injections du Trias du bassin d'Essaouira pendant les compressions alpines dans l'avant-pays atlantique (Maroc). Thèse de 3ème cycle, Univ. Montpellier, France, 90 p.

## BRYOZOAIRES ET PALEOBIOGEOGRAPHIE : DONNEES FOURNIES PAR LE DEVONIEN INFERIEUR DE NOUVELLE-ECOSSE (CANADA)

### Bryozoans and paleobiogeography : Data from the Lower Devonian of Nova Scotia (Canada)

par Françoise P. BIGEY(\*), Emmanuel BOUYX (\*\*), Denise BRICE (\*\*\*) et Rémy GOURVENNEC (\*\*\*\*)

(Planche I)

*Résumé.* — En Zone de Meguma (Nouvelle-Ecosse, Canada), de nombreux restes de Bryozoaires apparaissent dans la partie inférieure de la Formation de Torbrook, datée du Dévonien inférieur par des Brachiopodes, Trilobites et Crinoïdes d'affinités nord-gondwaniennes et rhénanes. Au Lochkovien, il s'agit de fragments de Trépostomes décalcifiés dans des niveaux d'accumulation. Plus haut dans la série, trois genres de Trépostomes ont été identifiés dans un niveau à Brachiopodes du Praguien. Leurs affinités paléobiogéographiques s'accordent avec les interprétations déduites du reste de la faune en faveur d'une appartenance de la Zone de Meguma à la périphérie du Royaume du Vieux Monde dans une paléoposition lui permettant d'assurer une étape sur la voie des échanges entre ce Royaume et la Gaspésie alors située à l'extrémité septentrionale de la Province appalachienne.

*Abstract.* — Within the Meguma Zone (Nova Scotia, Canada), abundant remains of Bryozoans are yielded by the lower part of the Torbrook Formation, considered as Lower Devonian in age after Brachiopods, Trilobites and Crinoids of North Gondwanian and Rhenish affinities. In Lochkovian these are decalcified Trepostomate fragments in accumulation levels. Higher in the sequence, three genera of Trepostomes were identified from a Pragian Brachiopod level. Their paleobiogeographical affinities fit with interpretations, deducted from the rest of the fauna, for including the Meguma Zone into the periphery of the Old World Realm in a paleoposition strengthening a step in the seaway of exchanges between this Realm and Gaspé Peninsula, then located at the North end of the Appalachian Province.

#### I. — INTRODUCTION

Les Bryozoaires étudiés proviennent de niveaux fossilifères lochkoviens et praguïens de la partie inférieure de la Formation de Torbrook, qui affleurent dans le ravin de Spinney Brook, au versant sud de la vallée d'Annapolis, en Nouvelle-Ecosse (Provinces maritimes, Canada).

Cette Formation éodévoniennne correspond aux termes les plus élevés du Paléozoïque anté-carbonifère de la Zone de Meguma, un domaine lithotectonique de la bordure orientale des Appalaches septentrionales dont les secteurs actuellement émergés constituent la partie méridionale de la Province.

#### II. — CADRE GEOLOGIQUE

Comme celle d'Avalon dont la sépare actuellement l'accident de Cobequid-Chedabucto, la Zone de Meguma (fig. 1) correspond à des domaines primitivement situés à l'Est des espaces océaniques proto-atlantiques dont la fermeture a été le moteur de l'édification de l'orogène appalachien (Wilson, 1966; Schenk, 1971, 1981; Keppie, 1977; Williams, 1978, 1979). Son Paléozoïque antécarbonifère, structuré puis granitisé durant l'orogénèse acadienne (Hickox, 1958, Crosby, 1962; Taylor, 1965, 1969; Smitheringale, 1973; Schenk, 1971, 1981, 1991, 1997), comporte de bas en haut :

(\*) Laboratoire de Micropaléontologie. Université P. & M. Curie (Paris VI), C. 104, 4 Place Jussieu 75252 Paris-cedex 05. France.

(\*\*) Institut EGID. Université de Bordeaux III, 1 Allée Daguin, BP.06, 33607 Pessac-cedex. France.

(\*\*\*) Laboratoire de Paléontologie stratigraphique, Faculté Libre des Sciences, 13 Rue de Toul, 59046 Lille-cedex, France.

(\*\*\*\*) Laboratoire de Paléontologie et Stratigraphie du Paléozoïque, Université de Bretagne Occidentale, UFR Sciences et Techniques, 6 Avenue Le Gorgeu, 29285 Brest-cedex, France

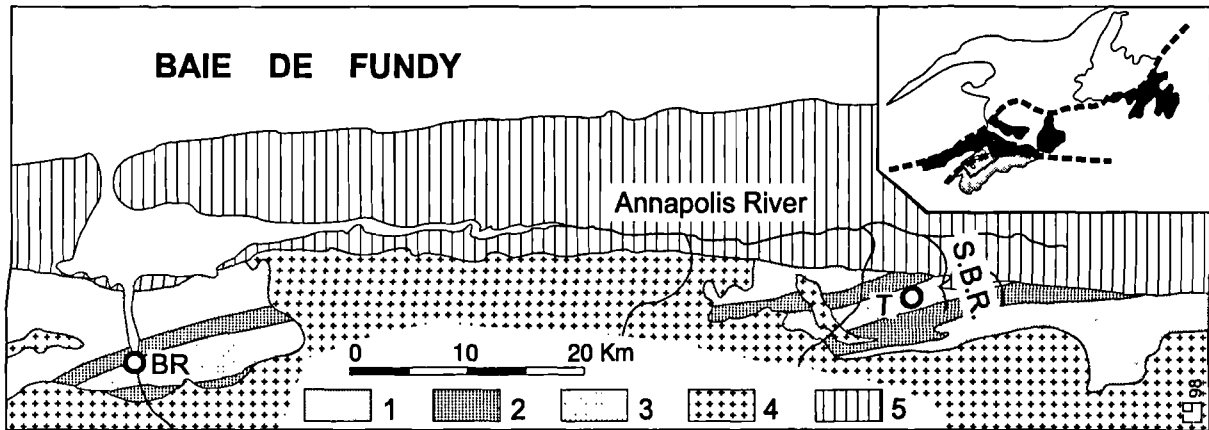


Fig. 1. — Schéma de localisation géographique et géologique; 1 : Groupe de Meguma (Cambrien - Ordovicien inférieur) ; 2 : Formations ordovicienne de White Rock et siluriennes de Kentville et de New Canaan ; 3 : Formation de Torbrook (Dévonien inférieur) ; 4 : Granites (en grande majorité acadiens) ; 5 : Formations mésozoïques du Bassin de Fundy.

BR : Bear River; T : Torbrook; SBR : Ravin de Spinney Brook.

Encadré : en noir la Zone d'Avalon; en pointillé la Zone de Meguma (avec la position du secteur correspondant à la carte).

Fig. 1. — Geographical and geological location. 1 : Meguma Group (Cambrian - Lower Ordovician) ; 2 : Ordovician Formation (White Rock) and Silurian Formations (Kentville and New Canaan) ; 3 : Torbrook Formation (Lower Devonian) ; 4 : Granites (chiefly Acadian in age) ; 5 : Mesozoic Formations of Fundy Basin.

BR : Bear River; T : Torbrook; SBR : Spinney Brook Ravine.

Framed : Avalon Zone (black); Meguma Zone (dotted) with quadrant position corresponding to the map.

- 1 le "Groupe de Meguma", ensemble détritico-flyschoidé cambrien-trémadoc de plusieurs milliers de mètres de puissance (fig. 1) ;

- 2 la Formation ordovicienne de White Rock, qui débute par des roches volcaniques acides (rhyodacites, tuffs ignimbricitiques) localement surmontées de basaltes et se poursuit par des quartzites et autres roches détritiques, puis les Formations siluriennes de Kentville et New Canaan (fig. 1) ;

- 3 la Formation éodévonienne de Torbrook, dont les grès, les quartzites, les pélites gréseuses et les quelques niveaux carbonatés occupent le coeur des synclinaux acadiens de Nictaux-Torbrook et de Bear River (esquisse cartographique de la fig. 1).

Le Paléozoïque anté-carbonifère de la Zone de Meguma est donc à dominante détritico-flyschoidé, comme celui déposé sur une grande partie des domaines de plates-formes péri-gondwaniennes qui correspondent actuellement à la périphérie septentrionale du continent africain et à l'Europe moyenne et méridionale. Il présente d'ailleurs de nombreuses ressemblances lithologiques et fauniques (Schenk, 1971; Bouyx *et al.*, 1985, 1992, 1997) avec diverses formations contemporaines du Nord Ouest de l'Afrique, de l'Espagne, du Massif armoricain et d'autres secteurs de l'Europe varisque, ce qui paraît confirmer les hypothèses relatives à l'origine péri-gondwanienne de la Zone.

### III. — LA FORMATION DE TORBROOK DANS LE RAVIN DE SPINNEY BROOK

Dans un secteur du versant méridional de la vallée d'Annapolis où le substratum anté-carbonifère, recouvert en

discordance par le Trias du Bassin de Fundy (fig. 1), est presque toujours masqué par des formations superficielles et le couvert végétal, le Spinney Brook dégage une belle coupe du Siluro-Dévonien au flanc sud du synclinal de Nictaux-Torbrook. En descendant le ravin du Sud vers le Nord, on rencontre successivement (Smitheringale, 1973; Jensen, 1976; Bouyx *et al.*, 1992, 1997) les entités suivantes.

- 1 Le sommet de la Formation de Kentville. Il s'agit de silt-argilites et des silts fins où l'identification d'*Urnochitina urna* (Eisenack), un Chitinozoaire caractéristique du Pridoli, dans un échantillon prélevé à une centaine de mètres de leur sommet, démontre qu'ils appartiennent encore au Silurien. Ils correspondent donc à la partie supérieure de la Formation de Kentville, un ensemble à dominante pélitique et à rares intercalations carbonatées dont d'autres affleurements ont livré, en différents points du synclinal, des Graptolites du Wenlock et du Ludlow (Taylor, 1965, 1967; Smitheringale, 1973; Degardin *et al.*, 1991).

- 2 Le début de la Formation de Torbrook. La partie inférieure de la Formation de Torbrook, dont le lit du torrent, puis le versant ouest du ravin offrent une coupe à peu près continue (fig. 2), montre l'apparition progressive de bancs de grès ou de quartzites de plus en plus nombreux et puissants. On passe ainsi en une vingtaine de mètres à une Formation à dominante gréseuse comportant trois "barres" grésos-quartzitiques d'ampleur décamétrique séparées par des alternances grésopélitiques en partie masquées par les éboulis et la végétation.

Comme dans de nombreux secteurs ouest-européens, le passage continu du Silurien au Dévonien s'effectue ici dans des couches caractérisées par l'évolution progressive d'une sédimentation pélitique vers une sédimentation arénacée

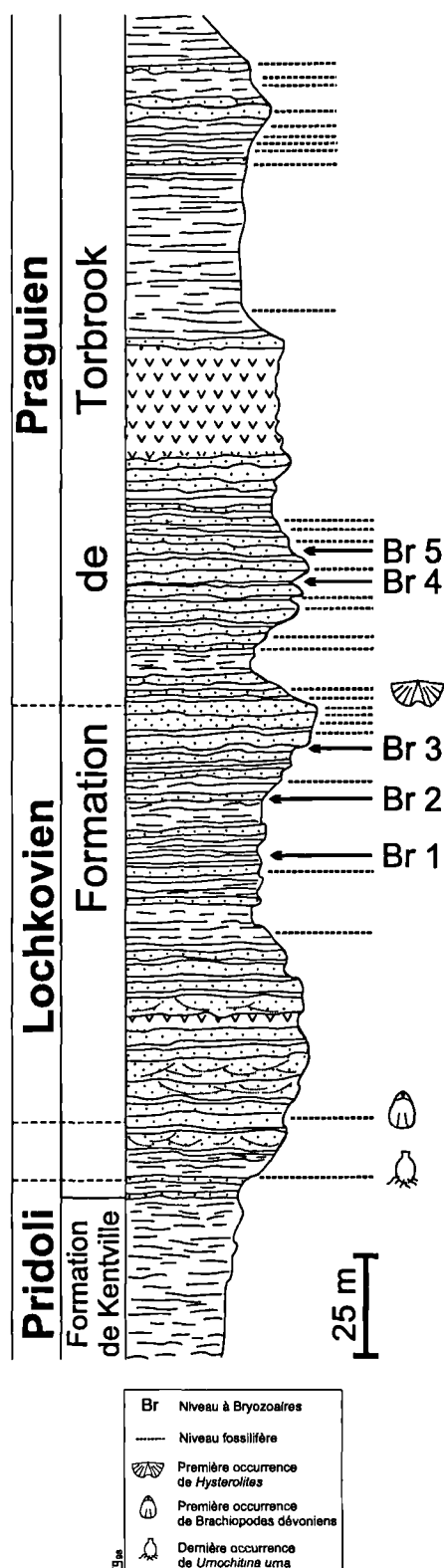


Fig. 2. — Partie inférieure de la Formation de Torbrook dans le ravin de Spinney Brook : colonne lithologique adaptée de Bouyx *et al.* (1997) avec la position des niveaux à Bryozoaires (Br 1 à Br 5 du texte).

Fig. 2. — Lower part of the Torbrook Formation in the Spinney Brook Ravine : lithological column adapted from Bouyx *et al.* (1997) with location of bryozoan levels (Br 1 to Br 5 of the text).

amorcée dès le Silurien supérieur. La limite siluro-dévonienne est donc pratiquement impossible à repérer sur le terrain. Elle se situe en tout cas au-dessus du premier banc gréseux qui marque la base de la Formation de Torbrook car *U. urna* a été encore identifié dans un échantillon prélevé 3 mètres au-dessus de ce banc. L'essentiel de la première barre appartient toutefois déjà au Dévonien car l'Orthidé *Platyorthis* sp. e. g. *monnieri* (Rouault) a été identifié une vingtaine de mètres plus haut.

De nombreux horizons fossilifères éodévoniens apparaissent au-dessus de cette barre. Les plus riches ont été repérés dans une zone allant des alternances qui précèdent la seconde barre à celles qui surmontent la troisième. Cette partie de la coupe (fig. 2) est en effet caractérisée par l'abondance de niveaux d'accumulation à dominante de Brachiopodes, souvent accompagnés d'autres Invertébrés benthiques, dont les Bryozoaires. Une centaine de mètres plus haut, les assises grésopélitiques qui surmontent un puissant sill basique ont également livré une faune abondante et significative.

Jusque vers le milieu de la seconde barre, les premières faunes identifiées (Bouyx *et al.*, 1992, 1997) sont d'âge lochkovien. Puis la suite de la coupe a livré des faunes praguïennes, la limite entre les deux étages devant se situer vers la partie supérieure de la seconde barre ou un peu au-dessus dans les premiers niveaux renfermant *Hysterolites* sp. Ce genre de Spiriféridé apparaît en effet au voisinage de cette limite dans les domaines ibéro-armoricains (Morzadec *et al.*, 1991). Les Brachiopodes praguïens sont particulièrement abondants dans la troisième barre. Les associations fauniques reconnues à partir de ces niveaux comportent de nombreux genres ou espèces qui persistent dans l'Emsien. On y rencontre même exceptionnellement de rares formes apparentées d'espèces qui en Europe occidentale n'apparaissent qu'à l'Emsien inférieur: *Brachyspirifer crassicosta* cf. *erectus* (Solle) environ 10 mètres au-dessus de la troisième barre et *Leptostrophia* aff. *dahmeri* Roesler une cinquantaine de mètres au-dessus du sill basique. Mais l'ensemble de la faune conduit à considérer l'appartenance de tous ces niveaux au seul Praguïen comme très vraisemblable.

- 3 La suite de la Formation de Torbrook. Le reste de la partie visible de la Formation apparaît au cœur du synclinal en affleurements discontinus dans le lit et sur les berges du torrent avec des calcaires bioclastiques et des silts plus ou moins calcaires (environ 80 mètres) auxquels succèdent plusieurs centaines de mètres de formations détritiques dont la partie supérieure renferme des débris de plantes. Le Chitinozoaire *Bulbochitina bulbosa* Paris, dont la biozone correspond au Praguïen supérieur et à la base de l'Emsien a été identifié vers le sommet de l'épisode carbonaté. Un Spiriféridé très déformé recueilli environ 100 m plus haut semble correspondre à un genre : *Arduspirifer* ou *Alatiformia* dont la plupart des représentants n'apparaissent en Europe qu'à partir de l'Emsien. Il est donc vraisemblable que la Formation monte jusque dans cet étage comme Boucot (1960) l'avait déjà envisagé, et comme divers Brachiopodes et Crinoïdes identifiés (Bouyx *et al.* 1992, 1997) une cinquantaine de km plus à l'Ouest dans le synclinal de Bear River semblent le confirmer.

#### IV. — LES PRINCIPAUX NIVEAUX A BRYOZOAIRES

Les restes de Bryozoaires sont fréquents à différents niveaux de cette coupe (Bigey & Bouyx, 1997), mais à l'exception de fragments livrés par certains bancs à Brachiopodes de la troisième barre grés-quartzitique, il s'agit habituellement de débris indéterminables de zoaria entièrement décalcifiés. La part de ces fragments peut devenir importante, voire prépondérante, dans certains horizons d'accumulation de restes d'Invertébrés observés dans les alternances grés-pélitiques qui précèdent la seconde barre. Datés du Lochkovien inférieur par leur faune de Brachiopodes et de Trilobites, ces niveaux à Bryozoaires méritent d'être signalés en raison de leur intérêt paléocologique.

##### 1) Les niveaux à Bryozoaires du Lochkovien

Trois niveaux particulièrement riches ont retenu notre attention. Leur position est indiquée dans la colonne lithologique de la fig. 2. Comme les parties dures des autres organismes identifiés (Brachiopodes et Trilobites), le squelette des Bryozoaires est décalcifié dans le sédiment clastique. Les lames ayant été infructueuses, les observations portent sur les colonies accessibles à la surface de la roche.

###### a) Le premier niveau (Br 1)

Il apparaît vers le milieu des fines alternances qui surmontent la première barre. Il s'agit d'un banc centimétrique inclus dans une succession de pélites gréseuses, de silts et de grès fins. Les fragments de Bryozoaires y sont accompagnés des Brachiopodes *Platyorthis* sp. e.g. *monnieri*, "*Camarotoechia*" aff. *paretiformis* Drot, *Podolella* aff. *rensslaerioides* Kozłowski et des Trilobites *Acastella* sp. et *Digonus* cf. *acuminatus* Tromelin & Lebesconte dont de nombreux pygidia ont aussi été récoltés dans un niveau pélitique voisin. Dans Br 1, les moules internes de fragments zoariaux, souvent petits, laissent voir néanmoins clairement qu'il s'agit d'exozone et parfois d'endozone appartenant à des Trépostomes.

###### b) Le second niveau (Br 2)

Il a été repéré une quinzaine de mètres plus haut. Il s'agit de deux bancs centimétriques pétris de fragments de Bryozoaires qui émergent d'une zone couverte d'éboulis sur le versant du ravin. La faune associée comporte *Platyorthis* sp. e.g. *monnieri*, *Iridistropia* sp. "*Camarotoechia*" aff. *paretiformis*, *Howellella mercurii* (Gosselet) et *Acastella* sp. Dans Br 2, les moules internes de fragments zoariaux sont de plus grande dimension que dans Br 1 et montrent une dichotomie. Les différents plans d'observation permettent de reconnaître le remplissage de l'exozone et de l'endozone, typiques des Trépostomes.

###### c) Le troisième niveau (Br 3)

Il est situé environ douze mètres plus haut, immédiatement sous les grès massifs de la seconde barre grés-quartzitique. Il comporte deux bancs décimétriques qui

nous aussi livré une riche faune de Brachiopodes avec *Proschizophoria falsa* *interpres* Carls, *Platyorthis* sp. e.g. *monnieri*, *Leptostrophia* (*Leptostrophia*) aff. *index* (Havlicek), *Howellella mercurii* et *Meristella* aff. *renaudae* Gourvenec & Rachebœuf. Dans Br 3, les moules internes de fragments zoariaux, également de grande dimension présentent pour certains une dichotomie. Les régions visibles montrent de même les moules internes de zoécies, appartenant à l'exozone ou à l'endozone de Trépostomes. Quelques moules de surfaces zoariales, plus étendues, ne semblent pas devoir être rapportées à des formes lamellaires car ils sont en continuité avec des moules d'endozones de formes rameuses.

Dans le site Internet : Fossils of Nova Scotia (©1998), des Bryozoaires, branchus notamment, sont représentés. Ils proviennent d'Arisaig, mais sans précision sur l'appartenance stricte à l'Arisaig group (Silurien supérieur de la Zone d'Avalon), ou la localisation dans les Arisaig Sea Cliffs où les affleurements passent progressivement au Dévonien inférieur. Il semble s'agir du même type de conservation affectant les Trépostomes lochkoviens (Formation de Torbrook dans la Zone de Meguma). Des possibilités d'affinités stratigraphiques européennes de la Zone d'Avalon, comme des possibilités d'affinités stratigraphiques entre les Zones d'Avalon et de Meguma avaient été évoquées pour cette période de transition (Bouyx *et al.*, 1985).

##### 2) Les niveaux à Bryozoaires du Praguien

La troisième barre, faite de grès et quartzites en gros bancs et de pélites gréseuses alternant avec des bancs centimétriques de grès fins et de grès en plaquettes, comporte de nombreux niveaux fossilifères : lumachelles quartzieuses plus ou moins ferrugineuses et le plus souvent altérées; horizons d'accumulation d'Invertébrés (essentiellement des Brachiopodes) qui soulignent la base de certains bancs. L'état des fragments de Bryozoaires parfois observés dans ces niveaux est souvent trop médiocre pour en permettre l'étude. Cependant quelques sections de Trépostomes mieux conservés ont été observées en plaques minces dans le sédiment silico-clastique de certains bancs. Deux niveaux ont été reportés sur la colonne stratigraphique de la fig. 2. A la différence des trois niveaux du Lochkovien, des fragments de Bryozoaires ont été observés en lame dans ces deux niveaux du Praguien.

###### a) Le premier niveau (Br 4)

Il renferme des Crinoïdes (*Laudonomphalus* sp. et *Dimerocrinites* sp.) et des Brachiopodes caractéristiques du Praguien comme *Tropidoleptus* sp., *Iridistropia* aff. *ingens* (Dreverman), *Hysterolites* cf. *hystericus* (Schlotheim), *Mutationella robustella* (Fuchs) et *Brachyspirifer* (*Torospirifer*) *crassica* (Scupin). Dans Br 4, le squelette des Bryozoaires présents en sections diverses est conservé dans sa calcite originelle pour une faible part, l'essentiel étant micritisé. Néanmoins, les caractères repérables dans l'exozone permettent de dire que toutes les sections (sublongitudinales, obliques ou transversales) appartiennent à une même forme, très probablement le Trépostome *Eridotrypella* sp. dont l'existence est relatée dans le niveau suivant Br 5.

b) *Le second niveau (Br 5)*

Il contient le matériel le plus significatif, provenant d'un banc fossilifère situé au sommet de la partie la plus massive de la troisième barre. Il s'agit d'un niveau de lumachelle quartzuse de 40 cm de puissance environ dans lequel de nombreux fragments de Bryozoaires accompagnent les Brachiopodes praguiens y constituant l'essentiel de la faune avec notamment *Schizophoria* aff. *provulvaria* Maurer, *Eucharitina* sp., *Hysterolites hystericus*, *Rhenorenselaeria* sp. et *Mutationella robustella*. Dans Br 5, le squelette des Bryozoaires offre une conservation satisfaisante car sa calcite originelle s'y trouve très largement préservée. La particularité réside dans l'appartenance de toutes les sections observées aux seuls Trépostomes. Quatre formes différentes ont été identifiées (Pl. I).

- Forme Br 5-1. *Eridotrypella* sp. existe en plusieurs sections dans le matériel, mais peu montrent les orientations utilisables, notamment pour estimer la largeur de l'endozone comparée à celle de l'exozone. Le zoarium rameux (1.25 à 2.5 mm de diamètre) s'élargit à la base d'une dichotomie (2.75 mm de diamètre). L'angle de la surface zoéciale varie de 60 à 80° environ. Les autozoécies ont leurs diaphragmes, légèrement concaves, limités à la partie distale des autozoécies (Pl. I, fig. 3). La longueur totale des autozoécies est de 0.5 mm pour une largeur de 0.10 à 0.15 mm. L'espacement entre les diaphragmes (au nombre de 2 à 4) change de 0.10 à 0.15 mm. Localement, la conservation du squelette s'avère bonne au point d'identifier la structure lamellaire calcitique originelle des parois autozoéciales et des diaphragmes dans l'exozone (Pl. I, fig. 4). C'est à la faveur de sections transversales que se remarque le mieux la relation entre zoarium de Bryozoaires et sédiments : remplissage de l'endozone par de la calcite sparitique (Pl. I, fig. 5) et remplissage dans l'exozone de la chambre autozoéciale par le quartz détritique environnant (Pl. I, fig. 6). L'observation des seules sections sublongitudinales et transversales n'autorise pas une détermination plus avancée. Le genre *Eridotrypella*, dont l'espèce-type est *Batostomella obliqua* se situe parmi les Eridotrypellidae Morozova 1965 (Astrova, 1978), mais Goryunova (1996) l'a introduit dans la sous-famille des Atactotoechinae Astrova appartenant aux Stenoporidae Waagen & Wentzel. Depuis la révision du genre *Eridotrypa* Ulrich par Kopaevich (1968), la plupart des espèces dévoniennes ont reçu une autre attribution générique, en particulier à *Eridotrypella* (cf. §VI-1).

- Forme Br 5-2. *Trachytoechus* sp. apparaît en une section transverse unique. Il s'agit d'une forme à zoarium encroûtant dont le support a disparu. De la paroi basale assez distincte partent des autozoécies longues de 0.50 à 0.75 mm et larges de 0.10 à 0.25 mm, pourvues de diaphragmes (3 à 5) espacés de 0.10 mm environ (Pl. I, fig. 1). L'exozone présente des hétérophragmes caractéristiques du genre (Pl. I, fig. 2). Une section transverse ne permet pas d'aller plus loin dans la détermination. Le genre *Trachytoechus* Duncan, dont l'espèce-type est *Trachytoechus typicus*, se range parmi les Eridotrypellidae Morozova, cependant Goryunova (1996) l'a placé dans la sous-famille des Atactotoechinae Astrova chez

les Stenoporidae Waagen & Wentzel comme le genre *Eridotrypella*.

- Forme Br 5-3. *Leptotrypella* sp. 1 possède un zoarium rameux dont les fragments visibles ne permettent pas de dire si une dichotomie existait. Il s'agit vraisemblablement de jeunes zoaria, vu l'absence de reprises de croissance, fréquentes dans le genre. A la différence des sections d'*Eridotrypella* sp. l'endozone peut être envahie par le sédiment (quartz détritique) et même partiellement l'exozone après la courbure zoéciale. (Pl. I, fig. 7), d'où la difficulté à évaluer les largeurs respectives de l'endozone et de l'exozone ainsi que la longueur des zoécies dans l'exozone. Le diamètre du zoarium varie de 1.80 à 3.00 mm. Dans l'exozone, les parois autozoéciales, plutôt épaisses portent des épines murales (Pl. I, fig. 8). La distance entre les diaphragmes minces, rectilignes ou incurvés (au nombre de 2 à 3), reste voisine de 0.10 mm. L'exozone observable montre la conservation de la structure lamellaire des parois et le remplissage sparitique des tubes autozoéciaux. Elle apparaît entourée de quartz détritique, côté endozone et côté surface zoéciale. Le même zoarium présente une section subtangentielle (Pl. I, fig. 9). Le diamètre des tubes autozoéciaux, de forme subpolygonale, s'établit de 0.15 à 0.20 mm. Des épines murales distales font saillie à l'intérieur de ces tubes (Pl. I, fig. 10). Les acanthostyles existent dans la paroi, soit aux angles de jonction le plus souvent, soit latéralement où ils infléchissent le contour autozoécial. La présence de diaphragmes simples, régulièrement espacés permet d'inclure cette forme dans le sous-genre *Leptotrypella* (*Leptotrypella*), éméndé par Boardman (1960). L'état du matériel empêche d'aller plus loin dans la détermination. Le genre *Leptotrypella* Vinassa de Regny a pour espèce-type *Chaetetes berrandi* Nicholson. Ce genre habituellement rangé parmi les Atactotoechidae Duncan (Astrova, 1978), bien que placé par Duncan (1939) chez les Heterotrypidae, a été rapporté par Goryunova (1996) à la sous-famille des Atactotoechinae Astrova chez les Stenoporidae Waagen & Wentzel.

- Forme Br 5-4. *Leptotrypella* sp. 2 possède aussi un zoarium rameux dont les sections transversales uniquement peuvent être utilisées. Son diamètre varie de 2.50 à 4.00 mm. L'endozone, comme l'exozone, présentent un remplissage sparitique (Pl. I, fig. 11). La finesse de la paroi dans l'exozone (Pl. I, fig. 12) comparée à l'épaisseur de celle-ci dans l'exozone est exemplaire (Pl. I, fig. 13). Les diaphragmes (3 à 5) minces, rectilignes ou incurvés, toujours simples, ont un espacement assez régulier de 0.15 à 0.25 mm. La paroi autozoéciale montre des épines murales bien marquées. Une structure extrazoéciale lamellaire, à section circulaire, localisée entre deux diaphragmes (Pl. I, fig. 14) est typique du genre. Elle peut être mise en relation avec le cycle polypidien (Bigey, 1991). Les seules sections transversales n'assurent pas une détermination plus précise. En dépit de conservations différentes de l'exozone, le plus grand nombre de diaphragmes et des épines septales plus développées justifient la distinction entre *Leptotrypella* sp. 1 et *Leptotrypella* sp. 2. Cette dernière est également du sous-genre *Leptotrypella* (*Leptotrypella*).

## V. — DONNEES PALEOENVIRONNEMENTALES APPORTEES PAR LES BRYOZOAIRES

Les assemblages de Bryozoaires repérés à trois niveaux du Lochkovien (Br1 à Br3) et deux niveaux du Praguien (Br4 et Br5) dans la Formation de Torbrook offrent la particularité de ne comprendre que des Trépostomes, et ce, indépendamment de leur préservation. En effet les Trépostomes subsistent à l'état de moules dans les niveaux lochkoviens et ont conservé leur squelette, pour l'essentiel, dans les niveaux praguïens.

Pour comparaison, en Ardenne, la Formation de Villé (Lochkovien) appartenant au Synclinorium de Dinant a livré une faune plus variée de Bryozoaires (matériel Goemare) dans un sédiment un peu moins détritique, à ciment calcaire. Les principaux ordres y sont en effet représentés par ordre décroissant de fréquence : Trepostomida, Fenestellida et Cystoporida. L'état de préservation, assez bon dans l'ensemble, apparaît même excellent pour certains zoaria de Fénéstellides, plus sensibles à la fragmentation.

Dans le Synclinorium médian du Massif armoricain, la base de la Formation du Faou, datée du Praguïen (Morzadec *et al.*, 1988) offre des niveaux terrigènes. Il s'y trouve des zoaria de Bryozoaires sous forme de moules, rapportés aux Fénéstellides, plus abondants que les Trépostomes.

La diversité relativement faible des Bryozoaires au Dévonien inférieur, remarquée déjà par les anciens auteurs, a été transcrite par Cuffey & MacKinney (1979). La quantification proposée par Horowitz *et al.* (1996), montre au niveau des familles pour le Lochkovien et le Praguïen une diversité parmi les plus faibles du Système. Le matériel pris en compte provient cependant de sédiments à dominante calcaire.

La Formation de Torbrook, de par son caractère détritique est peu favorable au développement et surtout à la conservation des Bryozoaires, d'où l'intérêt de l'assemblage étudié. Il s'agissait pour les niveaux considérés d'un milieu littoral peu profond. Le support de l'encroûtant *Trachytoechus* sp. non conservé de même que la paroi basale localement discontinue suggère l'intervention d'agents physiques comme un fort mouvement de l'eau. Cela expliquerait également l'absence de zoaria de Fénéstellides, moins résistants que ceux des Trépostomes.

Dans leur analyse quantitative, relative aux Bryozoaires paléozoïques, Naimark & *al.* (1999) ont apporté une dimension paléobiogéographique, leur faisant proposer une évolution diachronique des faunes. L'assemblage praguïen de la Formation de Torbrook en propose un exemple local (*cf.* § VI).

## VI. — IMPLICATIONS PALEOBIOGEOGRAPHIQUES " GLOBALES "

L'étude de la distribution paléobiogéographique des Invertébrés benthiques en particulier celle des Brachiopodes (Boucot *et al.*, 1967) et des Coraux (Oliver, 1977) conduit à distinguer pour le Dévonien inférieur et moyen :

- un " Royaume du Vieux Monde " englobant l'Europe, le Nord de l'Afrique, le Moyen-Orient, l'Asie centrale et orientale, l'Australie ainsi que vers l'Ouest, le NW du Canada et le Nevada;

- un " Royaume de l'Est Américain " s'étendant sur le Nord de l'Amérique du Sud et l'Est de l'Amérique du Nord jusqu'à la Gaspésie et dont la partie septentrionale constitue la " Province appalachienne " (fig. 3); puis à partir de l'Emsien:

- une " Province malvino-caffre " correspondant à une partie de l'Amérique du Sud, aux Malouines et au Sud de l'Afrique.

Bien qu'elles proviennent d'affleurements relativement proches de la Gaspésie, les faunes éodévoniennes de la Formation de Torbrook sont nettement distinctes de celles de la Province appalachienne. Leurs affinités ouest-européennes (Boucot, 1960; Ormiston, 1972) ont donc conduit à rattacher la zone de Meguma à la " Sous-Province rhénane-bohémienne ", une subdivision du Royaume du Vieux Monde définie par Boucot *et al.* (1967) et correspondant à l'ensemble des espaces marins qui s'étendaient alors, du Sud de l'Angleterre au Sahara et de l'Espagne à la Podolie, entre la partie européenne (Baltica) du " Continent des Vieux Grès Rouges " et celui de Gondwana.

Mais les peuplements de cette sous-province ne sont pas uniformes en raison de la diversité des lithofaciès (" rhénan ", à dominante terrigène ou " bohémien ", à dominante argilo-carbonatée) et surtout de la paléogéographie de l'époque. Elle englobe en effet des secteurs qui étaient encore séparés par un espace océanique " médio-européen " (ou " rhénique " et correspondait (fig. 3) les uns (domaine ardenno-rhénan, Pologne, Podolie ...) à la bordure méridionale du Continent des Vieux Grès Rouges (ou " Laurussia " ou " Euramerica ")), les autres (Europe moyenne et méridionale, Nord de l'Afrique) à la marge septentrionale du Gondwana. Les différences que cela entraîne entre faunes " rhénanes " (ou " nord-européennes ") et faunes " nord-gondwaniennes " sont perceptibles pour la plupart des groupes d'Invertébrés benthiques, Bryozoaires y compris (Bigey, 1985; 1992). Bien marquées à l'aube du Dévonien, elles s'atténuent progressivement dès l'Emsien supérieur en raison du rétrécissement de l'espace médio-européen et de l'homogénéisation climatique entraînée par la dérive du Gondwana vers le Nord (Morzadec *et al.*, 1988; Robardet *et al.*, 1993).

Les affinités Nord-gondwaniennes et rhénanes des associations fauniques de la Formation de Torbrook témoignent de cette évolution (Bouyx *et al.*, 1992; Brice *et al.*, 1997; Gourvenec *et al.*, 1997).

Ainsi les faunes lochkoviennes du ravin de Spinney Brook présentent de grandes affinités avec celles du domaine " ibarnaghien " c'est à dire avec celles de la partie du domaine nord-gondwanien qui englobe le Maghreb et les régions ibéro-armoricaines (Plusquellec *et al.*, 1997). Il s'agit en effet pour l'essentiel de nombreux Brachiopodes et de quelques Trilobites dont la plupart caractérisent le Lochkovien de ce domaine puisque l'on y retrouve de



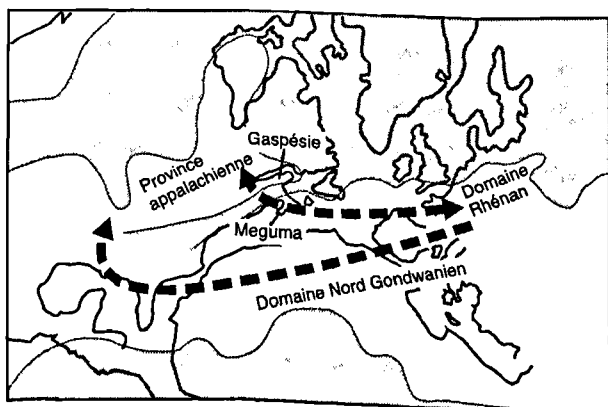


Fig. 3. — Relations fauniques possibles entre les Domaines Nord-gondwanien et rhénan et la Province appalachienne au Dévonien inférieur (d'après Brice *et al.*, 1997). Paléogéographie d'après Oliver (1977) et Johnson (1979).

Fig. 3. — Possible faunal relationships between North-gondwanian and rhenish Domains and Appalachian Province in Lower Devonian (after Brice *et al.*, 1997). Paleogeography after Oliver (1977) and Johnson (1979).

nombreux représentants des faunes classiques des Formations de Landevennec et de Gahard du Massif armoricain et/ou de celles de diverses formations contemporaines de la Péninsule ibérique. Avec seulement un tiers des espèces identifiées communes aux domaines nord-gondwanien et rhénan, leurs affinités rhénanes semblent plus discrètes. Par contre, les faunes praguiennes comportent une majorité de formes communes aux deux domaines, associées à quelques espèces dont la répartition actuellement connue reste limitée soit au domaine rhénan, soit au domaine nord-gondwanien.

Dès le Silurien supérieur, la Zone de Meguma devait appartenir à la bordure sud de la Laurussia (= Euramerica), ou en être très proche, comme le démontre la présence d'écailles d'Agnathes caractéristiques de la partie européenne de cette bordure (Pays de Galles, Scandinavie, Pays baltes) dans le Pridoli du Synclinal de Bear River (Bouyx & Goujet, 1985; Blaise *et al.*, 1991). Comme par ailleurs son Lochkovien est d'affinité nord-gondwanienne, les espaces océaniques proto-atlantiques séparant le Gondwana septentrional et sa bordure ouest-européenne de la Laurussia devaient être déjà considérablement réduits. Les grandes différences constatées entre les peuplements éodévoniens du Royaume du Vieux Monde et ceux du Royaume de l'Est américain, et notamment entre ceux de la Zone de Meguma (en bordure ouest de la Sous-Province rhéno-bohémienne) et ceux de la Gaspésie (à l'extrémité septentrionale de la Province appalachienne) impliquent donc l'existence d'une barrière entre les deux Royaumes. Selon les hypothèses les plus fréquemment avancées (cf. par exemple les reconstitutions de Boucot *et al.* (1968) ou celles d'Oliver (1977) et de Johnson (1979), dont s'inspire notre figure 3, il pourrait s'agir de terres émergées correspondant à l'édification du Continent des Vieux Grès Rouges ou à la surrection de reliefs acadiens.

Il existait cependant quelques possibilités de relations entre les deux Royaumes puisque l'on rencontre parfois dans

les associations fauniques de l'Est américain quelques formes caractéristiques du Vieux Monde et vice versa. De ce point de vue, les faunes éodévoniennes de Gaspésie présentent un intérêt particulier : cette région située à l'extrémité orientale de la Province appalachienne est en effet considérée comme une "zone de mélange" (Boucot *et al.*, 1967), son Emsien comportant des genres de Brachiopodes (Boucot, 1960; Boucot *et al.*, 1967; Rachebœuf, 1981) et de Bivalves (Desbiens, 1993, 1994) typiques des faunes rhénanes. Deux voies de communication possibles pour les échanges fauniques correspondants ont été proposées : une voie "afro-appalachienne" (Soto, 1979) par le Nord de l'Afrique; une voie plus directe (Rachebœuf, 1981; Desbiens, 1993; Brice *et al.*, 1997; Bouyx *et al.*, 1997) dont la Zone de Meguma aurait pu constituer une étape puisque certains des genres européens de Brachiopodes présents dans l'Emsien de Gaspésie apparaissent dès le Lochkovien ou le Praguien dans la Formation de Torbrook.

Dans cette optique, et bien qu'il soit d'interprétation difficile faute de détermination spécifique et en raison de la rareté de la documentation relative aux Bryozoaires éodévoniens des domaines concernés, les indications suggérées par le petit assemblage de Trépostomes identifiés dans le Praguien du ravin de Spinney Brook nous semblent en accord avec celles déduites du reste de la faune.

On sait qu'après une période de cosmopolitisme durant le Silurien, avec au Ludlow une "Province nord-américaine, sibérienne et baltique" englobant l'Amérique du Nord (Tuckey, 1990) y compris l'Arctique canadien (Bolton, 1966), le Nord de l'Afrique, l'Asie et l'Australie, la répartition des Bryozoaires paraît s'organiser au Dévonien dans le cadre paléobiogéographique défini à partir des faunes de Brachiopodes et de Coraux. Par exemple, dans le Royaume du Vieux Monde, les différences constatées entre les populations de Bryozoaires du Devon et du domaine ardenno-rhénan et celles du Massif armoricain, des Pyrénées, de la Montagne Noire, de l'Espagne et de la Bohême témoignent de l'influence de l'Océan médio-européen qui séparait alors la marge sud de la Laurussia de la bordure nord-gondwanienne (Bigey, 1985, 1992).

De même la distribution géographique actuellement connue des genres de Trépostomes identifiés dans le Praguien de Spinney Brook nous paraît être en harmonie avec ce que l'on sait de la paléobiogéographie de l'époque.

1) Le genre *Eridotrypella* (Br 5-1) est cosmopolite, mais l'espèce présente ici est voisine d'une forme de l'Emsien supérieur du Synclinal médian armoricain, identifiée dans la tranchée de la Lézaïs et rapportée (Bigey, 1981) à *E. cf. eximia* Jaroshinskaja de la partie supérieure du Dévonien inférieur de l'Altaï (Jaroshinskaja, 1970). L'espèce armoricaine peut toutefois être aussi comparée à *E. parvulipora* Ulrich & Bassler qui a été décrite dans les "Keyser Limestones" de Virginie d'âge Pridoli-Lochkovien (Ulrich & Bassler, 1913) et de Pennsylvanie (Miller, 1979). *Eridotrypella* sp. du ravin de Spinney Group s'accorde donc aussi bien avec les affinités ibéro-armoricaines de la faune de Meguma qu'avec de possibles influences appalachiennes.

2) Le genre *Trachytoechus* (Br 5-2) par contre n'avait été cité jusqu'ici que dans la Province appalachienne. Il y occupe une vaste répartition stratigraphique et paléogéographique puisqu'il a été identifié dans le Heldelberg Group de l'Etat de New York (Lochkovien-Praguien), dans le traverse Group du Michigan (Dévonien moyen) ainsi qu'en Gaspésie où son apparition présente un grand intérêt dans le cadre de cette étude puisqu'à l'époque, la Zone de Meguma en était vraisemblablement proche. *Trachytoechus* sp. est en effet identifié dans les "Grès de Gaspé". Il s'agit d'assises détritiques marines puis margino-littorales et continentales d'âge silurien-dévonien inférieur reposant en discordance sur le terrains cambro-ordoviciens. On notera par ailleurs que le faune de Bryozoaires reconnue dans les "Calcaires de Gaspé" (Fritz, 1940) comporte deux genres : *Fistulipora* dans la Formation de Grande Grève, d'âge praguien moyen à emsien inférieur et *Leioclema* dans les couches qui précèdent cette Formation) qui ont aussi été reconnus dans le Synclinorium médian armoricain (Bigey, 1976, 1980, 1981). Le genre *Leioclema* est en effet présent dans les Formations éodévoniennes de l'Armorique et de Saint-Cénére. Le genre *Fistulipora* est connu dans l'Emsien de la Formation de la Lézais ainsi que dans la Formation de Saint Cénére où il est représenté par une forme comparable à une espèce du Dévonien moyen de la Province appalachienne.

3) Le genre *Leptotrypella* (Br 5-3 et Br 5-4) apparu en Angleterre au Silurien supérieur est connu dans le Dévonien inférieur de Podolie et de Bohême. Il ne paraît cependant se développer dans la Province appalachienne qu'au Dévonien moyen puisqu'il a été identifié dans l'Hamilton Group de l'Etat de New York et dans le Traverse Group du Michigan (Boardman, 1960; Duncan, 1939). De nombreux exemples d'apparition diachronique suggérant d'éventuelles voies de migration depuis le Vieux Monde vers l'Est américain ont

déjà été signalés pour divers groupes d'Invertébrés dévoniens, notamment les Brachiopodes. On commence à en connaître plusieurs cas chez les Bryozoaires. Ainsi, comme *Leptotrypella*, le genre *Stereotoechus*, signalé dans la Formation Moniello (Emsien supérieur-Eifélien) inférieur des Asturies (Suarez-Andres, 1998) n'apparaît qu'au Givétien dans les Traverse et Hamilton Groups de la Province appalachienne (Duncan, 1939; Boardman, 1960).

Déjà proche de la Gaspésie, la zone de Meguma pouvait donc correspondre à une étape de la progression vers l'Est américain de certains taxons de Bryozoaires européens à partir du domaine ibéro-armoricain durant le Dévonien inférieur.

## VII. — CONCLUSIONS

En Zone de Meguma, les Bryozoaires trépostomes devaient représenter une part importante des peuplements d'Invertébrés benthiques éodévonien, surtout durant le Lochkovien comme en témoigne l'importance des niveaux d'accumulation dans les dépôts gréseux correspondants. Les seuls restes déterminables au niveau générique que nous ayons pu y recueillir, proviennent d'assises grésos-quartzitiques datées du Praguien par leur faune de Brachiopodes. La distribution actuellement connue des genres identifiés s'accorde avec les interprétations paléobiogéographiques qui ont déjà été proposées (Bouyx *et al.*, 1997; Brice *et al.* 1997; Gourvenec *et al.*, 1997) en faveur d'une paléoposition de la Zone de Meguma lui permettant d'assurer, à la bordure occidentale de la Sous-Province rhéno-bohémienne et à proximité du domaine ibéro-armoricain, une étape dans la voie des échanges vers la Province appalachienne.

## BIBLIOGRAPHIE

- ASTROVA G.G. (1978). — Histoire du Développement, de la Systématique et de la Phylogénie des Bryozoaires. Ed. Nauka, Moscou. 240 p. [En Russe]
- BIGEY F.P. (1976). — Les Bryozoaires. In Lardeux H. (Coord.) : Les Schistes et Calcaires de Saint-Cénére (Massif armoricain, France). *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 19, p.227-248.
- BIGEY F.P. (1980). — Les Bryozoaires. In Plusquellec Y. (Coord.) : Les Schistes et Calcaires de l'Armorique (Dévonien inférieur, Massif armoricain). *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 23, p. 181-204.
- BIGEY F.P. (1981). — Les Bryozoaires. In Morzadec P., Paris F. & Rachebœuf P.R. (Coord.) : La tranchée de la Lézais, Emsien supérieur du Massif armoricain. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 24, p. 109-134
- BIGEY F.P. (1985). — Biogeography of Devonian Bryozoa. In Nielsen C. & Larwood G.P. (Eds) : *Bryozoa: Ordovician to Recent*. Olsen & Olsen, Fredensborg. p. 9-23.
- BIGEY F.P. (1991). — Peculiar structures different from typical skeleton material in Devonian Bryozoa: possible relations to the polypide life cycle. In F.P. BIGEY (Ed.): *Bryozoaires actuels et fossiles: Bryozoa living and fossil*. Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest Fr. Mém. HS 1, p. 25-38.
- BIGEY F.P. (1992). — Reassessment of Devonian bryozoan biogeography in Western Europe. In Blicek A. & Meillez F. (Eds): *Paléogéographies et biogéographies de l'Europe occidentale au Paléozoïque*. Congr. GFP-SGF, Villeneuve d'Ascq. p. 18-19 (Rés.).
- BIGEY F.P. & BOUYX E. (1997). — Occurrence of Bryozoa in the Lower Devonian of Meguma Zone (Nova Scotia, Maritime Provinces, Canada). In Russian and International Bryozoan Conference "Bryozoa of the World" 30 June-8 July 1997, Saint-Petersbourg ( Abst.)
- BLAISE J., BOUYX E., GOUJET D., LE MENN J. & PARIS F. (1991). — Le Silurien supérieur de Bear River (Zone de Meguma, Nouvelle Ecosse); faune, biostratigraphie et implications paléobiogéographiques. *Geobios*, 24, 2, p. 167-182
- BOARDMAN R.S. (1960). — Trepostomatous Bryozoa of the Hamilton Group of New York State. *Geol. Surv. Prof. Paper*, 340, 87 p.
- BOLTON T.E. (1966). — Some Late Silurian Bryozoa from the Canadian Arctic Islands. *Palaeontology*, Londres. (3): 517-522.

- BOUCOT A.J. (1960) — Implication of Rhenish Lower Devonian Brachiopods from Nova Scotia. *21ème Congr. Géol. intern.*, 12, p. 129-137.
- BOUCOT A.J., JOHNSON J.G. & TALENT J.A. (1967). — Lower and Middle Devonian Faunal Provinces based on Brachiopoda. In Oswald D.H. (Ed.) International Symposium on the Devonian System, Calgary, *Alberta Soc. Petrol. Geol.*, 2, p. 1239-1254.
- BOUYX E., BLAISE J., BRICE D., GOURVENNEC R., LARDEUX H. & LE MENN J. (1992). — Implications paléogéographiques des affinités nord-gondwaniennes et rhénanes des faunes dévoniennes de la zone de Meguma (Appalaches septentrionales). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 315, sér. II, p. 337-343.
- BOUYX E., BLAISE J., BRICE D., DEGARDIN J.-M., GOUJET D., GOURVENNEC R., LE MENN J., LARDEUX H., MORZADEC P. & PARIS F. (1997). — Biostratigraphie et paléobiogéographie du Siluro-Dévonien de la zone de Meguma, en Nouvelle-Ecosse (Provinces maritimes canadiennes). Comparaisons avec l'Europe occidentale et implications paléogéographiques. *Can. J. Earth. Sci.*, 34, p. 1295-1309.
- BOUYX E., BOUCARUT M., CLIN M. & ZEILINGA DE BOER J. (1985). — Le Paléozoïque anté-carbonifère de la zone de Meguma, en Nouvelle-Ecosse (Provinces maritimes canadiennes). Comparaison avec l'Europe occidentale et implications paléogéographiques. *Ann. Soc. géol. Nord*, 104, p. 147-166.
- BOUYX E. & GOUJET D. (1985). — Découverte de Vertébrés dans le Silurien supérieur de la zone de Meguma (Nouvelle-Ecosse, Canada): implications paléogéographiques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 301, sér. II, p. 711-714.
- BRICE D., GOURVENNEC R. & BOUYX E. (1997). — Les Brachiopodes dévoniens de la zone de Meguma (Nouvelle-Ecosse, Canada) et les relations entre le Royaume du Vieux Monde et la Province appalachienne. *Geobios, Mém. spéc.*, 20, p. 75-78.
- CROSBY D.G. (1962). — Wolfville Map-Area, Nova Scotia. *Geol. Surv. Canada, Mem.* 325, 67 p.
- CUFFEY R.J. & MCKINNEY F.K. (1979). — Devonian Bryozoa. *Spec. Pap. Palaeont.*, 23, p. 307-311.
- DEGARDIN J.-M., BLAISE J., BOUYX E., & PARIS F. (1991). — Nouvelles données biostratigraphiques sur la Formation de Kentville dans le secteur de Fales River en Nouvelle-Ecosse (Graptolites, Conodontes et Chitinozoaires du Silurien supérieur de la zone de Meguma, Appalaches Septentrionales, Canada). *Ann. Soc. géol. Nord*, 109, p. 207-213.
- DESBIENS S. (1993). — Le Bivalve dévonian *Prosocoelus* Keferstein, 1857 dans le Nord-Est de l'Amérique du Nord. *Contr. Can. Palaeont. Comm. géol. Canada Bull.*, 479, p. 49-65.
- DESBIENS S. (1994). — Le Bivalve *Montanaria* Spriestersbach, 1909 : habitat et morphologie d'une nouvelle espèce emsienne de la Formation de York River de Gaspé, *Québec. Rev. can. Sci. Terre*, 31, p. 381-392.
- DUNCAN H. (1939). — Trepostomatous Bryozoa from the Traverse Group of Michigan. *Contr. Mus. Paleont. Univ. Michigan*, 5, p. 171-270.
- FRITZ M.A. (1940). — Devonian Bryozoa from Fortin and Malbay townships, Gaspé County, Québec. *Contr. Roy. Ont. Mus. Palaeont.*, 4, p. 1-12
- GORYUNOVA R.V. (1996) . — Phylogénie des Bryozoaires paléozoïques. Ed. Nauka, Moscou. 165 p. [en Russe]
- GOURVENNEC R., BOUYX E., BRICE D. & LE MENN J. (1997). — The siluro-devonian palaeobiogeography of the Meguma terrane and its relationships with North Gondwana. XIX Reuniao de Geologia do Oeste Peninsular, p. 65-70, Vila Real, Portugal.
- HICKOX C.F. (1958). — The geology of the Central Annapolis Valley, Nova Scotia. *Ph.D. Th.*, Yale University.
- HOROWITZ A.S., PACHUT J.F. & ANSTEY R.L. (1996). — Devonian diversity, extinctions, and originations. *J. Paleont.*, 70 (3), p. 373-380.
- KOPAEVICH G.V. (1968). — The genus *Eridotrypa* and its evolution. *Paleont. J.*, 2 (1), p. 16-24.
- JAROSHINSKAJA A.M. (1970). — Quelques Bryozoaires nouveaux du Dévonien inférieur de l'Altaï minier. In G.G. ASTROVA & I.I. CHUDINOVA : Nouvelles espèces de Bryozoaires et de Coraux paléozoïques. Ed. Nauka, Moscou, p. 32-37 [En Russe]
- JENSEN L.R. (1976). — The Torbrook Formation (Lower Devonian, Nova Scotia). *Marit. Sediments*, 12, p. 107-118.
- JOHNSON J.G. (1979). — Devonian Brachiopod biostratigraphy. In House M.R., Scrutton C.T. & Bassett M.G. (Eds) The Devonian System. *Spec. Pap. Palaeont.*, 23, p. 291-306.
- KEPPIE J.D. (1977). — Plate tectonic interpretation of Palaeozoic World Maps (With emphasis on circum-Atlantic orogens Southern Nova Scotia). *Nova Scotia Dept. Mines, Paper 77-3*, 45 p.
- MILLER C.E., Jr. — A reconnaissance Survey of Bryozoan Distribution within the Keyser Limestone (Silurian-Devonian) of Central Pennsylvania. Th. Earth Sciences, Pennsylvania State Univ. 212 p.
- MORZADEC P., PARIS F., PLUSQUELLEC Y., RACHEBŒUF P.R. & WEYANT M. (1988). — Devonian stratigraphy and paleogeography of the Armorican Massif (Western France). In McMillan N.J., Embry A.F. & Glass D.J.: *Devonian of the World*. Proceedings of the Second International Symposium on the Devonian System, Calgary, 1987. *Can. Soc. Petrol. Geol., Mem.* 14, 1, p. 401-420.
- MORZADEC P., PARIS F., PLUSQUELLEC Y., RACHEBŒUF P.R. & WEYANT M. (1991). — La limite Lochkovien-Praguien (Dévonien inférieur) dans le Massif Armoricaire : espèces index et corrélations. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 313, sér. II, p. 901-908.
- NAIMARK E.B., MARKOV A.V. & GORJUNOVA R.V. (1999). — Biogeography of Paleozoic Bryozoans: Quantitative Analysis. *Paleont. J.*, 33 (3), p. 50-59.
- OLIVER W.A. (1977). — Biogeography of the Late Silurian and Devonian Rugose Corals. *Pal. Pal. Pal.*, 22, 85-135.
- ORMITSON A.R. (1972). — Lower and Middle Devonian Trilobite Zoogeography in Northern North America. 24ème Congr. Géol. Intern., 7, p. 594-604.
- PLUSQUELLEC Y., BOUMENDJEL K., MORZADEC P. & PARIS F. (1997). — Les faunes dévoniennes d'Ougarta dans la paléogéographie des régions maghrebo-européennes. *Ann. Soc. géol. Nord.*, 2ème sér., 5, p. 123-128.
- RACHEBŒUF P.R. (1981). — Chonétacés (Brachiopodes) siluro-dévonien du Sud-Ouest de l'Europe. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 27, 294 p.

- ROBARDET M., BLAISE J., BOUYX E., GOURVENNEC R., LARDEUX H., LE HERISSE H., LE MENN J., MELOU M., PARIS F., PLUSQUELLEC Y., PONCET, J., REGNAULT S., RIOULT M. & WEYANT M. (1993). — Paléogéographie de l'Europe occidentale de l'Ordovicien au Dévonien. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 164, 5, p. 683-695.
- SCHENK P.E. (1971). — Southeastern Atlantic Canada, Northwestern Africa and Continental drift. *Rev. Can. Sc. Terre*, 9, p. 1218-1251.
- SCHENK P.E. (1981). — The Meguma Zone of Nova Scotia - A remnant of Western Europe, South America or Africa? In Kerr J.M. & Ferguson A.J. (Eds). *Geology of the North Atlantic Borderlands Can. Soc. Petr. Geologists Mem.* 7, p. 119-148.
- SCHENK P.E. (1991). — Events and sea-level changes on Gondwana's margin: the Meguma Zone (Cambrian to Devonian) of Nova Scotia, Canada. *Geol. Soc. Amer., Bull.* 103, p. 512-521.
- SCHENK P.E. (1997). — Sequence stratigraphy and provenance on Gondwana's margin: The Meguma Zone Cambrian to Devonian of Nova Scotia, Canada). *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 109, p. 395-409
- SMITHERINGALE W.G. (1973). — Geology of part of Digby, Bridgetown and Gasperau Lake map-area, Nova Scotia. *Geol. Surv. Canada, Mem.* 375, 78 p.
- SOTO F. (1979). — Considérations paléobiogéographiques sur les Streptasmatina (Coelenterata, Rugosa) solitaires du Dévonien des Monts cantabriques (NW de l'Espagne). *Geobios*, 12, p. 399-409.
- SUAREZ ANDRES J.L. (1998). — Briozoos Fenestrados de la Formación Moniello (Devónico) en el área de Arnao (Asturias, España). *Rev. Esp. Paleont.*, 13, 2, p. 187-196.
- TAYLOR F.C. (1965). — Silurian Stratigraphy and Ordovician-Silurian relationships in Southwestern Nova Scotia. *Geol. Surv. Canada, Paper* 64-13, 24 p.
- TAYLOR F.C. (1969). — Geology of Annapolis - St Marys bay map-area, Nova Scotia. *Geol. Surv. Canada, Mem.* 358, 65 p.
- TUCKEY M.E. (1990). — Distributions and extinctions of Silurian Bryozoa. In McKerrow W.S. & Scotese C.R.(Eds): *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography. Geol. Soc. Mem.* 12 p. 197-206.
- ULRICH E.O. & BASSLER R.S. (1913). — Systematic Paleontology of the Lower Devonian deposits of Maryland. Bryozoa. *Maryland Geol. Survey. Lower Devonian*, p. 41-52.
- WILLIAMS H. (1978). — Tectonic-Lithofacies Map of the Appalachian Orogen. *Memorial University of Newfoundland, Map n° 1.*
- WILLIAMS H. (1979). — Appalachian Orogen in Canada. *Can. J. Earth Sci.*, 16, p. 792-807.
- WILSON J.T. (1966). — Did the Atlantic close and then reopen? *Nature*, 211, p. 676-681.
- FOSSILS OF NOVA SCOTIA (©1998). — Nova Scotia Museum. <http://museum.ednet.ns.ca/fossils/index/htm> (consultation : 18-04-00).

#### EXPLICATION DE LA PLANCHE I

Figs 1 et 2. — *Trachytoechus* sp. Zoarium encroûtant.

1 : section transversale d'un fragment montrant la paroi basale et les diaphragmes dans les autozoécies, Gr. = x 20.

2 : détail de l'exozone précisant l'existence d'hétérophragmes, Gr. = x 50 (Lame GFCL 5748). Nouvelle-Ecosse, Formation de Torbrook, Praguien.

Figs 3 à 6. — *Eridotrypella* sp. Zoaria rameux.

3 : section sublongitudinale d'un zoarium montrant les diaphragmes limités à la partie distale de l'exozone, Gr. = x 20.

4 : détail illustrant la structure lamellaire des parois et diaphragmes, Gr. = x 50 (Lame GFCL 5748).

5 : section transversale d'un autre zoarium, avec remplissage sparitique, Gr. = x 20.

6 : détail de la limite endozone/exozone, Gr. = x 50 (Lame GFCL 5749). Nouvelle-Ecosse, Formation de Torbrook, Praguien.

Figs 7-10. — *Leptotrypella* sp. 1. Zoarium rameux.

7 : section sublongitudinale où l'endozone est remplacée par le sédiment clastique, Gr. = x 20.

8 : détail de l'exozone à remplissage sparitique avec paroi autozoéciale pourvue de quelques épines, Gr. = x 20.

9 : section subtangentielle du même zoarium, Gr. = x 20.

10 : détail montrant de épines murales, Gr. = x 50. (Lame GFCL 5750). Nouvelle Ecosse, Formation de Torbrook, Praguien.

Figs 11 à 13. — *Leptotrypella* sp. 2. Zoarium rameux.

11 : section transversale montrant le remplissage sparitique de l'exozone et de l'endozone, Gr. = x 20.

12 : détail de l'endozone dans sa partie centrale, Gr. = x 50.

13 : détail de l'exozone avec paroi autozoéciale pourvue de quelques épines, Gr. = x 50.

14 : détail montrant une épine murale entre deux diaphragmes à structure lamellaire mince et une structure extrazoéciale, Gr. = x 200. (Lame GFCL 5750). Nouvelle-Ecosse, Formation de Torbrook, Praguien.

EXPLANATION OF THE PLATE I

*Figs 1 and 2. — Trachytoechus sp. Encrusting zoarium.*

1, transverse section of a fragment with basal wall and diaphragms in autozoecia, Gr. = x 20.

2, detail of the exozone precisising occurrence of heterophragms, Gr. = x 50 (slide GFCL 5748). Nova Scotia, Torbrook Formation, Pragian.

*Figs 3 to 6. — Eridotrypella sp. Ramose zoarium.*

3, sublongitudinal section of a zoarium with diaphragms located in the distal exozone, Gr. = x 20.

4, detail enlightening laminar structure of autozoecial walls and diaphragms, Gr. = x 50 (slide GFCL 5748).

5, transverse section of an other zoarium with sparry calcite infilling, Gr. = x 20.

6, detail of the endozone/exozone limit, Gr. = x 50 (Slide GFCL 5749). Nova Scotia, Torbrook Formation, Pragian.

*Figs 7 to 10. — Leptotrypella sp. 1. Ramose zoarium.*

7, sublongitudinal section with replacement of endozone by clastics, Gr. = x 20.

8, detail of the exozone with sparry infilling and laminar autozoecial wall with some spines, Gr. = x 20.

9, subtangential section of the same, 20.

10, detail with mural spines, Gr. = x 50. (Slide GFCL 5750). Nova Scotia, Torbrook Formation, Pragian.

*Figs 11 to 14. — Leptotrypella sp. 2. Ramose zoarium.*

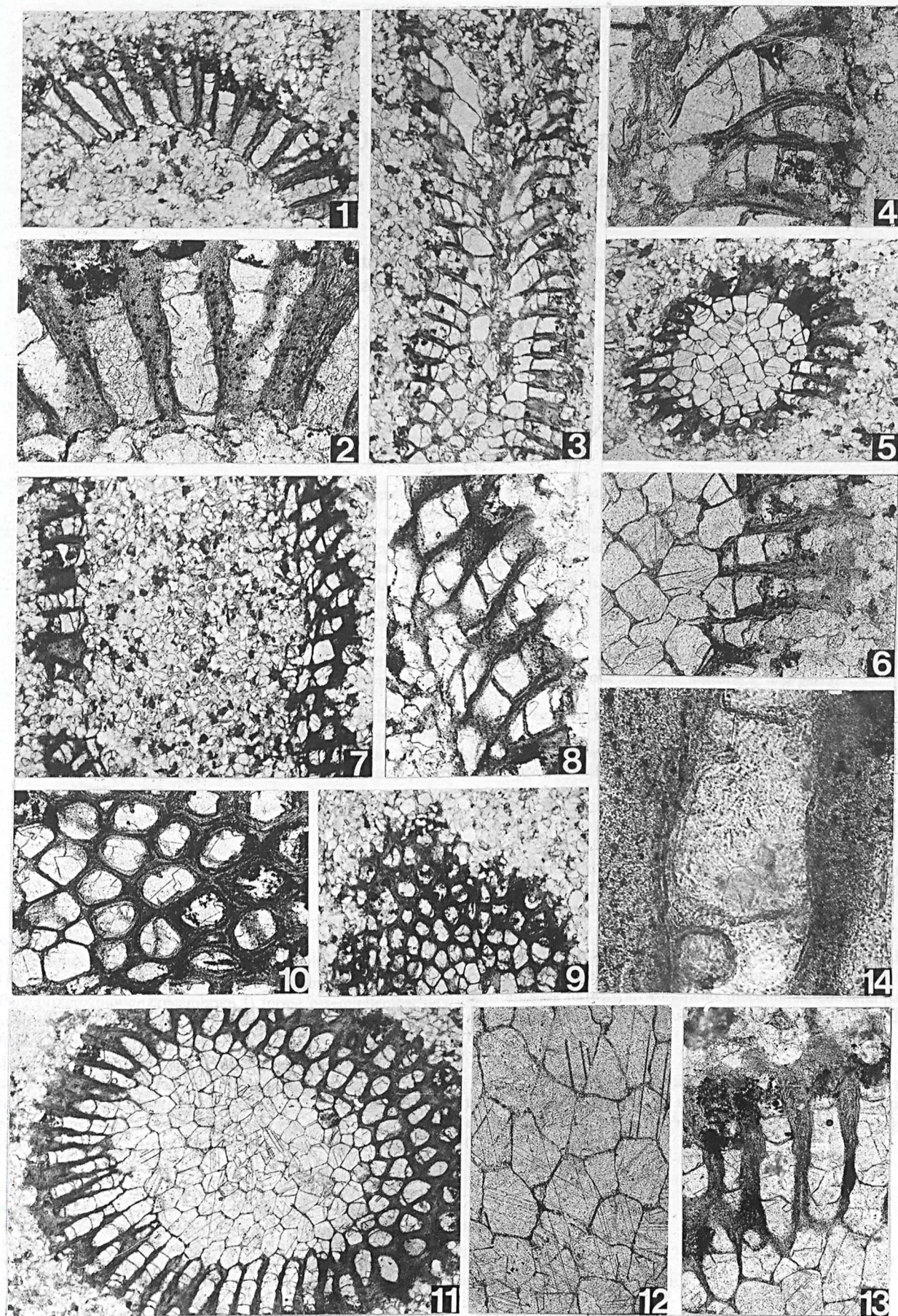
11, transverse section with sparry infilling of exozone and endozone, Gr. = x 20.

12, detail of central exozone, Gr. = x 50.

13, detail of the exozone with some spines in the autozoecial wall, Gr. = x 50.

14, detail with a mural spine between two thin laminar diaphragms and an extrazoecial structure, Gr. = x 200 (Slide GFCL 5750). Nova Scotia, Torbrook Formation, Pragian.









## PETROGRAPHIE ET STRUCTURE DES FORMATIONS METAMORPHIQUES D'AGE PALEOPROTEROZOÏQUE DE LA BOUTONNIERE DE ZENAGA ( ANTI ATLAS, MAROC).

### Petrographic and structure of Paleoproterozoic metamorphic series in the Zenaga inlier (Anti Atlas, Morocco).

par Abdellatif SAIDI(\*), Ahmid HAFID(\*), Ali SAQUAQUE(\*\*), Abdelmejid RAHIMI(\*\*\*) et Manuel JULIVERT(\*\*\*\*).

(Planche II )

*Résumé.* — La série métamorphique d'âge paléoproterozoïque de la boutonnière de Zenaga forme l'encaissant de granites éburnéens. Elle s'agit d'une série monotone, à structuration générale E-W à NE-SW, formée essentiellement de micaschistes à biotite et muscovite et de micaschistes à grenat et à sillimanite riche en quartz.

L'étude géochimique montre que ces micaschistes dérivent probablement d'une série turbiditique formée par alternance de shales et de grauwackes avec prédominance de ces derniers.

L'analyse structurale a mis en évidence au moins trois phases de déformation: la phase S1 est rattachée à l'orogénèse éburnéenne, alors que la phase S2 qui est hétérogène non coaxiale en régime cisailant senestre et la phase S3 de crénulation correspondent à l'orogénèse pan-africaine.

*Abstract.* — *The Paleoproterozoic metamorphic set of Zenaga inlier forms the enclosing of ebournian granites. It's a monotonous serie with E-W to NE-SW trending, mainly composed by biotite and muscovite micaschist, and garnet sillimanit micaschist rich in quartz.*

*The geochemical studie shows that the micaschist drifts probably from turbiditic set, which is formed by alternation of metashales and metagrauwackes with a predominance of the later.*

*The structural analysis shows at least three phases of deformation : the S1 phase related to the ebournian orogenesis, the S2 phase which is heterogenous non coaxial strain pattern, and S3 phase crenulation cleavage are linked to the Pan african orogenesis.*

#### I. — INTRODUCTION

La boutonnière de Zenaga se situe dans l'Anti Atlas central, bordure nord du craton ouest africain, à une soixantaine de km au Sud Ouest de la ville de Ouarzazate (fig. 1). Elle est constituée d'un socle ancien attribué au Paléoproterozoïque (Précambrien I) formé essentiellement de schistes métamorphisés et de granites. Au Nord de la boutonnière affleurent des formations non métamorphiques d'âge Néoproterozoïque (Précambrien II) formées de quartzites et de conglomérats en position subverticale. Ces formations sont couvertes en discordance par deux ensembles peu déformés attribués au Protérozoïque supérieur et terminal (Choubert, 1963 ; Ennih, 1987) : un complexe volcanique

acide inférieur d'âge Précambrien III, formé d'une suite orogénique à affinité calco-alcaline (Bajja 1998), et une séquence carbonatée supérieure de l'Adoudounien (fig. 2).

La formation schisteuse du P1 qui fait l'objet de cette étude constitue l'encaissant des différentes intrusions plutoniques apparaît sous forme d'affleurements discontinus, couverts par une importante arène granitique et par des alluvions récents du Quaternaire.

La série des schistes de Zenaga est si caractéristique par sa nature lithologique et par son âge relatif qu'elle fut considérée comme la formation type du Précambrien I ou Série de Zenaga (Choubert 1963).

(\*) Dép. de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, B.P. 618, Marrakéç, Maroc.

(\*\*) Reminex, Groupe O.N.A., Av. Allal Alfassi, Marrakech, Maroc.

(\*\*\*) Dép. de Géologie, Faculté des Sciences Ben Msik, Casa II, Maroc.

(\*\*\*\*) Université Autonome de Barcelone, dép. Géologie, unité de géotectonique, 08193, Bellaterra, Espagne.

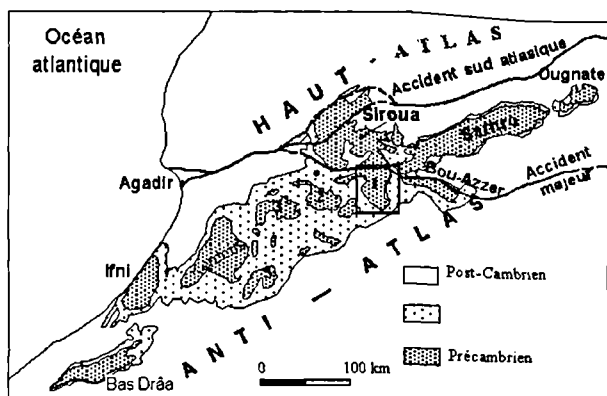


Fig. 1. — Localisation de la boutonnière de Zenaga dans l'Anti-Atlas marocain ; 1 : Zenaga, 2 : Agadir Melloul, 3 : Igherm. 5 : Tagragra d'Akka.

Fig. 1. — Location map of the Zenaga inlier in the moroccan Anti-Atlas.

On distingue au sein de cette série:

- des micaschistes à biotite et à muscovite au Nord, affleurant dans les bordures orientale et occidentale, souvent sous forme de lentilles ou de bandes plus ou moins continues au sein des granites.

- des micaschistes à grenat et à sillimanite qui affleurent au Sud Est de la boutonnière, dans la région de Tamarouft et au Sud d'Assersa. On note également la présence de tourmaline qu'on pourrait lier aux filons de pegmatite à tourmaline, et à béryl de Timgharine.

## II. — PETROGRAPHIE.

Les micaschistes présentent une texture lépidoblastique. Ils sont constitués de quartz, de muscovite et de biotite orientées marquant la foliation principale (Pl. II, fig. 1), de plagioclase, de magnétite, de tourmaline et de rares cristaux de feldspath potassique d'origine clastique.

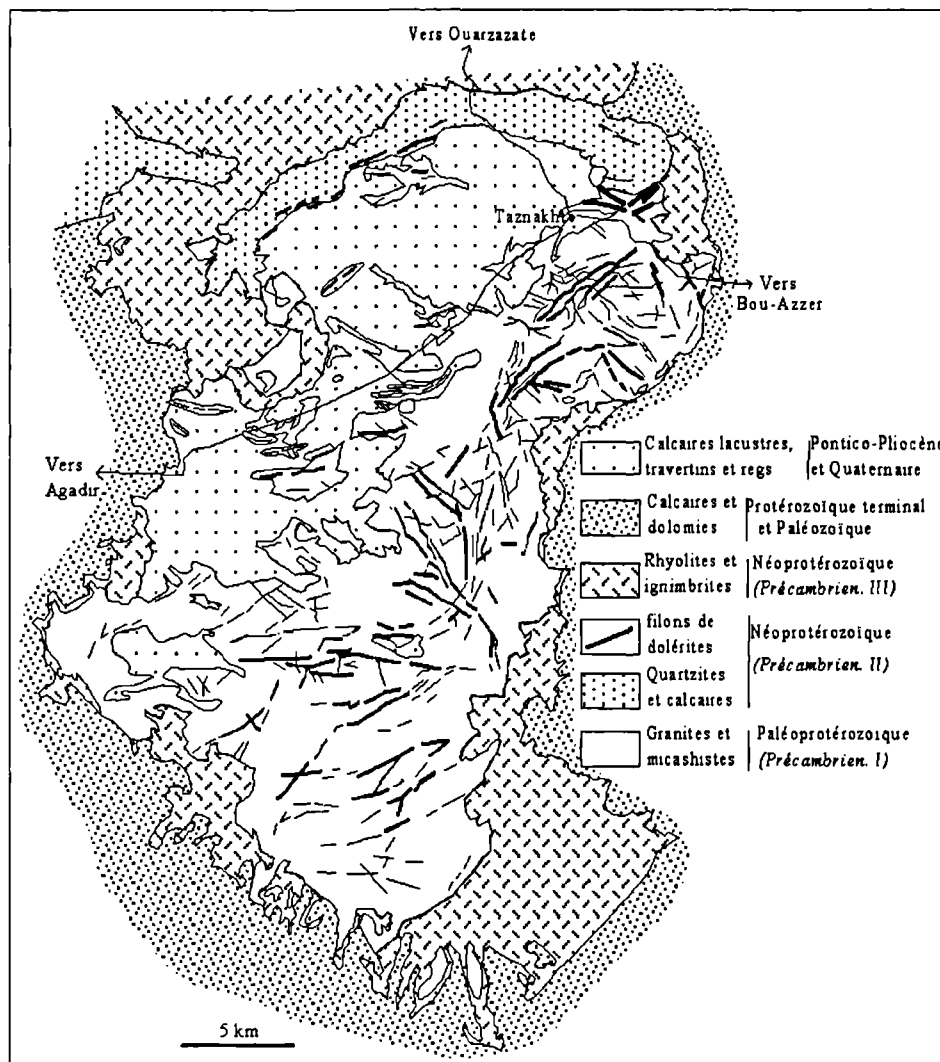


Fig. 2. — Carte géologique de la boutonnière de Zenaga (in CHOUBERT, 1963).

Fig. 2. — Geological map of the Zenaga inlier (in CHOUBERT, 1963).

Le quartz peut devenir très abondant et dans ce cas le micaschiste est qualifié de quartzite micacé. Lorsque les phyllosilicates sont abondants, ils forment des lits plus ou moins continus alternant avec des lits quartzeux et l'on passe alors des quartzites micacés à des micaschistes quartzeux.

Le quartz et les feldspaths cristallisent sous forme de grains aplatis dessinant un fond granoblastique. Le quartz montre souvent une extinction roulante, indice d'une déformation plastique.

Le plagioclase est fortement séricitisé, il s'agit parfois de l'albite mais le plus souvent c'est de l'oligoclase (10 à 20 % An).

Les rares cristaux de feldspath observés sont souvent associés aux niveaux riches en quartz et absents dans les niveaux pélitiques, ce qui nous permet de les qualifier comme minéraux hérités de niveaux détritiques à tendance arkosique. De ce fait, ils n'ont pas une signification de minéraux de métamorphisme de haut degré.

La muscovite est présente en quantité variable d'une région à l'autre, elle forme généralement de fines lamelles automorphes de 0,2 à 0,5 mm de long, soulignant la schistosité principale, elle est souvent reprise tardivement par des microplis et de microbandes de cisaillement dessinant un jeu senestre (Pl. II, fig. 5). Une deuxième génération de muscovite est sous forme de cristaux trapus, de cristallisation statique et sécante sur la première.

La biotite est généralement de petite taille et orientée dans les plans de schistosité. Elle est rarement conservée et presque toujours transformée par rétro-morphose plus ou moins complète en un assemblage de muscovite, d'oxyde et de séricite. Parfois la rétro-morphose aboutit à un important développement de la séricite donnant à la roche une allure de séricitoschiste.

La tourmaline est localement observée, surtout dans la région de Timgharine où se trouvent de très grandes lentilles de pegmatites à béryl et à tourmaline, conduisant à la dénomination locale de micaschiste à tourmaline. Elle se présente en poeciloblastes ou en cristaux automorphes intensément pléochroïques et sécants sur la foliation générale.

Le grenat est assez abondant dans la région de Tamarouft, il peut atteindre des dimensions centimétriques (Pl. II, fig. 2). Il est soit subautomorphe, soit en agrégats rappelant des grenats "framboïdes" de Bard (1980). L'absence de structures internes ne nous a pas permis de donner la chronologie de croissance de ces grenats par rapport à la déformation. Sa composition chimique montre qu'il s'agit d'almandin (alm.: 65 à 72%) relativement riche en grossulaire (gros. 14 à 17%), les teneurs en pyrope sont variables (9 à 16%) et celles en spessartine sont faibles (sp. < 3%).

La sillimanite se présente en fibres disposées en paquets flexueux, parfois elle est entièrement transformée par rétro-morphose en amas micacé (muscovite et séricite) (Pl. II, fig. 3).

La magnétite est assez fréquente dans les schistes riches en phyllites, elle est déssiminée au sein de la roche et concentrée au niveau des fractures. Elle forme des cristaux automorphes nettement post schisteux. Sa cristallisation serait due à la circulation d'une phase fluide postérieure aux

événements métamorphique et tectonique qui ont affecté les micaschistes. Notons que la magnétite est également rencontré dans les granites intrusifs à travers la série.

### III. — CARACTERES GEOCHIMIQUES.

Les éléments majeurs ont été dosés dans une dizaine d'échantillon. Les résultats sont reportés dans le tableau I.

Les teneurs très élevées en SiO<sub>2</sub> (62,4 à 78%) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (9,3 à 18%) et K<sub>2</sub>O (2,3 à 5,6%) traduisent la richesse de ces roches en quartz et en muscovite, par contre ces roches sont pauvres en Na<sub>2</sub>O (0,3 à 3,2%) et CaO (0,1 à 1,2%), ce qui s'explique par la séricitisation des feldspaths.

Etant donné que Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O et CaO sont mobiles au cours de l'altération, et pour bien caractériser ces roches et tenter de remonter à leur origine, nous avons utilisé les éléments tels que Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> et MgO qui restent relativement immobiles lors des processus métasomatiques.

Compte tenu de leurs teneurs élevées en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, en MgO (>1%) et en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (>2,3%), ces micaschistes ne peuvent pas dériver d'arkose qui sont généralement caractérisées par des teneurs assez basses en ces éléments (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> <12,5% et MgO <1%) (Fonteilles, 1976).

Comparés aux schistes du massif de l'Agly (Pyrénées oriental) ceux de la boutonnière de Zenaga présentent des teneurs faibles en MgO, en TiO<sub>2</sub> et en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (fig. 3), ceci les rapprochent des métagrauwackes que des métashales. Quant aux teneurs en SiO<sub>2</sub> et Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, elles placent les micaschistes de Zenaga entre les métashales et les métagrauwackes (fig. 4).

Ces critères nous ont permis de penser que les micaschistes de Zenaga dérivent probablement d'un mélange par alternance de métashales et de métagrauwackes avec une prédominance de ces derniers. Ces compositions et ce type d'alternance suggèrent que ces micaschistes proviennent de sédiments de type turbidite. Ceci rejoint les mêmes conclusions concernant les schistes paléoprotérozoïques de la boutonnière voisine d'Igherm (Hafid 1992, Hafid *et al.*, 1998), ceux de la boutonnière de Kerdous considérés par Hassenforder (1987) comme issus d'anciens grésopélites et avec la série métasédimentaire de la boutonnière de Bas Draa d'origine silicoclastique (Ikenne *et al.*, 1997).

### IV. — ANALYSE DE LA DEFORMATION.

L'étude des différents types de structures et de microstructures liées aux événements tectono-métamorphiques affectant ces formations paléoprotérozoïques nous a permis de caractériser les principales phases de déformation, ainsi distingué-t-on au moins trois phases:

- une première phase (S1) décelable au microscope est généralement masquée par les traces des déformations postérieures. Elle est suggérée par l'existence de microplis dessinés par le quartz et la biotite altérée (Pl. II, fig. 4), mais elle est surtout déterminée au niveau des poches gneissiques où elle a développé une foliation marquée par l'orientation préférentielle des porphyroclastes feldspathiques et l'étirement

	ZS 1	ZS 2	ZS 10	ZSc 11	ZSc 12	ZSc 13	ZSc 14	ZSc 15	ZSc 16	ZSc 17
SiO <sub>2</sub>	78	64,9	71,7	69,66	76,36	62,48	65,5	68,3	70,44	73,92
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,36	16,3	13,5	14,63	12,42	18,27	17,61	15,16	14,18	12,69
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,1	6,22	2,29	3,95	1,44	5,94	4,49	3,13	3,48	2,35
CaO	0,18	0,1	0,18	1,02	0,51	0,25	0,13	1,22	1,2	0,87
MgO	0,77	1,64	0,44	2,59	0,09	2,23	2,01	1,69	1,09	0,56
K <sub>2</sub> O	2,31	4,93	5,49	4,54	4,39	5,25	5,68	5,69	4,77	5,03
MnO	0,03	0,03	0,02	0,02		0,03		0,01	0,02	0,03
TiO <sub>2</sub>	0,37	0,55	0,15	0,43	0,06	0,63	0,37	0,35	0,5	0,33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18	0,12	0,22		0,1		0,15	0,2		
Na <sub>2</sub> O	2,01	2,6	2,8	1,1	3,2	1,35	0,37	2,1	2,39	3,2
P.F	3,2	2,8	2,9	2,65	1,83	3,3	3,4	2	1,85	1,89
total	99,51	100,19	99,69	100,59	100,4	99,73	99,71	99,85	99,92	100,87

Tabl. I. — Teneurs en éléments majeurs des schistes paléoproterozoïques de la boutonnière de Zenaga.

Table I. — Major elements contents of the paleoproterozoic schists of the Zenaga inlier.

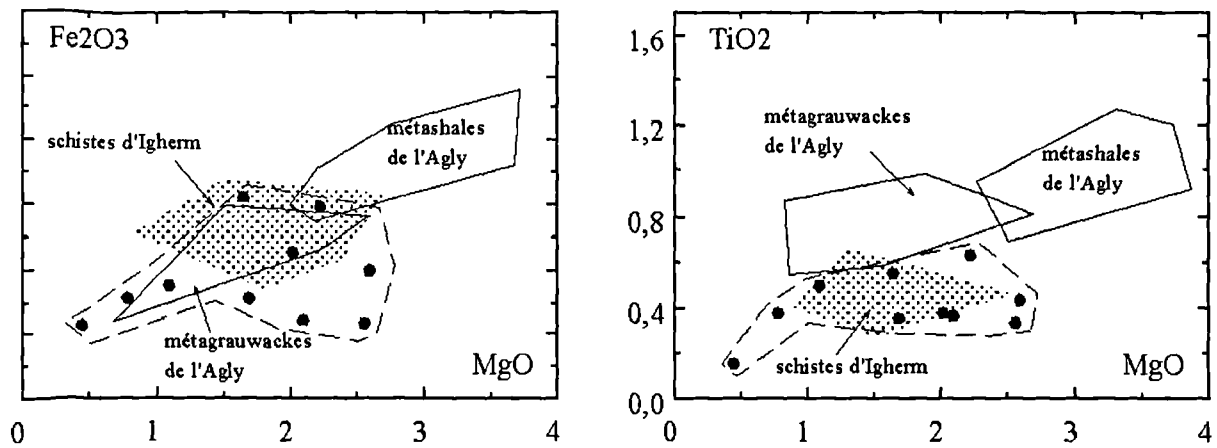


Fig. 3. — Variation de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et TiO<sub>2</sub> en fonction de MgO et comparaison avec les métasédiments de l'Agly (Fonteilles 1976) et les schistes de la boutonnière d'Igherm (Hafid, 1992).

● schistes de Zenaga.

Fig. 3. — Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and TiO<sub>2</sub> versus MgO relationships, and comparison with the Agly metasediments and the schist of the Igherm inlier.

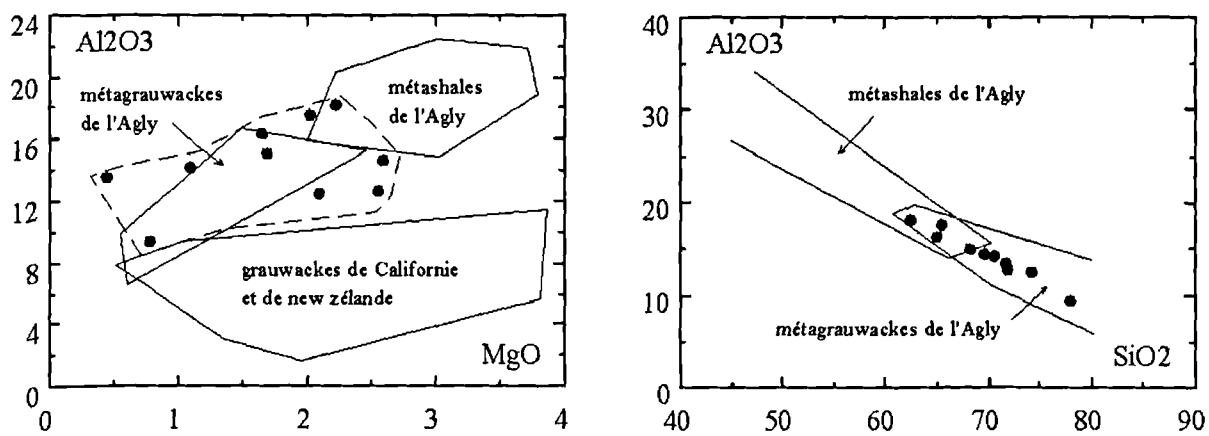


Fig. 4. — Variation de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en fonction de MgO et SiO<sub>2</sub>, comparaison avec les métashales et métagrauwackes de l'Agly et les grauwackes de Californie et de New Zélande. (références in Fonteilles 1976).

● schistes de Zenaga.

Fig. 4. — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> versus MgO and SiO<sub>2</sub> relationships, comparison with metashales and metagrauwackes of Agly, and grauwackes of Californi and New Zeland.

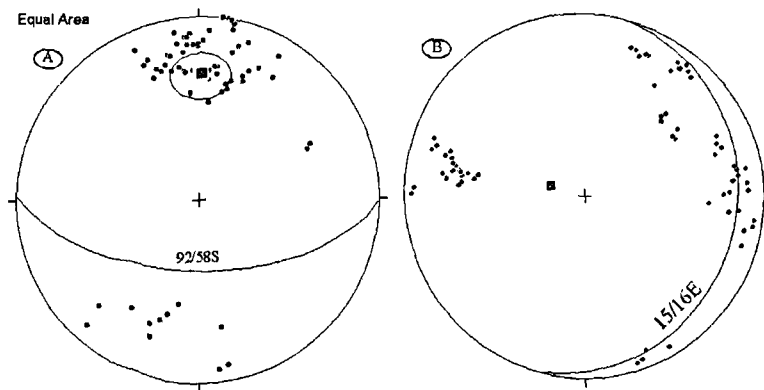


Fig. 5. — Projection des pôles des plans de schistosité S2 ( hémisphère inférieur).  
A : au Nord et au Nord Est de la boutonnière ; B : au centre et au Sud de la boutonnière

Fig. 5. — General stereoplots of the S2 plane (lower hemisphere).  
A : in north and north east of the inlier ; B : in the center and the south of the inlier.

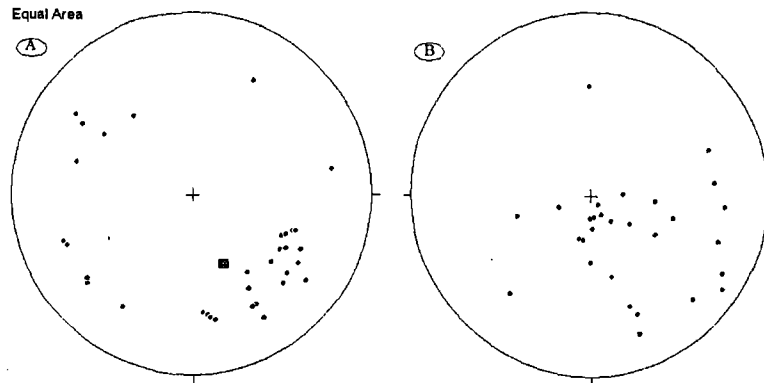


Fig. 6. — A : Projection des linéations d'étirement portées par S2 ; B : Projection des axes de microplis associés à S3

Fig. 6. — A : General stereoplots of stretching lineation carried by S2 ; B : General stereoplots of microfolds associated with S3.

des micas. Cette phase de déformation est la plus ancienne et elle est attribuée à l'orogénèse eburnéenne, comme l'a déjà proposé Horrenberger (1973) et Choubert (1963).

- la deuxième phase (phase majeure) est à l'origine de la structuration définitive du socle. Elle est représentée par une schistosité principale (S2) bien développée portant une linéation d'étirement et par des zones de cisaillement.

Cartographiquement, cette schistosité est orientée N70 à E-W au Nord et au Nord-Est de la boutonnière (A, fig. 5), puis devient subméridienne au centre et au Sud (B, fig.5). La linéation d'étirement est matérialisée par l'allongement des phyllites, elle a une direction moyenne N150 avec des plongements faibles (20° à 40°) (A, fig. 6), sauf au niveau des zones de cisaillement où elle devient horizontale dans un plan de foliation vertical.

A l'échelle de la lame mince, cette phase est soulignée par l'orientation de la muscovite, de la séricite et du quartz étiré. Elle est également marquée par le développement de microstructures asymétriques (structures C/S, queues de cristallisation...) traduisant le caractère hétérogène dans un régime non coaxial de cette phase.

Sur le terrain, cette phase de déformation affecte également les granites intrusifs, les filons basiques qui les traversent ainsi que la couverture quartzitique d'âge Néoprotérozoïque (Précambrien II) (Julivert *et al.*, 1998). Les mêmes structures ont été également décrites dans la boutonnière voisine de Bou Azzer aussi bien dans le socle paléoprotérozoïque (Rahimi *et al.*, 1998) que dans les formations Néoprotérozoïques (Précambrien II) (Saquaque *et al.*, 1989). Elles sont attribuées à la phase majeure (B1) de l'orogénèse pan-africaine. De ce fait il nous paraît normal de rattacher cette schistosité principale S2 ainsi que les microstructures associée à la même phase de déformation.

La troisième phase (S3) post schisteuse est non pénétrative. Elle est de faible intensité et se manifeste par des kink bands et par la crénelation de la S2 (Pl. II, fig. 6), et ne semble pas être accompagnée de recristallisation importante. Elle est de direction moyenne N140 à N160 avec des plongements variables (B, fig. 6). Cette phase correspond probablement à la phase tardive B2 de l'orogénèse pan-africaine.

## V. — CONCLUSION.

La série métamorphique qui forme l'encaissant des granites éburnéens de la boutonnière de Zenaga est formée essentiellement de micaschistes qui dérivent probablement d'une série turbiditique d'âge Paléoprotérozoïque formée par l'alternance de métashales et de métagrauwackes avec prédominance de ces derniers.

Cette série est affectée par au moins trois phases de déformation: la première S<sub>1</sub> est à rattacher à l'orogénèse

éburnéenne. La deuxième phase S<sub>2</sub> qui affecte à la fois les granites éburnéens et leur couverture d'âge Néoprotérozoïque serait attribuée à la phase majeure B<sub>1</sub> de l'orogénèse pan-africaine. Celle-ci est responsable de la structuration du socle et du développement des différentes structures et microstructures résultant d'une déformation hétérogène non coaxiale en régime cisailant senestre.

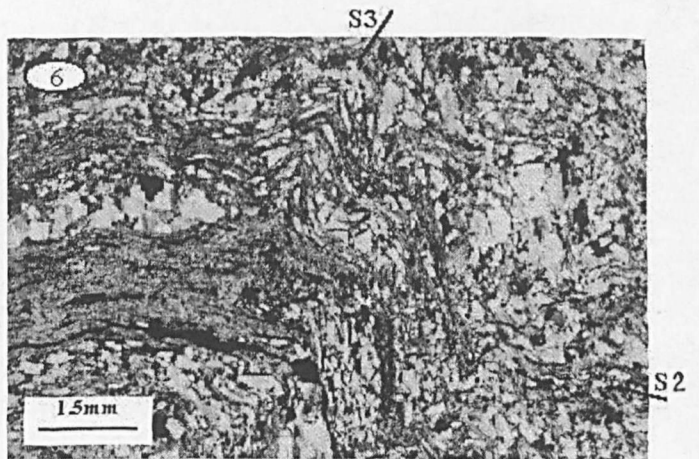
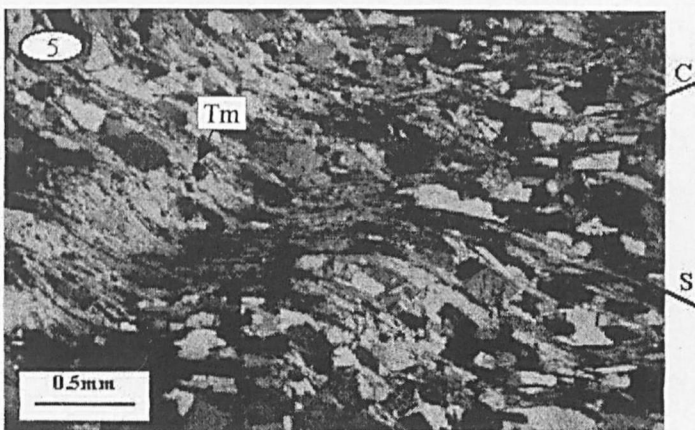
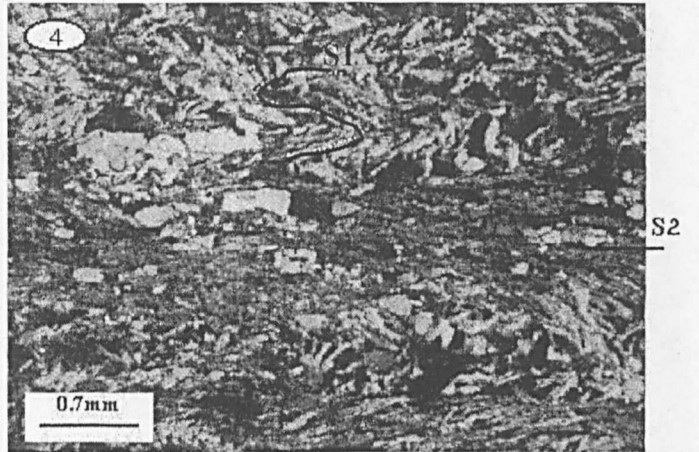
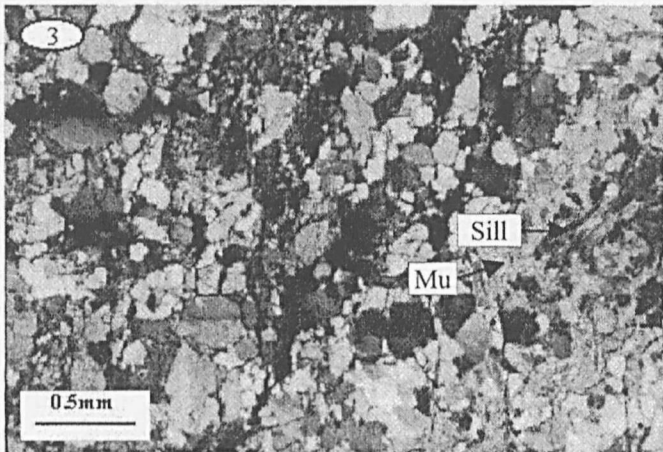
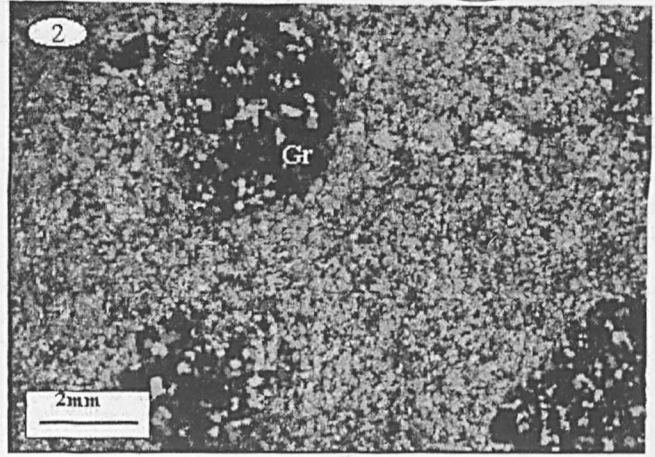
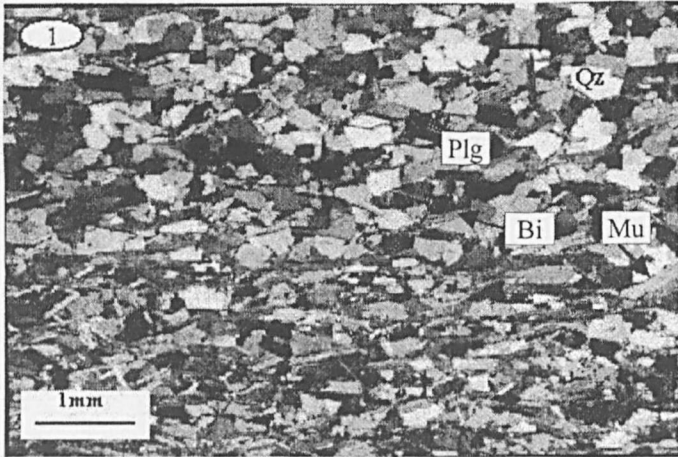
La troisième phase S<sub>3</sub> de crénulation et moins intense, pourrait correspondre à la phase tardive B<sub>2</sub> de l'orogénèse pan-africaine.

## BIBLIOGRAPHIE

- BAJJA A. (1998). — Volcanisme syn à post orogénique du Néoprotérozoïque de l'Anti Atlas : implications pétrogénétiques et géodynamiques. Thèse d'Etat, Univ. Marrakech, 215p.
- BARD J.P. (1980). — Microtextures des roches magmatiques et métamorphiques. Masson ed. 192p.
- CHOUBERT G. (1963). — Histoire géologique de l'Anti-Atlas, Tome I., *N.Mem. Serv. Geol. Maroc*, t.162, 352p.
- ENNIH N. (1987). — Le magmatisme précambrien dans le Nord de la boutonnière de Zenaga (Anti-Atlas marocain). Etude pétrologique et structurale. Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle. Univ. Toulouse. 170p.
- FONTEILLES M. (1976). — Essai d'interprétation des compositions chimiques des roches d'origine magmatique du massif hercynien de l'Agly. Thèse Doct. ès Sci., Paris VI., 685p.
- HAFID A. (1992). — Granites et dolérites protérozoïques de la Boutonnière d'Irherm (Anti Atlas occidental, Maroc): Pétrologie, Géochimie et signification géodynamique. Thèse Univ. Paris VI. 174p.
- HAFID A., SAGON J.P. et SAIDI A.- (1998). — La série métamorphique du Protérozoïque inférieur de la boutonnière d'Irherm (Anti Atlas occidental, Maroc): pétrographie, géochimie et aperçu structural. *Africa Géos. Rev.*, V.5, n° 1&2, pp. 145-149.
- HASSENFORDER B. (1987). — La tectonique panafricaine et varisque de l'Anti Atlas dans le massif de Kerdous (Maroc). Thèse de Doctorat ès sciences, Univ. Strasbourg, 249 p.
- HORRENBARGER J.C. (1973). — Tectoniques superposées dans le précambrien de la plaine de Zenaga (Anti-Atlas central, Maroc). *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t.227, pp.1601-1604.
- JULIVERT M., CARRERAS J., HAFID A., SAIDI A., DRUGUET E. et ARBOLEYA M.L. (1998). — A pan-africain mylonite belt in the Zenaga (central Anti Atlas, Morocco). Pan-african meeting proceeding, Heidelberg, october 1998.
- IKENNE M., GASQUET D., BARBEY P. et MACAUDIERE J. (1997). — Relations entre déformation, métamorphisme et magmatisme dans le Paléoprotérozoïque du massif du Bas Draa (Anti Atlas occidental, Maroc). *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t.324, IIa, pp.237-243.
- RAHIMI A., SAQUAQUE A. et NACHIT H. (1998). — Structures et microstructures de déformation dans le précambrien I du Sud d'Ait Hmane (Anti-Atlas, Maroc). *Africa Géos. Rev.*, V.5, n° 1&2, pp. 117-121.
- SAQUAQUE A., ADMOU H., CISSE A., BEN YOUSSEF A. et REUBER I.- (1989). — Les intrusions calco-alkalines de la boutonnière de Bou-Azzer (Anti-Atlas Maroc): marqueurs de la déformation pan-africaine majeure dans un contexte de collision d'arc. *C.R.Acad.Sc.*, Paris, 308, II, pp. 1279-1283.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE II

- Fig. 1. — Aspect grano- lépidoblastique d'un micaschiste à muscovite (Mu) et à biotite (bi).
- Fig. 1. — Grano-lepidoblastic aspect of muscovite (Mu) and biotite (bi) micaschist.*
- Fig. 2. — Micaschiste à grenat (Gr) de Tamaarouft.
- Fig. 2. — Tamaarouft garnet (Gr) micaschist.*
- Fig. 3. — Micaschiste à sillimanite (Sill). Cette dernière se rétrotransforme en muscovite (Mu).
- Fig. 3. — Transformation of sillimanite (Sill) to muscovite (Mu) in sillimanite micaschist.*
- Fig. 4. — Niveau quartzique microplissé en un pli P<sub>2</sub> synschisteux, on note également le plissement de la foliation primaire S<sub>1</sub>.
- Fig. 4. — Microfolded quartzic level in P<sub>2</sub> fold and primary foliation (S<sub>1</sub>).*
- Fig. 5. — Relation foliation S et plans de cisaillement C (structure C/S) dans un micaschiste à muscovite et à tourmaline (Tm) matérialisée par la déviation des paillettes de muscovite dessinant un jeu senestre.
- Fig. 5. — S and C relationships (C/S) in muscovite and tourmaline (Tm) micaschist.*
- Fig. 6. — Crénulation tardive dans les micaschistes à deux micas.
- Fig. 6. — Later microfold in micaschists.*











Sont en vente au Siège de la Société :

### MÉMOIRES (\*)

<b>Tome I</b>	n° 1. — Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p.....	336,00 F
	n° 2. — P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pennsylvanie</i> , 1882, 178 p.....	252,00 F
	n° 3. — R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.....	36,00 F
<b>Tome IV</b>	n° 1. — J. GOSSELET, <i>Etudes sur les variations du Spirifer Vermeuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.....	90,00 F
<b>Tome VI</b>	n° 1. — P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri</i> , B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl.....	85,00 F
	n° 2. — J. GOSSELET et al., <i>Faune siluro-dévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. Fasc. 2.....	336,00 F
	n° 3. — V. COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909, 68 p., 3 pl.....	156,00 F
<b>Tome VII</b>	n° 1. — P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa</i> , Stenzel, 1911, 72 p., 6 pl.....	102,00 F
<b>Tome VIII</b>	n° 2. — Ed. LEROUX, <i>Le tunnel de l'Ave Maria</i> , 1929, 50 p., 5 pl.....	120,00 F
<b>Tome IX</b>	n° 1. — G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.....	432,00 F
	n° 2. — G. FOURNIER et al., <i>Poissons élasmodontes de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.....	96,00 F
<b>Tome X</b>	n° 2. — J. LAVERDIÈRE, <i>Terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931, 132 p., 8 pl.....	180,00 F
<b>Tome XII</b>	— D. LEMAITRE, <i>Faune des calcaires dévoniens du Bassin d'Anceis</i> , 1934, 268 p., 18 pl.....	336,00 F
<b>Tome XIII</b>	— P. BRICHE et al., <i>Flore infraliasique du Boulonnais</i> , 1963, 145 p., 11 pl.....	252,00 F
<b>Tome XIV</b>	— G. WATERLOT, <i>Les Gigantostacés du Siluro-Dévonien de Liévin</i> , 1966, 23 p., 5 pl.....	84,00 F
<b>Tome XV</b>	— J. MANIA, <i>Gestion des Systèmes aquifères. Applications au Nord de la France</i> , 1978, 228 p.....	180,00 F
<b>Tome XVI</b>	— A. BOUROZ et al., <i>Essai de synthèse des données acquises dans la gènèse et l'évolution des marqueurs pétrographiques dans les bassins houillers</i> , 1983, 118 p., 10 pl.....	250,00 F

### PUBLICATIONS (\*)

Publication N° 1. — J. CHOROWICZ, <i>Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac (Yougoslavie)</i> .....	130,00 F
Publication N° 2. — J. CHARVET, <i>Essai sur un orogène alpin : Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Sarajevo (Yougoslavie)</i> .....	150,00 F
Publication N° 3. — J. ANGELIER, <i>Néotectonique de l'arc égéen</i> .....	140,00 F
Publication N° 4. — J.J. FLEURY, <i>Les zones de Gavrovo-Tripolitza et du Pinde-Olonos (Grèce continentale et Péloponnèse du Nord). Evolution d'une plate-forme et d'un bassin dans leur cadre alpin</i> .....	175,00 F
Publication N° 5. — M. COUSIN, <i>Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie</i> .....	175,00 F
Publication N° 6. — F. THIEBAULT, <i>L'évolution géodynamique des Héliénides externes en Péloponnèse méridional</i> .....	185,00 F
Publication N° 7. — P. DEWEVER, <i>Radiolaires du Trias et du Lias de la Téthys</i> .....	180,00 F
Publication N° 8. — J. FERRIERE, <i>Paléogéographie et tectoniques superposées dans les Hellénides internes : les massifs de l'Othrys et du Pélion (Grèce continentale)</i> .....	185,00 F
Publication N° 9. — H. MAILLOT, <i>Les Paléoenvironnements de l'Atlantique sud : Apport de la géochimie sédimentaire</i> .....	130,00 F
Publication N° 10. — Cl. BROUSMICHE, <i>Les Fougères sphénoptériennes du Bassin Houllier Sarro-Lorrain</i> .....	200,00 F
Publication N° 11. — B. MISTIAEN, <i>Phénomènes récifaux dans le Dévonien d'Afghanistan (Montagnes Centrales). Analyse et systématique des Stromatopores</i> .....	200,00 F
Publication N° 12. — T. HOLTZAPFFEL, <i>Les minéraux argileux. Préparation, analyses diffractométriques et détermination</i> ..... T.T.C.	90,00 F
Publication N° 13. — J.L. MANSY, <i>Géologie de la Chaîne d'Ormineca des Rocheuses aux plateaux intérieurs (Cordillère Canadienne). Evolution depuis le Précambrien</i> .....	200,00 F
Publication N° 14. — C. BECK, <i>Géologie de la Chaîne Caraïbe au méridien de Caracas (Venezuela)</i> .....	125,00 F
Publication N° 15. — J.M. DEGARDIN, <i>Le Silurien des Pyrénées : Biostratigraphie, Paléogéographie</i> .....	125,00 F
Publication N° 16. — J. SIGAL, <i>Les recherches sur les Foraminifères fossiles en France des environs de 1930 à l'immédiat après-guerre</i> ..... T.T.C.	100,00 F
Publication N° 17. — F. DELAY, <i>Etude et cartographie géologiques du Massif pyrénéen de l'Agly (Fasc. 1 : Evolution tectono-métamorphique ; Fasc. 2 : Traitement informatique des microanalyses chimiques ; Fasc. 3 : Carte géol. en couleurs 1/25000 Massif Agly)</i> ..... T.T.C. (les 3 fasc.)	360,00 F
Publication N° 18. — A. KHATIR, <i>Structuration et déformation progressive au front de l'allochtone ardennais (Nord de la France)</i> ..... T.T.C.	150,00 F
Publication N° 19. — C. LAMOUREUX, <i>Les mylonites des Pyrénées. Classification. Mode de formation. Evolution</i> .....	150,00 F
Publication N° 20. — G. MAVRIKAS, <i>Evolution Crétacé-Eocène d'une plate-forme carbonatée des Hellénides externes. La plate-forme des Ori Valtou (Massif du Gavrovo), Zone de Gavrovo-Tripolitza (Grèce continentale)</i> .....	150,00 F
Publication N° 21. — P. BRACQ, <i>Effet d'échelle sur le comportement hydrodynamique et hydrodispersif de l'aquifère crayeux, apport de l'analyse morphostructurale</i> .....	150,00 F
Publication N° 22. — N. FAGEL, <i>Flux argileux du Néogène au Quaternaire dans l'Océan Indien Nord, mise en évidence et interprétation</i> .....	150,00 F
Publication N° 23. — G. BUSSON et A. CORNÉE, <i>L'événement océanique anoxique du Cénomaniens supérieur-terminal</i> .....	125,00 F
Publication N° 24. — B. LOUCHE, <i>Limites littorales de la nappe de la Craie dans la région Nord Pas-de Calais. Relations eaux souterraines-eaux superficielles-mer</i> .....	150,00 F
Publication N° 25. — J. G. BREHERET, <i>L'Aptien et l'Albien de la fosse vocontienne (des bordures au bassin). Evolution de la sédimentation et enseignements sur les événements anoxiques</i> .....	300,00 F
Publication N° 26. — T. PLETSCHE, <i>Clay minerals in Cretaceous deep-water formations of the Rif and the Betic Cordillera (N. Morocco and S. Spain)</i> .....	125,00 F
Publication N° 27. — E. VENNIN, <i>Architecture sédimentaire des Bioconstructions permo-carbonifères de l'Oural méridional (Russie)</i> .....	180,00 F
Publication N° 28. — <i>Actes des 1<sup>ères</sup> journées régionales Nord/Pas-de-Calais du Patrimoine géologique</i> .....	100,00 F

Les membres abonnés bénéficient d'une réduction de 20% sur un exemplaire de chacune de ces publications.

Les prix sont augmentés des frais de port et d'emballage quand les volumes ne sont pas pris directement au dépôt.

(\*) Tous les prix sont indiqués hors taxe, sauf indication contraire (T.T.C.).

# SOMMAIRE

Tome 8 (2<sup>me</sup> série), Fascicule 1

parution 2000

	pages
Thierry MALVESY, Claude BABIN et Julien BARROIS . — Les Collections du Musée d'Histoire Naturelle de Lille. III. — Les Bivalves (types et figures).....	3
Michel DUBOIS, Christophe BURET and Frank CHANIER. — Subsilog, a "C" program for Decompaction and subsidence computation. Application to the New Zealand forearc basin.....	19
Stanislas LOBOZIAK, José Henrique G. MELO et Maurice STREEL. — Comments on the criticisms of Coquel and Abdesselam-Rouighi (1999) to the paper of Loboziak <i>et al.</i> (1998) .....	25
Lahoucine HANICH, Norbert CRAMPON et Jean Pierre COLBEAUX. — Apport de l'analyse des données de forages à la connaissance des zones productives de l'aquifère Crétacé du bassin d'Essaouira (Maroc).....	27
Françoise P. BIGEY, Emmanuel BOUYX, Denise BRICE et Remy GOURVENNEC . — Bryozoaires et paléobiogéographie : données fournies par le Dévonien inférieur de Nouvelle-Ecosse (Canada)..	33
Abdellatif SAIDI, Ahmid HAFID, Ali SAQUAQUE, Abdelmejid RAHIMI et Manuel JULIVERT. — Pétrographie et structure des formations métamorphiques d'âge paléoprotérozoïque de la boutonnière de Zenaga ( Anti Atlas, Maroc).....	45

© 2000 Société Géologique du Nord Editeur, Lille

Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteurs.

Imprimé en France (Printed en France)