50376
1977
98

N° d'ordre : 627

50376
1977
98

THESE

présentée à

L' UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE TROISIEME CYCLE

MENTION GEOLOGIE APPLIQUEE

par

Jean-Marie DEGARDIN

CONTRIBUTION A L' ETUDE GEOLOGIQUE DU SILURIEN DE LA REGION DE BENASQUE (PROVINCE DE HUESCA_ESPAGNE)

BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE
Section de SCIENCES
LILLE

Soutenue le 31 mai 1977 devant la Commission d'Examen

Membres du Jury : MM. C. DELATTRE — Président
M. WATERLOT — Rapporteur
P. CELET — Examinateur
C. HEDDEBAUT — Examinateur
J. M. CHARLET — Invité

AVANT - PROPOS

C'est à Monsieur le Professeur M. WATERLOT que je dois d'avoir pu entreprendre cette étude. Il me fit profiter sur le terrain, de son expérience de la géologie des Pyrénées et me prodigua conseils et encouragements. De tout cela, je le remercie sincèrement.

Je remercie Monsieur le Professeur Ch. DELATTRE d'avoir bien voulu présider le Jury. Par ses nombreux conseils et avis, il m'a guidé dans mes recherches sur la matière organique dispersée dans les sédiments.

Je remercie également Messieurs le Professeurs P.CELET, J.M. CHARLET et C. HEDDEBAUT qui ont accepté d'examiner ce mémoire.

Ma gratitude va aussi à tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce travail :

- Monsieur F. LETHIERS qui m'a conseillé avec patience lors de la rédaction de l'étude paléontologique des Graptolites et des Conodontes,
- Monsieur le Docteur D. STOPPEL, spécialiste des Conodontes qui m'a accueilli dans son laboratoire,
- Monsieur J. DEUNFF qui m'initia aux techniques d'études des Acritarches,
- Messieurs P. BLANQUART et D. DEROUBAIX qui m'ont aidé à appliquer les techniques d'étude de la pétrologie houillère.

J'assure de ma gratitude tous ceux qui ont participé à la réalisation technique de ce mémoire :

Messieurs L. ANDRIES, J. CARPENTIER, P. DHORN et M. PLUQUIN,
Mesdames BREBION, MASSINON, TAILPIED et Mademoiselle MULIER.

RESUME

L'étude stratigraphique détaillée du Silurien de la région de Benasque (Province de Huesca, Espagne) a montré que la série lithostratigraphique était complète du Llandovérien moyen au Ludlowien supérieur. Les terrains siluriens sont en majeure partie représentés par une série de schistes noirs, fissiles, contenant en grande quantité des grains de matière organique dispersée et des sulfures de fer. De nombreux Graptolites, plus ou moins bien conservés, permettent de dater les schistes du Llandovérien moyen au Wenlockien. Dès le Wenlockien supérieur, des niveaux de calcaires noirs à Orthocères s'intercalent dans la série schisteuse. La découverte de Conodontes dans les calcaires du Gédinnien inférieur a permis de préciser l'extension maximale de la série formée de l'alternance de calcaires noirs et de schistes noirs.

Comme les schistes, les calcaires noirs renferment de nombreux grains de matière organique dont le pouvoir réflecteur est nettement plus élevé que celui des grains contenus dans les schistes. Le rang de la matière organique des terrains siluriens varie des charbons gras au graphite.

Dans la région étudiée, l'épaisseur du Silurien est très variable. En raison de leur incompétence, les schistes ont eu un comportement différent lors des plissements. Sur les flancs des plis, les schistes présentent une épaisseur réduite ou parfois, disparaissent. Au contraire, ils s'accumulent au niveau des charnières des plis et forment un amas important où la stratigraphie reste très confuse.

La sédimentation schisteuse du Silurien s'est effectuée dans une mer calme, peu profonde, en milieu réducteur et riche en plancton. Le dépôt des calcaires s'explique certainement par une variation du pH de l'eau et un apport plus faible en éléments détritiques terrigènes.

RESUMEN

El estudio estratigrafico detallado del Silúrico de la región de Benasque (provincia de Huesca, España), demuestra que la serie litostratigráfica es contínua desde el Llandoveriense medio al Ludlowiense superior. Los terrenos silúricos están representados, en su mayor parte, por pizarras negras, fisibles, conteniendo gran cantidad de materia orgánica y sulfuros de hierro. La presencia de numerosos Graptolites, mejor o peor conservados, permite datar las pizarras como del Llandoveriense medio al Wenlockiense. A partir del Wenlockiense superior se intercalan en la serie pizarrosa, niveles de calizas negras con Ortocerátidos. El descubrimiento de Conodontos del Gediniense inferior en las calizas, ha permitido precisar la extensión máxima de la alternancia de calizas y pizarras negras.

Las calizas contienen tambien abundante materia orgánica, cuyo poder reflectante es claramente mayor que el de la contenida en las pizarras. El rango de la materia orgánica de los terrenos silúricos oscila entre los carbones grasos y el grafito.

En la región estudiada, el espesor del Silúrico es muy variable. A causa de su plasticidad, las pizarras se han comportado de forma diferente durante el plegamiento. Asi, en los flancos de los pliegues, se reducen o, incluso, llegan a desaparecer, mientras que, por el contrario, se acumulan en las charnelas, formando masas importantes cuya estratigrafia es muy confusa.

La sedimentación pizarrosa del Silúrico, se efectuó en un mar tranquilo, poco profundo, en medio reductor rico en plancton. El depósito de las calizas se dibió, seguramente, a una variación del pH de las aguas unida a un aporte menor de elementos detríticos terrígenos.

TABLE DES MATIERES

pages

AVANT - PROPOS III

RESUME V

TABLE DES MATIERES VII

I N T R O D U C T I O N

I - GENERALITES 3

I-1. Aperçu géographique des Pyrénées 3
I-2. Aperçu géologique des Pyrénées 6

I-2.1. La zone primaire axiale 7
I-2.2. Le versant nord des Pyrénées 8
I-2.3. Le versant sud des Pyrénées 9

I-3. Localisation du secteur étudié 10

I-3.1. Les limites géographiques 10
I-3.2. L'oro-hydrographie de la région de Benasque 12
I-3.3. Le contexte géologique du secteur étudié 15

I-4. Documents utilisés 17

II - HISTORIQUE 17

II-1. Définition du "Silurien" 17

II-2. Bref historique des recherches sur le Silurien des Pyrénées centrales 17

P R E M I E R E P A R T I E

E T U D E S T R A T I G R A P H I Q U E

CHAPITRE PREMIER

ETUDE DES TERRAINS ANTE ET POST-SILURIENS

I - LA STRATIGRAPHIE DU CAMBRO-ORDOVICIEN 24

I-1. Le Cambro-Ordovicien de la côte frontalière 24

I-2. L'Ordovicien de la vallée du Rio Baliera 24

I-3. Conclusions 28

II - LA STRATIGRAPHIE DU DEVONIEN 28

II-1. Composition du Dévonien des deux principales unités définites par P.H.W. MEY (1967) 31

II-1.1. L'unité de la Sierra Negra 31
II-1.2. L'unité de Baliera 33

II-2. Description sommaire du Dévonien 33

II-2.1. Le Dévonien de la vallée du Rio Esera 33
II-2.2. Le Dévonien du versant sud du Pic Castanesa 35
II-2.3. Le Dévonien de la vallée du Rio Baliera 35

II-3. Conclusions 35

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE DES TERRAINS SILURIENS

I - GENERALITES 39

I-1. Distribution géographique 39

I-2. Aspect morphologique 39

I-3. Historique des découvertes du Silurien 41

II - ETUDE DETAILLEE DU SILURIEN 45

II-1. Etude du Silurien de la vallée de l'Esera 45

II-1.1. Le Silurien du Pont San Jaime 45
II-1.2. Le Silurien de la Grange de Cavaler 49
II-1.3. Observation du Silurien sur le versant oriental du Pic de Ruda 53

II-2. Le Silurien de la Sierra Negra et de la Sierra de Llausset 55

II-2.1. Observation du Silurien sur le versant méridional de la Sierra Negra 57

II-2.1.1. Coupes géologiques dans la vallée de Ardoners 57
II-2.1.2. Coupe passant par le col de Ardones 59
II-2.1.3. Le Silurien de la haute vallée du Barranco de Peñascara 61

II-2.2. Observation du Silurien sur le versant septentrional de la Sierra Negra 64

II-2.2.1. Coupe dans la vallée du Torrente del Muidor . 64
II-2.2.2. Coupe de la Turqueta Blanca de Vallibierna (2790 m) 66
II-2.2.3. Coupe du Pic Estiba Freda (2680 m) 67
II-2.2.4. Observation du Silurien dans la vallée de Vallibierna 69

II-2.3. Observation du Silurien sur le versant occidental de la Sierra Negra 71

II-2.3.1. Le Silurien du Bosquet 71
II-2.3.2. Description du Silurien compris entre les vallées des Barrancos de Rinero et de Roviella 74
II-2.3.3. Le Silurien du Pic d'Espax (2550 m) 80

II-2.4. Le Silurien de la Sierra de Llausset 82

II-3. Les terrains siluriens dans les régions voisines de la Sierra Negra 84
II-3.1. Les terrains siluriens de la haute vallée du Rio Esera 84
II-3.1.1. Les terrains siluriens du Plan des Etangs . 84
II-3.1.2. Les terrains siluriens en amont du Plan de l'Hopital 87
II-3.1.3. Les terrains siluriens de la vallée du Torrente de Gorgutes 87
II-3.2. Le Silurien de la vallée du Rio Astos 89
II-3.3. Le Silurien de la vallée de Aigueta de Eriste .. 89
II-3.3.1. Coupe de l'anticlinal de la Cascade de Espiantosa 92
II-3.3.2. L'anticlinal silurien de la cascade del Paset del Oso 92
II-3.4. Le Silurien au Sud de Anciles 93
II-3.5. Le Silurien de la vallée de la Noguera Ribagorzana 93

III - CONCLUSIONS 95

D E U X I E M E P A R T I E

E T U D E P E T R O G R A P H I Q U E

CHAPITRE PREMIER
ETUDE DES SCHISTES

I - ETUDE MICROSCOPIQUE DES SCHISTES 100
I-1. Description des minéraux 100
I-1.1. Les minéraux phylliteux 100
I-1.2. Le quartz..... 100
I-1.3. L'andalousite 101
I-1.4. Les chloritoïdes 101
I-1.5. Les minéraux opaques 101
I-2. Structure de la roche 102
II - ETUDE GEOCHIMIQUE DES SCHISTES SILURIENS 102

III - ETUDE DES MINERAUX ARGILEUX 104
IV - CONTENU PALEONTOLOGIQUE DES SCHISTES 106
V - CONCLUSIONS 106

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE DES ROCHES CARBONATEES

I - ETUDE DES CALCAIRES 109
I-1. Les calcaires du Wenlockien et du Ludlowien inférieur 110
I-1.1. Généralités 110
I-1.2. Etude microscopique 110
I-1.3. Contenu paléontologique 110
I-2. Les calcaires du Silurien terminal 111
I-2.1. Généralités 111
I-2.2. Etude microscopique 111
I-2.3. Contenu paléontologique 111
II - ETUDE DES CALCSCHISTES 112
II-1. Les calcschistes du Silurien supérieur 112
II-1.1. Généralités 112
II-1.2. Etude microscopique 112
II-1.3. Contenu paléontologique 112
II-2. Les calcschistes du Dévonien inférieur 113
II-2.1. Généralités 113
II-2.2. Etude microscopique 113
II-2.3. Contenu paléontologique 113
III - CONCLUSIONS 113

CHAPITRE TROISIEME

ETUDE DE LA MATIERE ORGANIQUE DISPERSEE

I - GENERALITES 116
II - TECHNIQUES D'ETUDE DE LA MATIERE ORGANIQUE DISPERSEE 116
II-1. Préparation des échantillons 117
II-1.1. Préparation des surfaces polies de blocs de roches ... 117
II-1.2. Préparation des échantillons en grains extraits des schistes 117
II-1.3. Préparation des échantillons en grains extraits des roches carbonatées 118

II-2. La mesure de la réflectance 118
II-2.1. Le principe de la mesure de la réflectance 118
II-2.2. Enregistrement et calcul de la réflectance 119
III - OBSERVATION DE LA MATIERE ORGANIQUE DISPERSEE 123
IV - RESULTATS ET INTERPRETATIONS 127
IV-1. Détermination du rang de la matière organique 127
IV-2. Répartition géographique des valeurs du pouvoir réflecteur maximal 129
IV-3. Evaluation des paléotempératures 129
IV-4. La cristallinité de la matière organique 133
IV-5. Interprétation des résultats 133
V - CONCLUSIONS 137

CHAPITRE QUATRIEME

ETUDE DES ROCHES ERUPTIVES

I - LES MASSIFS INTRUSIFS 139
I-1. Généralités 139
I-2. Description des roches 139
II - LES ROCHES FILONNIENNES 141
II-1. Généralités 141
II-2. Description minéralogique des roches filonniennes 141
III - CONCLUSIONS 141

CHAPITRE CINQUIEME

ETUDE DES ROCHES METAMORPHIQUES

I - LES SCHISTES 143
I-1. La cornéenne à andalousite 143
I-2. Les schistes à andalousite 144
II - LES CALCAIRES METAMORPHIQUES 144
II-1. Les calcaires à dipyre 145
II-2. Les calcaires à actinote 145
III - CONCLUSIONS 145

TROISIEME PARTIE

ETUDE TECTONIQUE

et

ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE

CHAPITRE PREMIER

ETUDE TECTONIQUE

I - LE CONTEXTE STRUCTURAL DE LA REGION ETUDIEE 149
II - LES DIFFERENTES STRUCTURES OBSERVEES 152
II-1. Le synclinal de Vallibierne 152
II-2. L'anticlinal de Espax 152
II-3. Le synclinal de Castanesa 152
II-4. L'anticlinal du flanc Sud du Pic Castanesa 155
III - LES FAILLES 155
IV - LA MICROTECTONIQUE 155
V - LE ROLE TECTONIQUE DU SILURIEN 155
VI - CONCLUSIONS 156

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE

I - ASPECT MORPHOLOGIQUE DES TERRAINS SILURIENS 157
II - EVOLUTION MORPHOLOGIQUE 157
II-1. Le fauchage des têtes de couches 157
II-2. La formation de coupes de glissement 159

QUATRIEME PARTIE

ETUDE PALEONTOLOGIQUE

CHAPITRE PREMIER

ETUDE DES CONODONTES

I - GENERALITES 164

II - TECHNIQUES D'EXTRACTION DES CONODONTES 168

II-1. Rappel sur les différentes techniques utilisées 168

II-2. Technique d'extraction adaptée aux faciès siluro-dévoniens du secteur étudié 169

II-2.1. Attaque de l'échantillon 169
II-2.2. La récolte des Conodontes 169
II-2.3. Conclusions 171

III - INVENTAIRE DES GISEMENTS A CONODONTES DE LASIERRA NEGRA ... 171

IV - ETUDE SYSTEMATIQUE DES CONODONTES RENCONTRES 176

V - REPARTITION BIOSTRATIGRAPHIQUE DES CONODONTES ETUDIES 207

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE DES GRAPTOLITES

I - INTRODUCTION 212

I-1. Aspect des Graptolites à la surface de la roche 212

I-1.1. Les déformations dues à la fossilisation 212
I-1.2. Les déformations dues aux mouvements tectoniques 212
I-1.2. Les Graptolites géants 214

I-2. Techniques d'études des Graptolites 214

I-2.1. La recherche et le prélèvement des échantillons 214
I-2.2. La figuration des fossiles 216
I-2.3. La classification utilisée 217
I-2.4. Index des différents paramètres utilisés pour la détermination des Graptolites 217

I-3. Historique des principales découvertes des Graptolites dans le secteur étudié 217

II - INVENTAIRE DES GISEMENTS GRAPTOLITIQUES DE LA REGION DE BENASQUE 218

III - ETUDE SYSTEMATIQUE DES GRAPTOLITES RENCONTRES 232

IV - REPARTITION BIOSTRATIGRAPHIQUE DES GRAPTOLITES RENCONTRES .. 300

C I N Q U I E M E P A R T I E

E T U D E P A L E O G E O G R A P H I Q U E

I - LES SERIES LITHOLOGIQUES DU SILURIEN DES PYRENEES ET DE LA MONTAGNE NOIRE 305

I-1. Le Silurien des Pyrénées basques 305
I-2. Le Silurien de la partie occidentale de la zone primaire axiale 307
I-3. Le Silurien des Pyrénées orientales 307
I-4. Le Silurien de la Montagne Noire 308

II - ESSAI DE RECONSTITUTION DU MILIEU DE SEDIMENTATION DES TERRAINS SILURIENS 308

III - ESSAI DE RECONSTITUTION DE LA PALEOGEOGRAPHIE EUROPENNE AU SILURIEN 309

III-1. Le Silurien de Grande-Bretagne 309

III-2. Le Silurien des Ardennes 309

III-3. Le Silurien du Massif Armoricain 309

III-4. Le Silurien de Bohême 309

IV - CONCLUSIONS 310

CONCLUSIONS 311

BIBLIOGRAPHIE 315

INDEX 347

LISTE DES FIGURES 349

LISTE DES TABLEAUX 351

LISTE DES PLANCHES 352

LISTE DES FOSSILES DECRITS 353

E R R A T A

page	ligne	
VII	28	lire crête au lieu de côte
VIII	31	lire Peñascaro au lieu de Peñascara
VIII	35	lire Tuqueta au lieu de Turqueta
XII	23	lire loupes au lieu de coupes
3	4 et 29	lire Maladeta au lieu de Maladetta
15	17	lire Maladeta au lieu de Maladetta
15	23	lire Villaler au lieu de Villaller
17	9	lire Maladeta au lieu de Maladetta
25	10	lire ARENIG au lieu de ARENING
31	10	lire Maladeta au lieu de Maladetta
45	28	lire N 80° au lieu de 80°N
95	3	lire étudiée au lieu de étudié
169	12	lire ci-dessus au lieu de ci-dessous
171	19	lire piste au lieu de poste
179	24	lire Barcelone au lieu de Barcelonne
191	18	lire Sahara au lieu de Shara
225	22	lire Barranco au lieu de arranco
257	18	lire thèques au lieu de thèsques
305	26	lire contient au lieu de contiennent
307	27	lire faisait au lieu de faisant
313	14	lire Maladeta au lieu de Maladetta
313	23	lire changé au lieu de changées

INTRODUCTION

Sommaire :

I - GENERALITES

I-1. Aperçu géographique des Pyrénées

I-2. Aperçu géologique des Pyrénées

I-2.1. La zone primaire axiale

I-2.2. Le versant nord des Pyrénées

I-2.3. Le versant sud des Pyrénées

I-3. Localisation du secteur étudié

I-3.1. Les limites géographiques

I-3.2. L'oro-hydrographie de la région de Benasque

I-3.3. Le contexte géologique du secteur étudié

I-4. Documents utilisés

II - HISTORIQUE

II-1. Définition du "Silurien"

II-2. Bref historique des recherches sur le Silurien des Pyrénées centrales

I - GENERALITES

Le but essentiel de mon travail est de préciser la stratigraphie des terrains siluriens de la Sierra Negra, situés au Sud du massif de la Maladetta entre le massif des Posets à l'Ouest et la Noguera Ribagorzana à l'Est.

Avant d'aborder l'étude géologique de cette région, il me parait utile de situer cet exposé dans un cadre plus général.

I-1. Aperçu géographique des Pyrénées

Les Pyrénées forment une chaîne rectiligne allongée WNW-ESE sur 450 km environ, du golfe de Gascogne au golfe du Lion. Les reliefs vont en s'amplifiant d'Ouest en Est; la partie élevée de la chaîne étant située entre le pic du Midi d'Ossau (2885 m) et le Canigou (2785 m). Dans la partie centrale, la ligne de crête s'étend de façon ininterrompue sur 115 km entre les cols du Pourtalet (1792 m) et de la Bonaïgue (2072 m). Elle culmine successivement au Balaïtous (3144 m), au Vignemale (3298 m); au Mont Perdu (3353 m), au Perdighero (3222 m) et ne s'abaisse qu'exceptionnellement en dessous de 2500 m. En général, les points culminants des Pyrénées font partie de grands massifs séparés de la crête frontalière par des vallées profondes orientées sensiblement E-W. C'est le cas du pic d'Aneto ou "Nethou" (3404 m) qui émerge du massif de la Maladeta .

De nombreux glaciers, vestiges de la glaciation du Würm, jalonnent les lignes de crêtes des hauts massifs. L'érosion glaciaire, très intense dans les Pyrénées centrales, est caractérisée par la présence d'une part de roches moutonnées et striées et, d'autre part, par les profils transversaux et longitudinaux des vallées. En effet, la vallée glaciaire a généralement pour origine un cirque glaciaire et présente de nombreux verrous. L'existence de ces verrous glaciaires détermine des gradins dans le profil longitudinal de la vallée. Il faut également remarquer, en amont des verrous glaciaires, la présence de lacs de surcreusement qui sont très fréquents dans le massif de la Maladetta. Parfois, ces lacs de surcreusement sont transformés en tourbières ou plus fréquemment, remblayés par des dépôts fluvio-glaciaires formant alors de petites plaines suspendues que les Espagnols appellent "Plans". Dans la haute vallée de l'Esera, de nombreux plans se succèdent : de l'aval vers l'amont, nous rencontrons le plan de Senarta, le plan des Bains, le plan de Sarra, le plan de l'Hopital et le plan des Etangs.

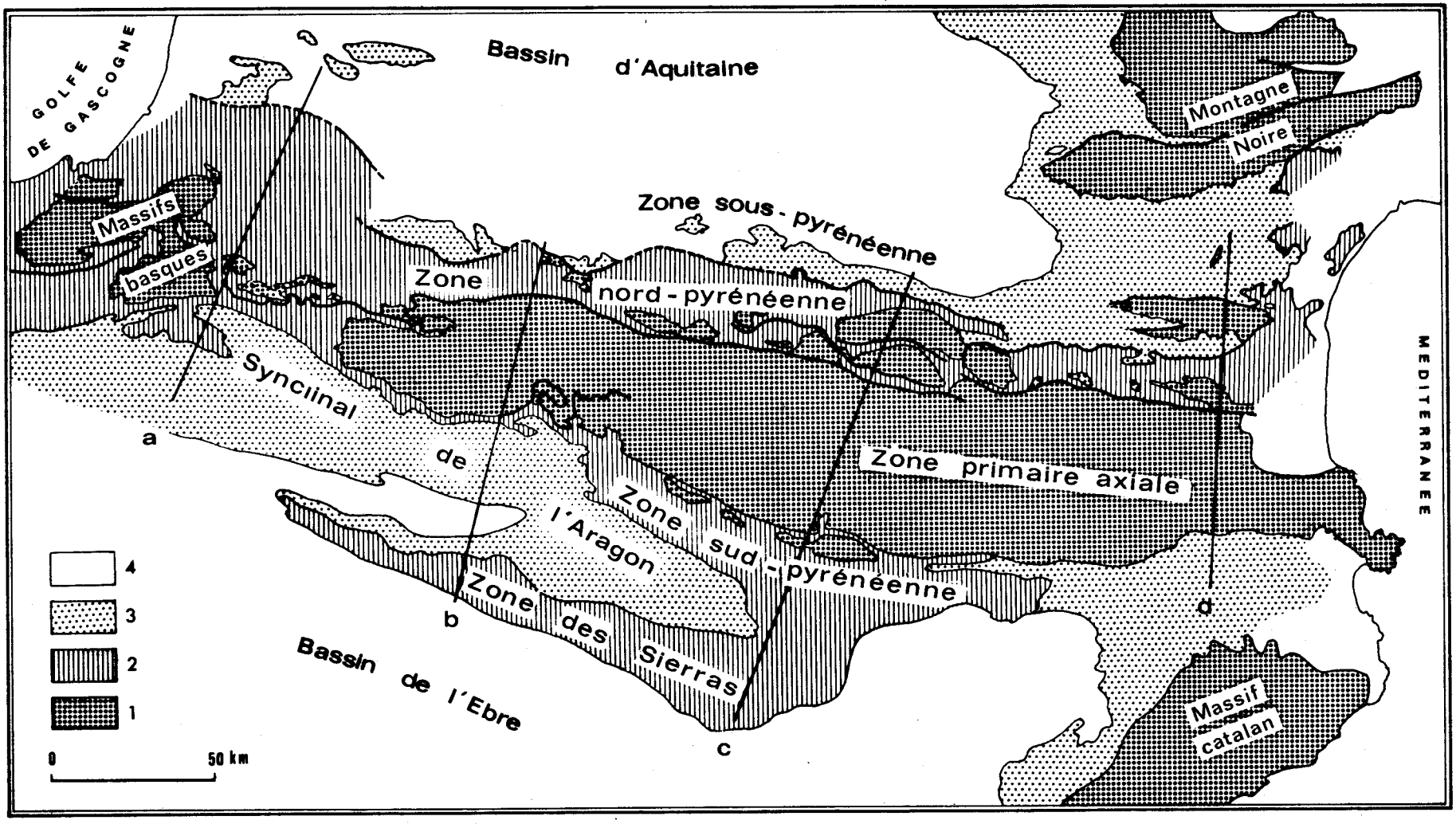
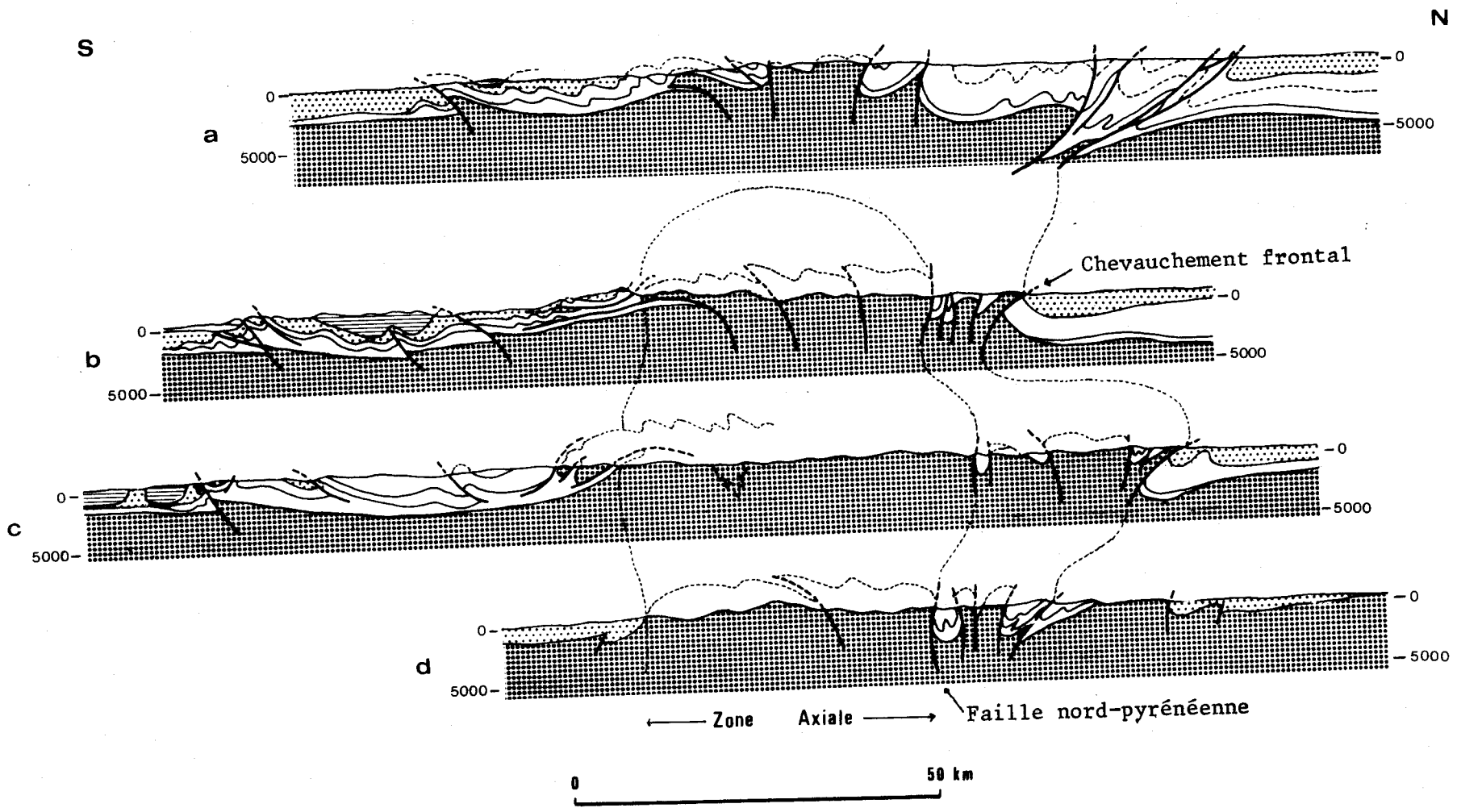


Fig. 1.- LES GRANDES SUBDIVISIONS STRUCTURALES DES PYRENEES (d'après M. CASTERAS, 1974).

1 Socle hercynien.- 2 Terrains secondaires.- 3 Crétacé supérieur et Eocène.- 4 Terrains postérieurs à l'Eocène.



BIUS LILLE

Fig. 2.- COUPES GENERALES A TRAVERS LA CHAINE PYRENEENNE (d'après M. SEGURET, 1972).

Tout le réseau hydrographique pyrénéen, à l'exception des rivières situées aux extrémités de la chaîne, est lié au bassin atlantique de la Garonne et au bassin méditerranéen de l'Ebre. Les principaux affluents de ces deux fleuves ont une orientation générale N-S et la ligne de crête, matérialisant la frontière entre l'Espagne et la France constitue bien souvent la ligne de partage des eaux entre le bassin de l'Ebre au Sud et le bassin de la Garonne au Nord. Il existe cependant quelques cas particuliers échappant à cette observation : il faut tout d'abord citer le cas du val d'Aran qui est l'une des seules vallées espagnoles dont l'ouverture soit tournée vers la France. Le deuxième cas a été soulevé lors de la localisation des sources de la Garonne. En effet, il a été prouvé que les eaux issues du glacier de la Maladetta, s'engouffrent au trou du Toro dans les calcaires dévoniens et franchissent la ligne de crête frontalière en un cours souterrain. Elles réapparaissent sur le versant français et forment le torrent de la Garonne.

Malgré les nombreuses vallées orientées N-S qui entaillent profondément la chaîne, les Pyrénées restent une barrière difficilement franchissable. Dans les Pyrénées centrales espagnoles, les voies de communications sont peu nombreuses et les relations entre deux vallées parallèles sont presque inexistantes. Une seule voie de passage facile a été réalisée par le percement du tunnel de Viella, long de 5 kilomètres sous le massif de la Maladetta qui relie le val d'Aran à la haute vallée de la Noguera Ribagorzana. Actuellement, de grands travaux sont entrepris pour aménager une nouvelle voie d'accès, dans la vallée de l'Esera.

I-2. Aperçu géologique des Pyrénées (fig. 1 et 2).

Si les Pyrénées, du point de vue géographique, constituent la région montagneuse entre l'Espagne et la France sur une longueur de 450 kilomètres, l'édifice pyrénéen, pour les géologues, s'étend sur plus de 900 kilomètres depuis les Asturies, dans la région d'Oviedo, à l'Ouest, jusqu'à la Provence à l'Est. Sa largeur maximale ne dépasse pas 200 kilomètres.

Situées entre le bassin d'Aquitaine au Nord et le bassin de l'Ebre au Sud, les Pyrénées sont constituées de zones structurales allongées parallèlement à la direction générale de la chaîne. On observe à première vue une disposition symétrique par rapport à l'axe de la chaîne qui est

représentée par la zone axiale.

Du Nord au Sud, on distingue :

- la zone sous-pyrénéenne,
- la zone nord-pyrénéenne,
- la zone primaire axiale,
- la zone sud-pyrénéenne,
- les zones du synclinal de l'Aragon et des Sierras marginales.

I-2.1. La zone primaire axiale

La zone primaire axiale forme l'ossature ancienne de la chaîne pyrénéenne. Continue depuis la Méditerranée et large de 50 kilomètres au méridien de Luchon, elle se rétrécit peu à peu et s'ennoie sous la couverture secondaire du Pic d'Anie. Elle réapparaît cependant à l'Ouest dans les massifs d'Igounce et de Mendibelza, et dans les massifs primaires basques des Cinco-Villas, des Aldudes, de la Rhune-Haya et d'Ursuya-Baygura.

Délimitée au Nord par la faille nord-pyrénéenne, au Sud par un contact plus complexe, la zone primaire axiale est essentiellement constituée de terrains paléozoïques. Les terrains les plus anciens connus ont été rapportés au Caradocien. Cependant, il a été montré par A. AUTRAN, M. FONTEILLES et G. GUITARD (1970) que le Précambrien existait dans les Pyrénées et qu'il était représenté par des orthogneiss granitiques d'une part et des paragneiss d'autre part. Ces terrains, observés dans les Albères, sont recouverts en discordance cartographique par la série des micaschistes et gneiss de Balatg et la série de Canaveilles, considérées par G. GUITARD (1953) comme cambriennes.

Les terrains paléozoïques sont représentés par :

- Au Cambrien, des gneiss et des micaschistes surmontés de phyllades et de schistes. Quelques poudingues sont intercalés dans la partie moyenne de cette série.
- A l'Ordovicien, des schistes, des calcaires ou des grès très bien datés par des Brachiopodes, des Trilobites et des Echinodermes.
- Au Silurien, des schistes noirs, encore appelés "schistes carburés", parfois avec quelques intercalations gréseuses ou calcaires.
- Au Dévonien, essentiellement des calcaires et des schistes.

- Au Carbonifère, par plusieurs formations, tantôt ce sont des grès et des schistes caractérisant une sédimentation lagunaire, tantôt ce sont des calcaires ou des schistes marins.

La série paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées est caractérisée par une sédimentation marine du Caradocien au Namurien. Il faut cependant noter quelques régressions de la mer à la fin de l'époque dévonienne. La présence de formations lagunaires ou lacustres au Stéphanien et au Westphalien traduit les premiers mouvements de l'orogenèse hercynienne.

Ce socle, plissé par l'orogenèse hercynienne, est largement métamorphisé et localement transpercé par des corps plutoniques. Les principaux massifs cristallins sont :

- le massif du Lys Caillaouas aux contacts diffus;
- les massifs circonscrits de la Maladeta , d'Eriste, de Néouvielle, de Cauteret-Panticosa, des Eaux chaudes et de la Rhune-Haya.

La rareté des témoins post-hercyniens dans cette zone axiale, rend difficile toute appréciation de l'intensité et du style de la tectonique pyrénéenne. Cependant, il faut noter la présence d'un réseau de cassures subverticales, de direction WNW-ESE. La faille nord-pyrénéenne en est l'un des plus beaux exemples. Elle limite la zone axiale sur son front nord dans les Pyrénées orientales et les Pyrénées centrales.

I-2.2. Le versant nord des Pyrénées

Il comprend du Sud vers le Nord :

- la zone nord-pyrénéenne

Séparée de la zone primaire axiale par la faille nord-pyrénéenne, la zone nord-pyrénéenne est limitée au Nord par l'accident frontal nord-pyrénéen. Ce dernier accident, souvent chevauchant vers le Nord, est discontinu et composé d'une série de festons qui se relayent et qui, dans leurs successions d'Est en Ouest,affectent des plis de plus en plus septentrionaux. La série stratigraphique de cette couverture post-paléozoïque, est constituée d'une part, des terrains anté-cénomaniens et, d'autre part, discordants sur

les précédents, des lambeaux de Cénomanien et de Crétacé supérieur. Les mouvements anté-cénomaniens fournissent un des traits majeurs de la structure des Pyrénées. Des massifs paléozoïques et cristallins appelés massifs satellites s'y individualisent suivant deux "rides de fond" parallèles, au milieu de la série post-paléozoïque. Les terrains secondaires nord-pyrénéens sont affectés d'un léger métamorphisme le long d'une bande parallèle à la zone primaire axiale.

- La zone sous-pyrénéenne qui correspond à l'avant-pays plissé. Elle est chevauchée par la zone nord-pyrénéenne. Elle est constituée d'une série secondaire et tertiaire essentiellement représentée par des schistes, des marnes et des grès s'étendant du Permien à l'Eocène inférieur. Sur ces sédiments marins, reposent en discordance les formations molassiques post-tectoniques de l'Oligocène et surtout du Miocène.

  Les terrains primaires sont également représentés dans cette zone sous-pyrénéenne. En effet, il faut noter la présence dans les Corbières de l'important massif primaire du Mouthoumet.

I-2.3. Le versant sud des Pyrénées

On y distingue :

- la zone sud-pyrénéenne. Elle est formée principalement de terrains crétacés et éocènes plissés, recouverts localement par des molasses oligocènes. Cette zone sud-pyrénéenne est caractérisée par le décollement de la série au niveau du Keuper. Des mouvements tangentiels dirigés du Nord vers le Sud y sont très importants. Ils s'amortissent cependant rapidement en un accident discontinu qui est appelé "chevauchement frontal sud-pyrénéen". A cette zone sud-pyrénéenne, on peut rattacher la zone des Nogueras qui s'étend à l'Est du rio Cinca jusqu'au Segre. Cette zone est constituée de massifs paléozoïques associés à un revêtement permo-triasique. Un important décollement au niveau du Keuper y est généralisé.
- Les zones du synclinal de l'Aragon et des Sierras marginales qui correspondent à l'avant-pays plissé sud. Sur la retombée méridionale de la zone sud-pyrénéenne, la couverture secondaire et

éocène est surmontée régulièrement par le complexe molassique plissé oligo-miocène du synclinal de l'Aragon.

Au Sud, s'étend la zone des Sierras marginales séparant le synclinal de l'Aragon du bassin de l'Ebre. Cette zone présente une structure anticlinale dissymétrique à déversement sud, avec de multiples accidents transversaux et tangentiels. La série stratigraphique est représentée par des molasses qui se sont sédimentées du Santonien au Lutétien inférieur. Vers le Sud, les plissements diminuent rapidement et l'on passe à un avant-pays tabulaire, très réduit formant le bassin de l'Ebre.

I-3. Localisation du secteur étudié (fig. 3)

Dans ce travail, je me suis consacré essentiellement à l'étude lithologique, stratigraphique et paléontologique du Silurien de la région de Benasque. L'étude tectonique et surtout microtectonique est restée embryonnaire et sera abordée ultérieurement.

I-3.1. Les limites géographiques

C'est à la faveur d'un large anticlinorium qu'affleurent les schistes noirs du Silurien, constituant la presque totalité de la Sierra Negra.

Le secteur étudié se situe au coeur des Pyrénées centrales, en territoire espagnol, sensiblement sur le méridien de Luchon, dans la partie Nord-Est de la province de Huesca. Il est approximativement limité à l'Est par la vallée de la haute Noguera Ribagorzana, par la vallée de l'Aigueta de Eriste à l'Ouest. Il correspond principalement au massif montagneux de la Sierra Negra qui se prolonge à l'Est par la Sierra Llausset. La limite septentrionale est matérialisée par la vallée de Vallibierna dont l'orientation générale est Nord-Nord Ouest. Elle s'encaisse entre les monts au relief très mou de la Sierra Negra et l'important massif granitique aux sommets déchiquetés de la Maladeta .

De nombreux petits affleurements de terrains siluriens sont observés dans les hautes vallées des Rios Esera, Astos et Eriste.

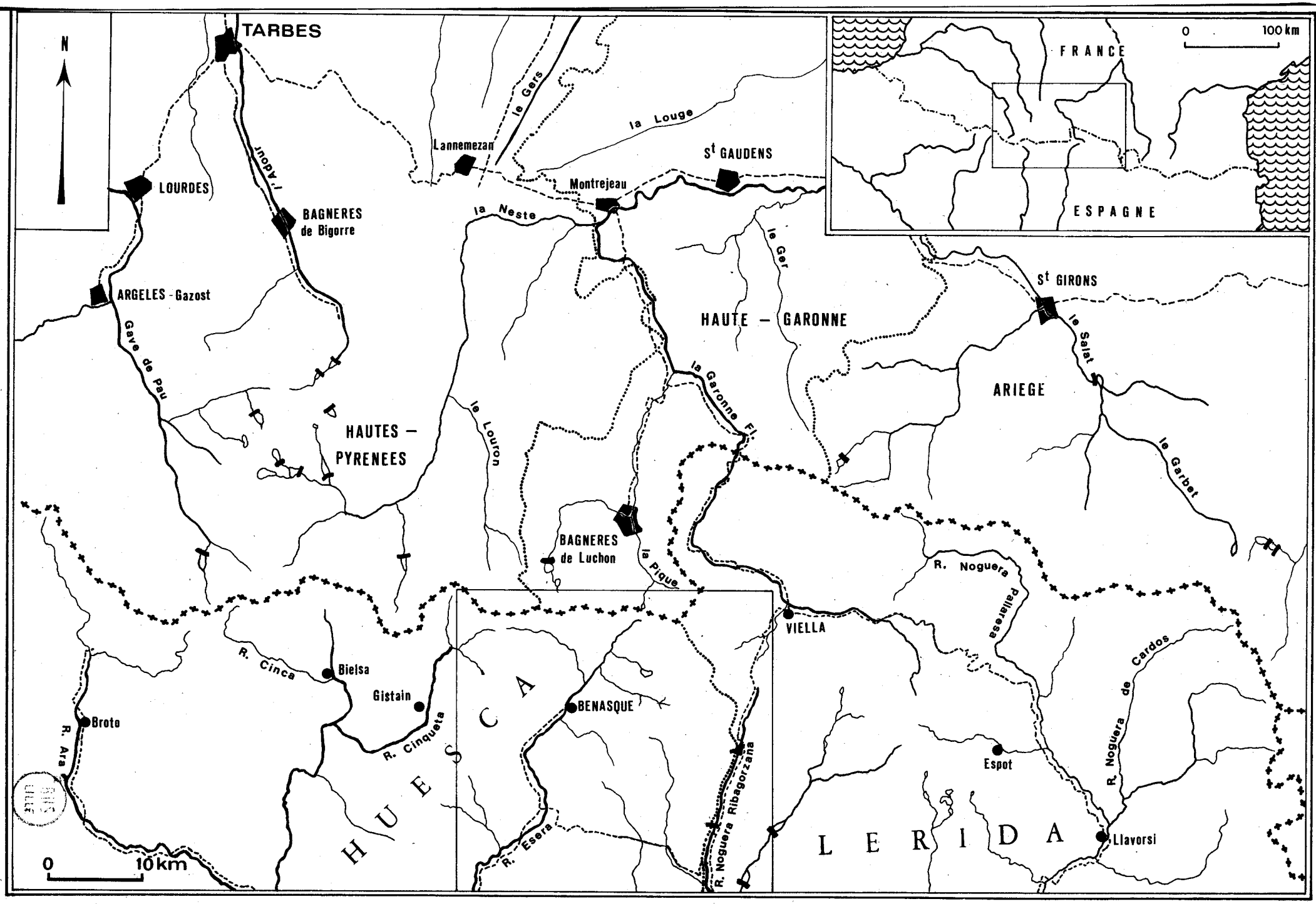


Fig.3.- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SECTEUR ETUDIE.

I-3.2. L'oro-hydrographie de la région de Benasque (fig. 4)

En raison du climat caractérisé par les fortes précipitations et chutes de neige durant les mois d'automne et d'hiver, le réseau hydrographique est très important. Tous les cours d'eau de ce versant sud des Pyrénées centrales sont tributaires du bassin de l'Ebre. Dans la région étudiée, la rivière la plus importante est le Rio Esera. Il prend sa source au pied du glacier de la Maladetta et sa haute vallée, orientée Est-Ouest, est marquée de quelques passages en régime karstique. Après quelques kilomètres, il se dirige approximativement du Nord vers le Sud où il reçoit les eaux de nombreux torrents dont les plus importants sont, sur la rive gauche, le Baranco de Vallibierna qui draîne les eaux du versant méridional du massif de la Maladeta et le versant septentrional de la Sierra Negra et sur la rive droite, le Rio Astos et l'Aigueta de Eriste qui descendent respectivement des versants nord, est et sud des massifs des Posets et d'Eriste. Il reçoit, à Graus, les eaux du Rio Isabena qui prend également sa source sur le versant méridional de la Sierra Negra et dont la vallée reste sensiblement parallèle à celle de l'Esera. En aval de Graus, les eaux sont recueillies dans l'immense lac de barrage du Pantano de Barasona avant d'aller rejoindre celles du Rio Cinca.

La Noguera Ribagorzana draîne les eaux de la bordure orientale du secteur étudié. Elle prend sa source également dans le massif de la Maladetta non loin du Pic d'Aneto et coule en direction du Sud, restant parallèle au Rio Esera. Elle reçoit successivement sur la rive droite les eaux des Rios de Llauset et de Baliera et sur la rive gauche, celles de nombreux torrents dont la Noguera de Tor un peu en amont de Pont de Suert. La Noguera Ribagorzana se jette dans le Rio Segre avant de traverser la grande ville de Lerida.

Comme nous pouvons le remarquer, toutes les vallées orientées vers le Sud entaillent profondément la chaîne pyrénéenne. Du point de vue économie, ces vallées sont très individualisées et vivent parfois refermées sur elles-mêmes en raison d'un manque de liaisons transversales entre elles. Actuellement, grâce au développement des techniques modernes, de nombreuses installations

fig. 4 : CARTE ORO-HYDROGRAPHIQUE

DU SECTEUR ÉTUDIÉ

PROVINCES DE HUESCA ET DE LERIDA

0 5km

Équidistance des courbes de niveau : 500 m

N

FRANCE

Perdiguero 3221

Montaña de Aigues Passes 2874

A. de Remuas

Sauvegarde 2738

P. de la Mine 2704

2490

2463

Río Esera

Río Ara

Río Cinca

Río Gállego

Río Cinca

Mompius 2273

Saubach 1825

Posets 3375

I. Turmo

I. Eriste

I. Llardaneta

I. de Batisielles

I. de Perramo

2871

2840

2700

Perramo

Igea

Río Ésera

Río Astos

Astos 2532

Montaña de Astos

A. de Literola

Macizo de la Maladeta

3100

Maladeta 3308

I. Creguera

Río de Creguera

Montañas de Estatas 2951

3000

3350

I. de Llosas

Aneto 3404

F. de Aigualut

2502

Río Ésera

Forcanada 2881

Sarraera 2606

2632

I. Redonda

I. de Rius

3010

3205

Río Ésera

A. de la Voll

I. Perdines 2733

Box

2130

BENASQUE

ERISTE

ANCILES

CERLER

Río Ésera

A. de Vallibierna

Montaña de la Rueda

2550

Sierra Negra 2680

2757

2650

Peñacerra

Vallibierna 3062

I. Meteorol

Sierra de Llauset

Anglios

I. Anglios

Fontana 2752

2760

B. de Bizberri

Bizberri 2951

SAHUN

A. Lliset

Río Ésera

Labert I 2230

Labert II 2281

Cerler 2406

Castanesa 2858

B. de Besibé

Sta Margarita 1825

SESUE

ERESUE

RAMASTUE

VILLANOVA

2400

Sierra de Chia

Collada 2366

SOS

LIRI

ARASAN

CHIA

1301

CASTEJON DE SOS

Río Isábena

Gallinero 2728

2725

2535

Montañeta de Denuy

B. de Urgalla

Río Isábena

Río Llauset

2362

del Home

ANETO

SENET

2630

Río Noguera Ribagorzana

BONO

2420

Sarroneal 2268

FONCHANINA

B. de Estet

Río Noguera

Pesa 1720

Furcat 2742

B. de Barrosa

2061

BUS LILLE

hydroélectriques ont pu être implantées dans les vallées modelées par les glaciers et donnent un nouvel essor économique à cette région. Cependant, dans la vallée du rio Esera, Benasque est depuis longtemps le bourg le plus important; il est l'un des grands centres d'excursions en montagne avec les courses célèbres du Pic d'Aneto (3404 m) et du Pic des Posets (3375 m). L'économie de la région de Benasque est essentiellement axée sur l'élevage des ovins et des bovins. La transhumance y est encore pratiquée mais tend à disparaître.

I-3.3. Le contexte géologique du secteur étudié (fig. 5)

Sur la carte géologique de la région de Benasque, les terrains les plus anciens sont d'âge cambro-ordovicien. Ils affleurent au Nord du massif granitique du Lys-Caillaouas où ils constituent les principaux sommets de la crête frontalière. Les terrains siluriens occupent généralement le coeur d'un vaste anticlinorium tronqué sur son flanc septentrional par l'extrémité ouest du massif granitique de la Maladetta. Les terrains dévoniens sont de loin les mieux représentés sur cette carte et affleurent en une large bande comprise entre la faille du Lys-Caillaouas au Nord et la transgression des terrains permo-triasiques. Le Carbonifère est bien représenté et occupe le centre de synclinaux. Les principaux synclinaux à coeur carbonifère sont ceux du plan des Etangs de Benasque et de Villaller.

Les terrains paléozoïques sont parcourus par de nombreux accidents. De nombreuses failles ainsi que des chevauchements de faible amplitude découpent totalement cette région. De nombreuses intrusions granitiques, en particulier le massif granitique de la Maladeta , sont accompagnées d'un important cortège filonien, très bien visible dans les schistes siluriens de la Sierra Negra.

Toutes les structures sont malheureusement souvent oblitérées par des sédiments récents représentés essentiellement par des éboulis, des moraines ou des alluvions fluvio-glaciaires.

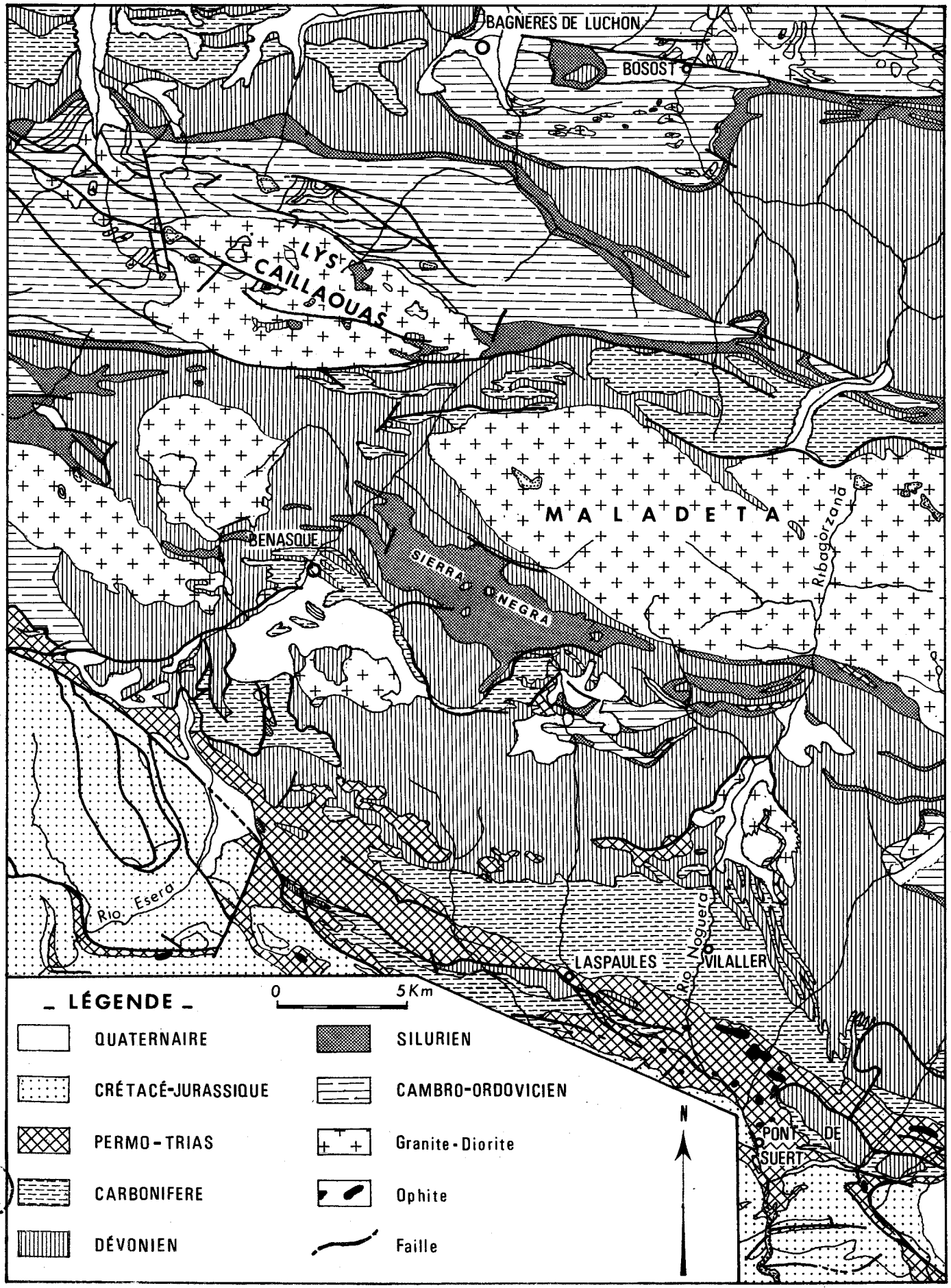


Fig.5.- CARTE GEOLOGIQUE DU SECTEUR ETUDIE (d'après H.J. ZWART, 1972).

BUS LILLE

I - 4. Documents utilisés

Dans ce travail, j'ai utilisé la cartographie déjà existante pour n'étudier que les problèmes de stratigraphie détaillée. Les documents récemment publiés par les géologues hollandais peuvent être considérés comme parfaits en ce qui concerne les différents affleurements du Silurien. Le fond topographique utilisé le plus souvent est la carte espagnole du 1/50 000 de Benasque n° 180. Mais les excellentes cartes d'ascension au 1/25 000 de Don Ramon de Semir de Arquer et N. LLOPIS LLADO (Editorial Alpina, feuilles des Posets et Maladetta) ont été particulièrement appréciables en haute montagne où la topographie des feuilles au 1/50 000 est restée quelquefois très imprécise.

II - HISTORIQUE

II -1. Définition du "Silurien"

Proposé par R.I. MURCHISON pour désigner les terrains sous-jacents aux vieux grès rouges, le terme "Silurien" renferme les terrains compris entre le Cambrien et le Dévonien. L'Ordovicien n'est qu'une partie du Silurien.

En 1879, C. LAPWORTH propose sans grand succès la séparation du Silurien en deux systèmes. C'est en 1894 que M. MUNIER-CHALMAS et A. de LAPPARENT crèèrent un nouveau terme pour désigner les terrains compris entre l'Ordovicien et les vieux grès rouges : le Gothlandien. Ce terme, venant de l'île de Gothland en Suède et défini de cette manière, fait double emploi avec le Silurien anglais. Il ne fut donc accepté ni par les Anglo-Saxons, ni par les Scandinaves. Cependant, en Allemagne et en France, le terme "Gothlandien" a été employé jusqu'à une époque récente.

A la suite des travaux de la Commission de Stratigraphie du Congrès de Copenhague (1960), la révision de la subdivision chronologique des temps géologiques a permis de préciser la nouvelle valeur du Silurien. Actuellement, le terme "Silurien" est employé pour désigner la période comprise entre l'Ordovicien et le Dévonien.

II - 2. Bref historique des recherches sur le Silurien des Pyrénées centrales

Les premières observations sur le Silurien fossilifère des Pyrénées datent de la fin du XIXe siècle . En effet, les premiers Graptolites

furent découverte par N. BOUBEE et décrits par Ch. BARROIS en 1892. Cependant la présence de terrains siluriens avait été signalée par de nombreux précurseurs que furent J. DE CHARPENTIER (1823), J. DUROCHER (1844), A. MAESTRE (1855), A. LEYMERIE (1870) et DUFRENOY (1873). Leurs très nombreuses publications restent très dispersées et souvent imprécises.

En Espagne, L. MALLADA (1878) posait les premiers jalons d'une étude systématique du Silurien des Pyrénées espagnoles. Ses travaux furent suivis par ceux de J. CARALP (1884) et J. ROUSSEL (1893) mais ils ne renfermaient que des observations localisées sur les formations paléozoïques. Il est à remarquer que peu de travaux de détail ont été consacrés aux terrains siluriens. Il faut attendre les travaux de J. SEUNES (1897) pour connaître les premières études préliminaires sur les terrains siluriens des Pyrénées françaises.

C'est à A. BRESSON (1903) que revient le mérite d'avoir publié une synthèse de ses observations antérieures dans son ouvrage fondamental sur le Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées. La description des terrains siluriens n'occupe cependant qu'une faible partie de cet ouvrage. En effet, les formations siluriennes représentées sous leur faciès bien connu des "schistes carburés" dans toute la chaîne pyrénéenne furent considérées comme un niveau repère très précieux dans l'étude des terrains paléozoïques de la zone axiale réputée pour l'absence ou la mauvaise conservation des fossiles.

En 1910, M. DALLONI donne, dans un travail complet, une cartographie et une analyse de la majeure partie des formations siluriennes de l'Aragon. De nombreux points de ce travail, remarquable par sa précision, restent valables de nos jours. Les observations sur la géologie de l'Aragon furent complétées par H. SCHMIDT (1931). Avec son mémoire sur la géologie des Pyrénées catalanes, M. DALLONI (1930) a fait progresser l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées et a fortement marqué ce début du XXe siècle. Quelques travaux de chercheurs attirés par les formations secondaires, en particulier, ceux de P. VIENNOT (1927) et L. MENGAUD (1929) sont relatifs à l'étude du Silurien de la zone axiale.

A partir de 1930, de nombreux travaux d'aménagements hydro-électriques furent effectués essentiellement sur le versant nord des Pyrénées et permirent de préciser la stratigraphie des terrains primaires. Les travaux scientifiques de J.P. DESTOMBES et A. VAYSSE (1947) ont contribué à évaluer l'épaisseur réelle des

formations siluriennes qui, jusqu'à présent, restait inconnue ou incertaine. J.P. DESTOMBES (1950) montre l'importance du Silurien dans l'orogenèse hercynienne.

"Le Gothlandien apparaît en effet comme un niveau majeur aussi bien comme repère stratigraphique que par son rôle tectonique"(J.P. DESTOMBES, 1950).

Durant les années 1930-1940, en raison de la guerre civile, les recherches géologiques sur le versant espagnol ont accusé un certain retard. Seuls les travaux de A. ALMELA et J.M. RIOS sont parus à l'occasion de la publication des cartes géologiques des provinces de HUESCA et de LERIDA. Cependant grâce à l'amabilité du gouvernement espagnol, de nombreux chercheurs hollandais, allemands et français ont pu faire des investigations importantes pour élucider la géologie du versant sud des Pyrénées qui restait encore peu explorée.

A partir des années 50, l'école de Leyde composée de L.U. de SITTER (1953), H.J.ZWART (1954), P.H.W.MEY (1967), J. ZANDVLIET (1960), J.H.N. WENNEKERS (1968), W.F. KLEINSMIEDE (1960), J.J.A. HARTEVELT (1970) a entrepris l'étude systématique du matériel hercynien de toute la zone axiale des Pyrénées centrales, tant au point de vue lithostratigraphique que tectonique. Ces travaux ont conduit à la publication de cartes très détaillées au 1/50 000.

Les géologues français ont pris également une part active à la contribution de la connaissance du matériel hercynien. Parmi ceux qui ont travaillé sur le Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées, je voudrais citer P. CAVET (1957), M. CLIN (1958), R. MIROUSE (1966), M. WATERLOT (1967), C. HEDDEBAUT (1973).

Cependant, la géologie du Paléozoïque ne peut être comprise correctement qu'en connaissant les déformations tectoniques post-hercyniennes. Il faut remarquer que, sur le versant espagnol comme sur le versant français, de nombreux tectoniciens s'affairent actuellement à mettre en évidence les déformations d'âge pyrénéen. Citons, en particulier,les travaux de M. MATTAUER (1965), P. CHOUKROUNE (1970-1974)et de M. SEGURET (1972).

PREMIERE PARTIE

ETUDE STRATIGRAPHIQUE

CHAPITRE PREMIER

ETUDE DES TERRAINS ANTE ET POST-SILURIENS

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE DES TERRAINS SILURIENS

CHAPITRE PREMIER

ETUDE STRATIGRAPHIQUE DES TERRAINS ANTE ET POST-SILURIENS

Sommaire :

I - LA STRATIGRAPHIE DU CAMBRO-ORDOVICIEN

I-1. La Cambro-Ordovicien de la crête frontalière.

I-2. L'Ordovicien de la vallée du Rio Baliera.

I-3. Conclusions.

II - LA STRATIGRAPHIE DU DEVONIEN

II-1. Composition du Dévonien des deux principales unités définies par P.H.W. MEY (1967).

II-1.1. L'unité de la Sierra Negra.

II-1.2. L'unité de Baliera.

II-2. Description sommaire du Dévonien.

II-2.1. Le Dévonien de la vallée du Rio Esera.

II-2.2. Le Dévonien du versant sud du Pic Castanesa.

II-2.3. Le Dévonien de la vallée du Rio Baliera.

II-3. Conclusions.

I - LA STRATIGRAPHIE DU CAMBRO-ORDOVICIEN

Malgré les études entreprises par M. DALLONI (1910,1930), H. SCHMIDT (1931), M. BOISSEVAIN (1934), J.P. DESTOMBES (1949, 1953), M. CLIN (1959), J. ZANDVLIET (1960), W.J.F. KLEINSMIEDE (1960) et R.MIROUSE (1962), le Cambro-Ordovicien des Pyrénées centrales espagnoles reste peu connu. En raison de l'absence presque totale de fossiles caractéristiques, la stratigraphie du Cambro-Ordovicien s'avère très difficile et très délicate; seules des corrélations lithologiques peuvent être envisagées.

Dans les Pyrénées centrales espagnoles, le Cambro-Ordovicien est essentiellement représenté par une importante série monotone de schistes et de quartzites, entrecoupée de quelques intercalations de calcaire marneux. Quelques niveaux conglomératiques permettent de faire des corrélations et ainsi de dater les différentes formations.

Dans le secteur étudié, le Cambro-Ordovicien affleure largement au Nord de Benasque, dans la haute vallée du rio Esera où il forme les principaux sommets de la crête frontalière entre le port de Bielsa et le pic de la Mine et dans la vallée du Rio Baliera.

I - 1. Le Cambro-Ordovicien de la crête frontalière

Les terrains cambro-ordoviciens ont été étudiés plus à l'ouest par M. CLIN (1959) dans la région du Lac d'Oo. Ils sont très métamorphisés par l'intrusion du massif granitique du Lys Caillaouas.

Le tableau (p. 25) montre les différents termes de la série cambro-ordovicienne.

I - 2. L'Ordovicien de la vallée du Rio Baliera

Cet affleurement a été signalé et décrit par P.H.W. MEY (1967). Situés au Sud de la Sierra Negra, à quelques centaines de mètres de la confluence du Rio Basibe avec le Rio Baliera, les terrains ordoviciens sont représentés de bas en haut par :

- des schistes alternant avec des quartzites finement lités, encore appelés schistes rubannés,
- des schistes noirs et des calcschistes
- puis une alternance de calcaires impurs et de schistes calcareux,
- enfin des schistes ardoisiers dans lesquels s'intercalent quelques bancs de quartzites.

	Série normale peu ou pas métamorphique	Série de métamorphisme au contact du massif granitique du Lys-Caillaouas
CARADOC	Calcaires à *Echinosphaerites* cf. *balticus*	Schistes bleus ou noirs à reflets métalliques (muscovite) et à nids amphibolitiques, à chiastolites laminés ou schistes noirs à biotite et sillimanite avec calcaires
	Schistes à éléments calcaires plus ou moins noirs lenticulaires (0 à 50 m)	
LLANDEILO	Schistes bleus et quartzites à séricite	
ARENIG	Calcaires (10 à 100 m)	Cornéennes à grenats et pyroxènes
TREMADOC	Conglomérats à galets de quartzites et ciment sériciteux	Conglomérats à galets de quartzites et ciment de schistes à biotite
CAMBRIEN MOYEN et SUPERIEUR	Calcaires (5 à 30 m)	Cornéennes à grenats et pyroxènes
	Schistes noirs	Schistes et gneiss noirs à biotite et sillimanite
	Calcaires (30 m)	
	Schistes et quartzites clairs	Quartzites boudinés à proximité des failles

Tabl.1.- SERIE STRATIGRAPHIQUE DU CAMBRO-ORDOVICIEN DANS LES PYRENEES CENTRALES (M. CLIN,1959,p.63).

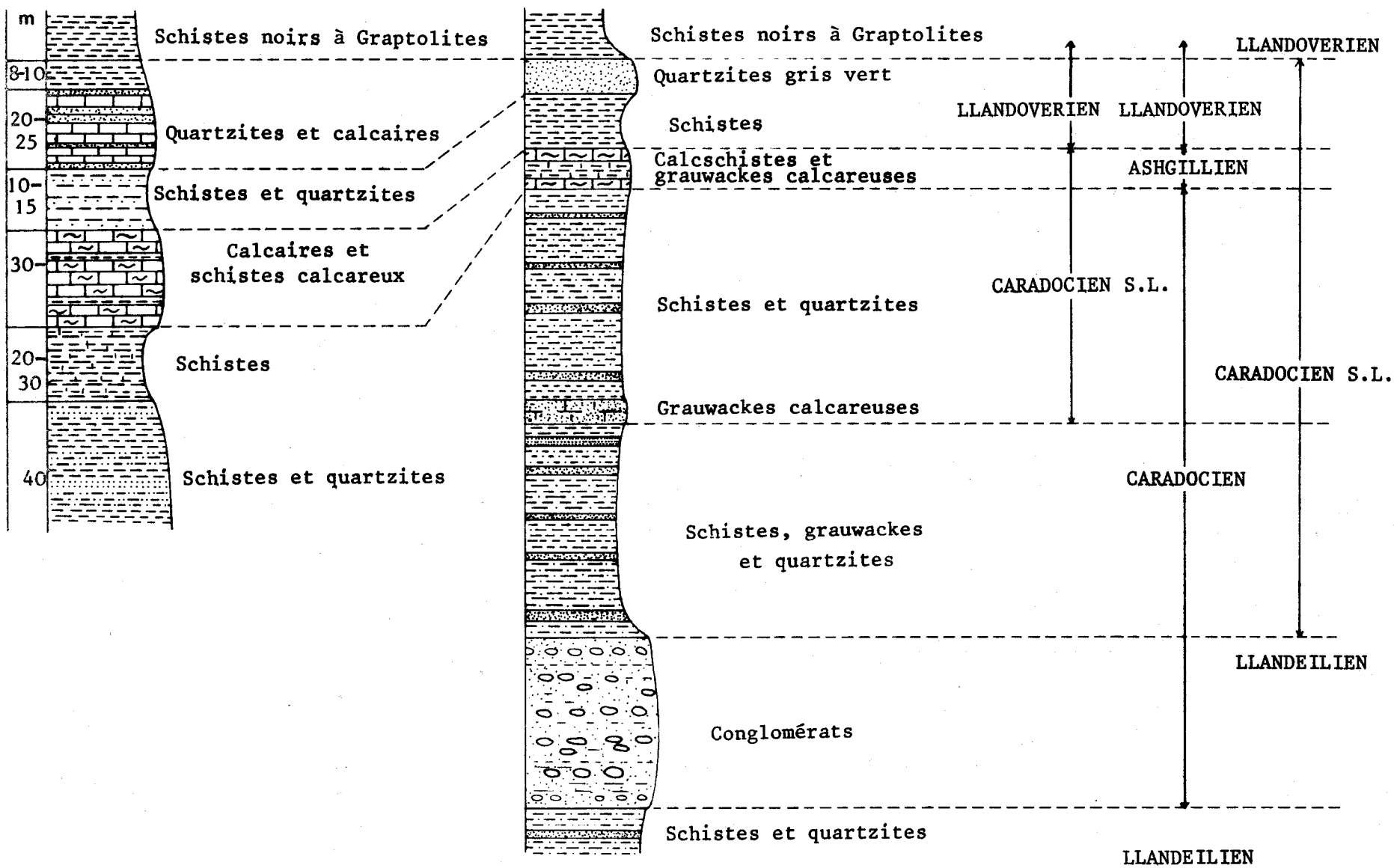


Fig.6.- COLONNES LITHOSTRATIGRAPHIQUES DE L'ORDOVICIEN SUPERIEUR (d'après P.H.W. MEY,1967).

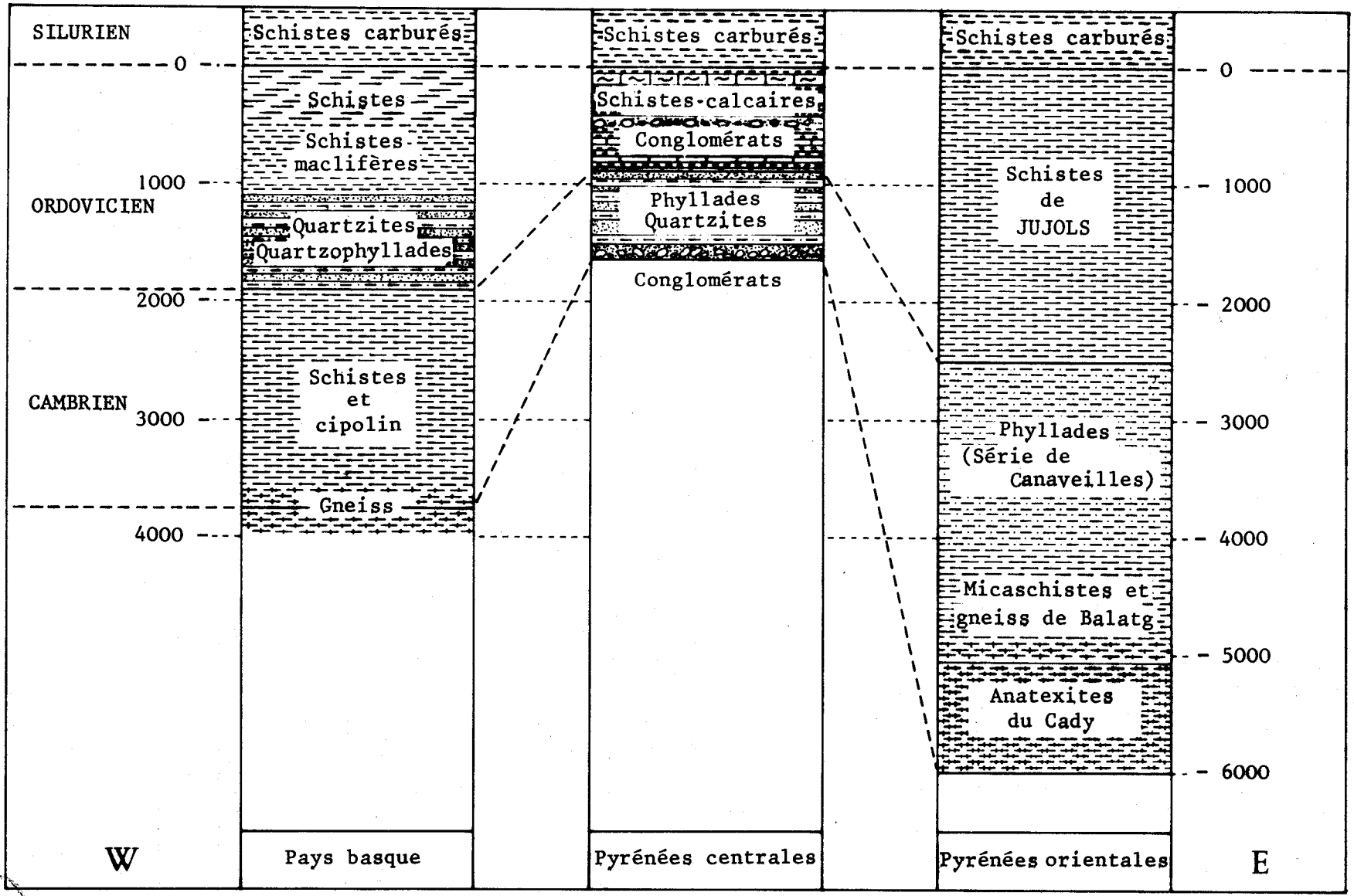


Fig. 7.- LES SERIES CAMBRO-ORDOVICIENNES DES PYRENEES (d'après M. WATERLOT, 1962).

Cette série est surmontée par les schistes noirs graphiteux du Silurien. P.M.W. MEY a pu dater ces terrains par corrélations avec une coupe levée dans la vallée du rio Segre, à l'Est de Seo de Urgel. En l'absence de poudingue, il ne voit dans cette série que la partie supérieure de l'Ordovicien. Selon le découpage stratigraphique et chronologique de H. SCHMIDT, les terrains de la vallée de Baliera seraient d'âge ashgillien et llandovérien.

Remarque : Recherchant la base du Silurien, je me suis intéressé à cet affleurement ordovicien. Malheureusement, je n'ai pas retrouvé les terrains ordoviciens signalés par P.H.W. MEY dans la vallée de Baliera.

I - 3. Conclusions

Dans les Pyrénées centrales, la série stratigraphique du Cambrien débute par un conglomérat, probablement georgien et se poursuit par des phyllades et des quartzites. Cette sédimentation en mer peu profonde est générale sur l'ensemble des Pyrénées et cette accumulation énorme des sédiments s'explique par la subsidence. L'arrêt de la subsidence, dû à la phase taconique de l'orogenèse calédonienne est marqué par un conglomérat au Caradoc. La partie supérieure du Caradoc pyrénéen est caractériséepar une sédimentation calme, gréseuse à l'Ouest, calcschisteuse au centre et schisteuse à l'Est, annonçant le calme sédimentologique du Silurien.

Au Cambro-Ordovicien, la paléogéographie se résume schématiquement ainsi : elle est caractérisée par la présence d'un sillon subsident interrompu au niveau des Pyrénées centrales par une zone dont la subsidence était moindre et qui paraît jouer un rôle de haut fond.

II - LA STRATIGRAPHIE DU DEVONIEN

Je ne donnerai ici qu'un bref résumé de la stratigraphie du Dévonien; l'étude de la limite Silurien-Dévonien sera abordée dans le chapitre suivant.

C'est à M. DALLONI (1910) que revient le mérite d'avoir étudié le Dévonien des Pyrénées centrales espagnoles. Il distinguait de bas en haut :

- un Dévonien inférieur représenté par des schistes à *Tentaculites* surmonté par des schistes terreux et de grauwackes à *Fenestelles*, *Spirifer pellicoi* et *Phacops potieri*.

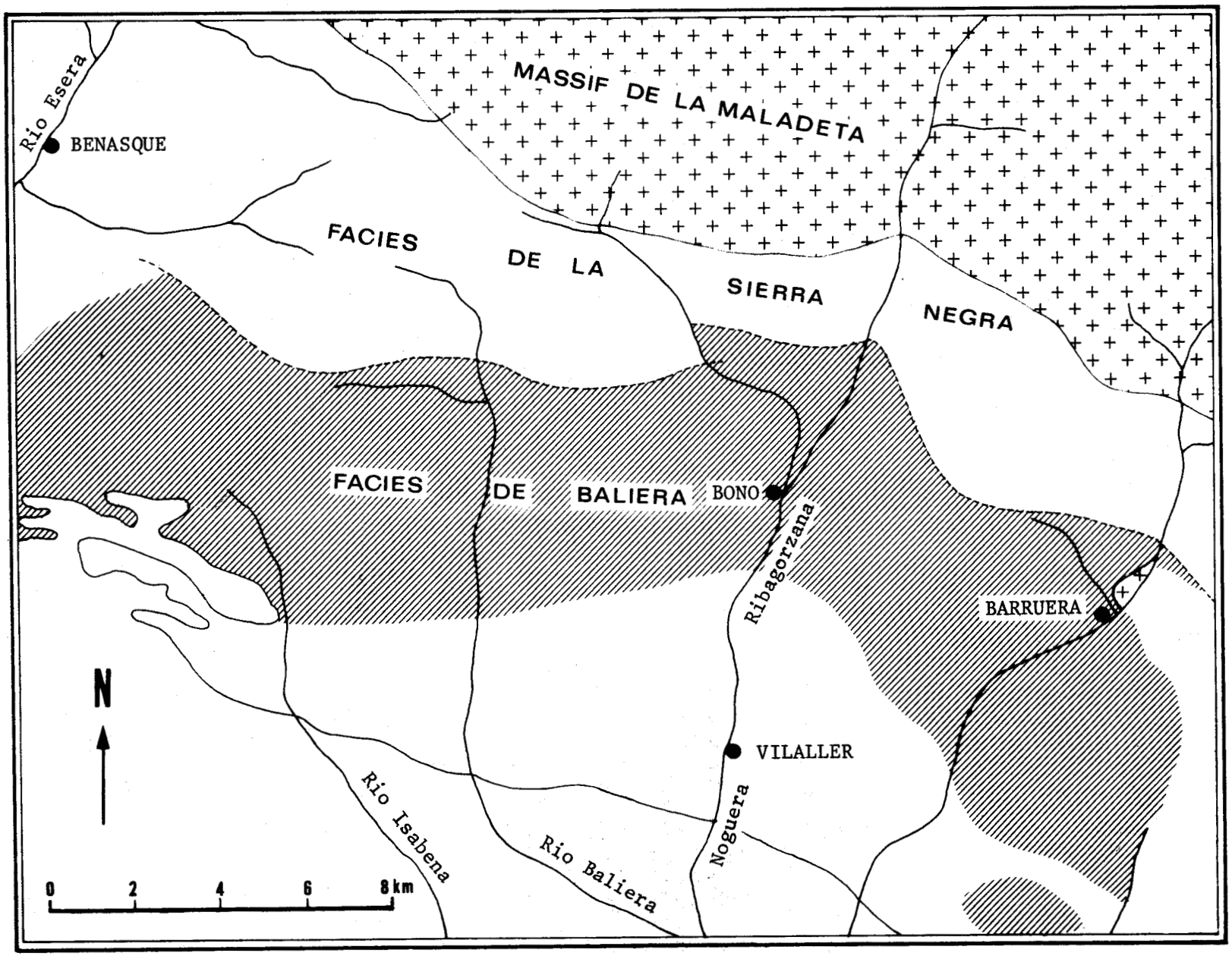


Fig. 8.- LOCALISATION DES DIFFERENTS FACIES DU DEVONIEN AU SUD DU MASSIF DE LA MALADETA (d'après P.H.W. MEY, 1967).

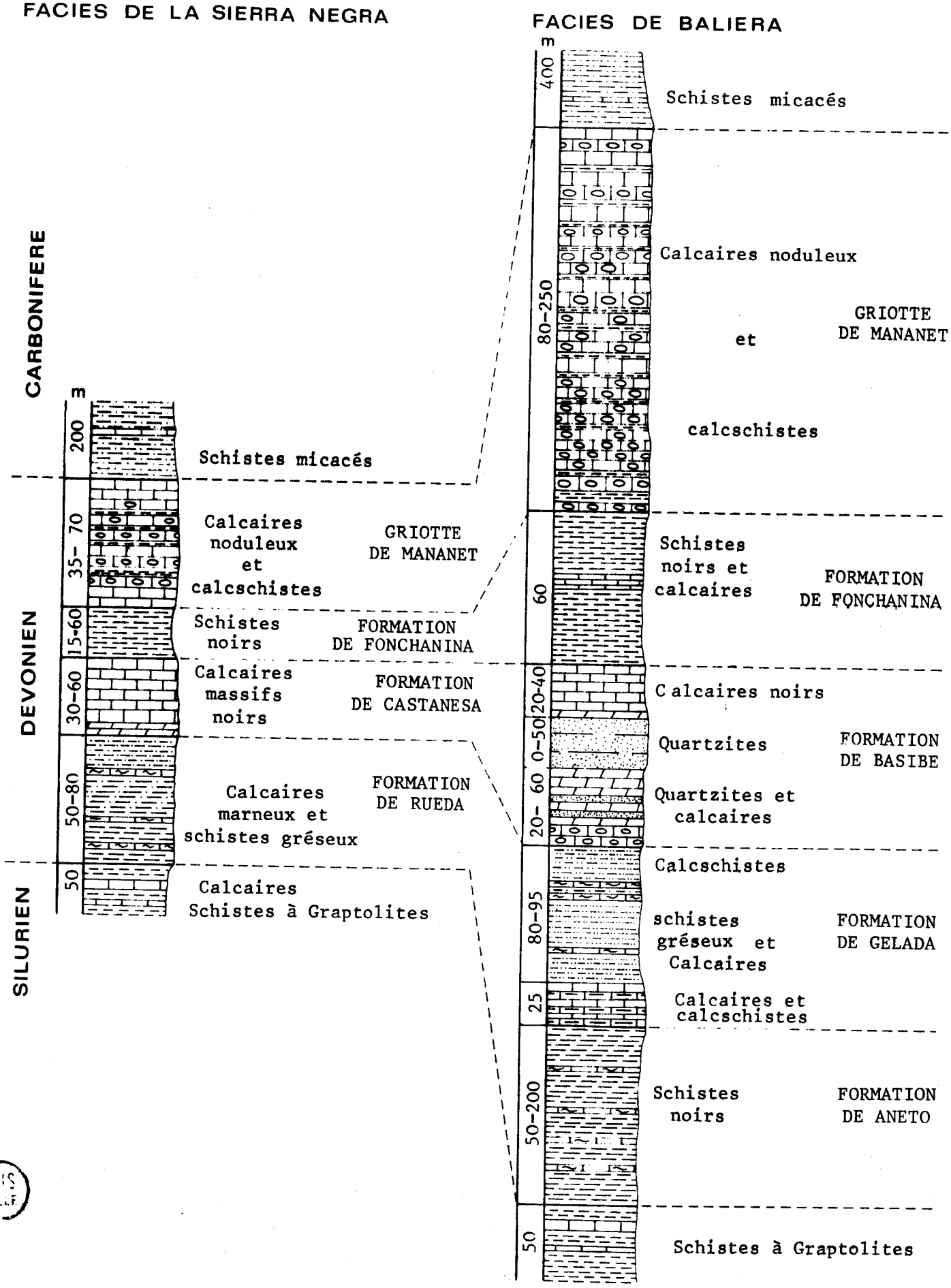


Fig.9.- COLONNES LITHOSTRATIGRAPHIQUES DES DIFFERENTS FACIES DU DEVONIEN (d'après P.H.W. MEY,1967).

- un Dévonien moyen essentiellement calcaire comprenant :
  . un niveau à *Spirifer cultrijugatus*
  . des griottes à *Anarcestes* et à *Goniatites*
  . des calcaires à *Bronteus*.
- un Dévonien supérieur constitué par les calcaires de Renanué.

Actuellement, les études faites par les géologues hollandais apportent de nombreuses précisions sur la stratigraphie du Dévonien des Pyrénées centrales espagnoles. P.H.W. MEY (1967) et J.H.N. WENNEKERS (1968) ont distingué plusieurs zones s'étendant au Sud du massif de la Maladetta (fig. 8). Ils distinguent du Nord au Sud :
- l'unité de la Sierra Negra,
- l'unité de Baliera,
- l'unité de la Ribagorzana.

Dans le secteur étudié, seules les unités de la Sierra Negra et de Baliera sont représentées. Elles se distinguent par leur faciès mais également par leur puissance.

II - 1. Composition du Dévonien des deux principales unités définies par P.H.W. MEY (1967)

II - 1.1. L'unité de la Sierra Negra

Les terrains dévoniens sont inclus dans différentes formations qui sont dans l'ordre chronologique du plus ancien au plus récent (fig. 9) :

- la formation de RUEDA constituée par l'alternance de calcaires argileux et gréseux avec des schistes calcaires et quartzeux,
- la formation de CASTANESA, essentiellement calcaire; la base de cette formation est dolomitique,
- la formation de FONCHANINA composée de schistes ardoisiers de couleur sombre,
- les griottes de MANANET qui sont essentiellement des calcaires noduleux et des calcschistes.

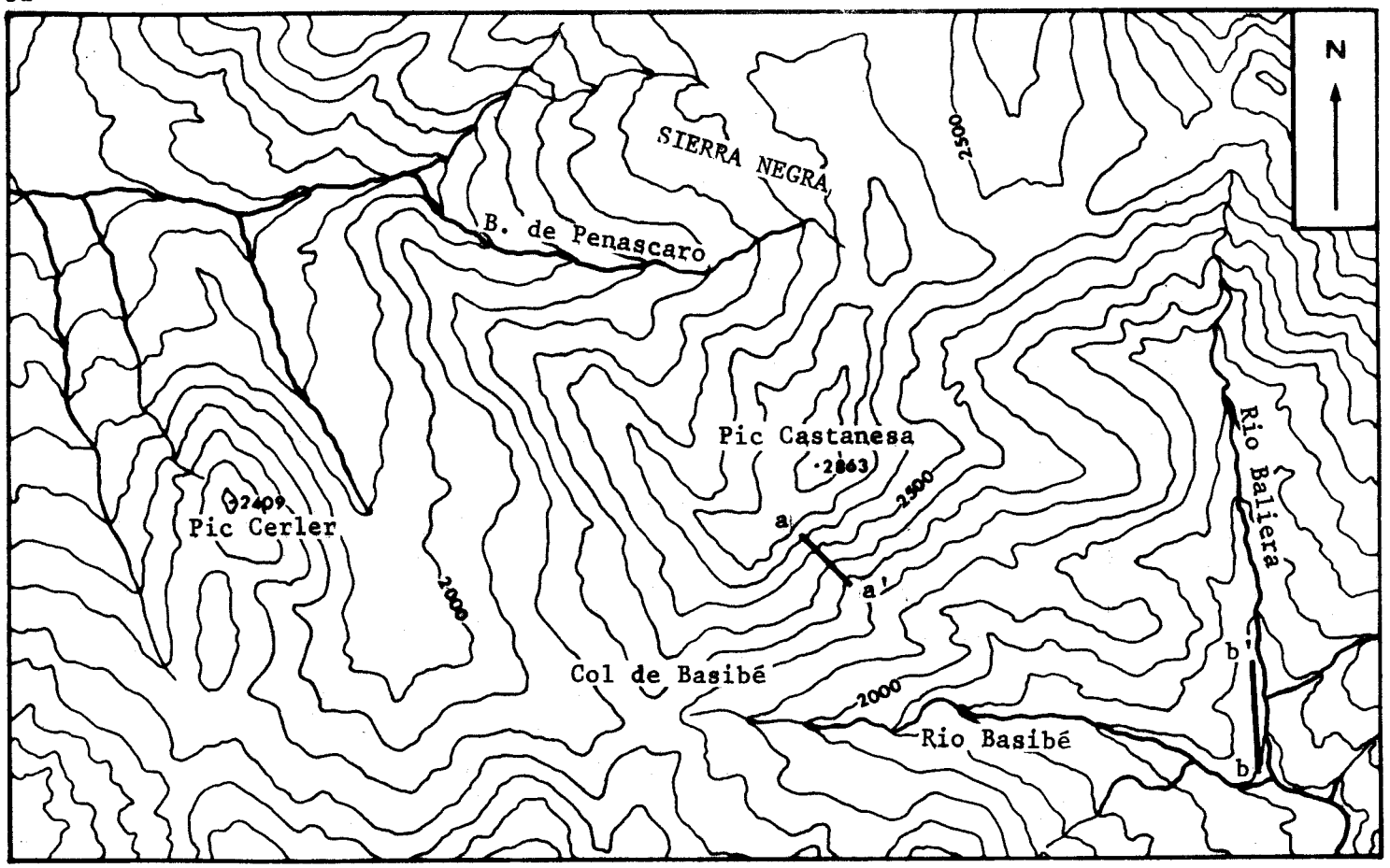
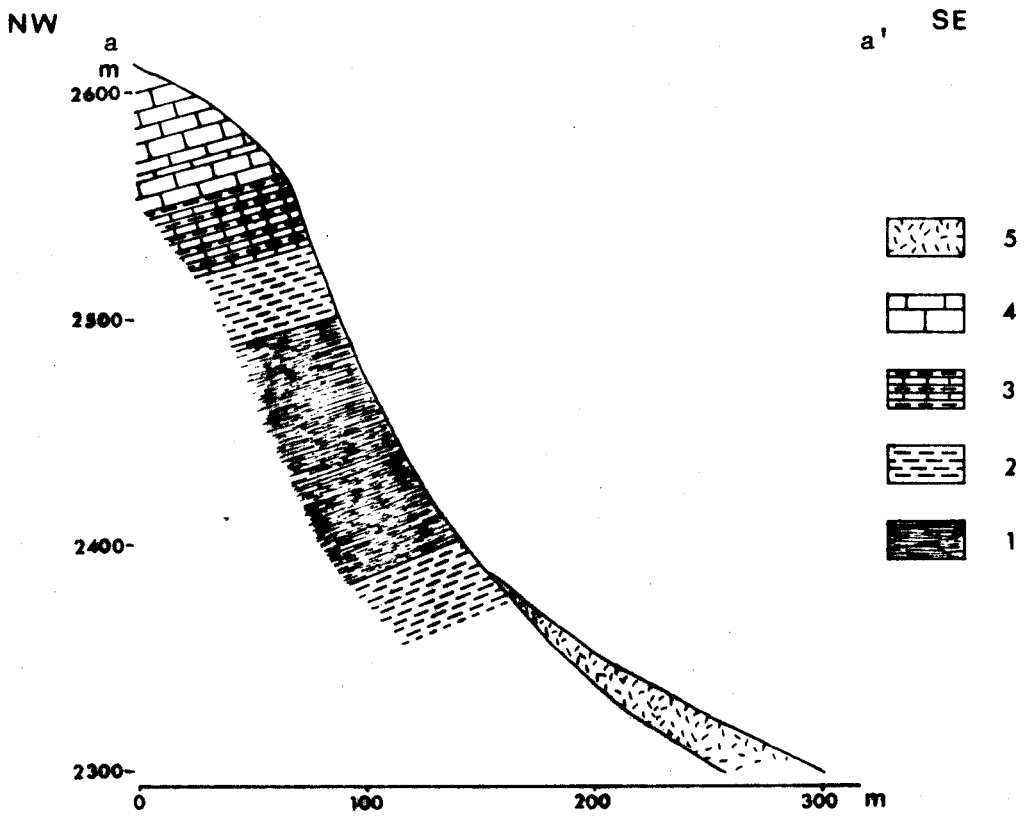


Fig. 10.- LOCALISATION DES COUPES EFFECTUEES DANS LE DEVONIEN.



1-Schistes noirs siluriens. 2-Schistes gris bleuté.
3-Calcschistes gris bleuté. 4-Calcaires beiges. 5-Eboulis.

Fig. 11.- COUPE GEOLOGIQUE SUR LE VERSANT SUD DU PIC CASTANESA.

II-1.2. L'unité de Baliera

Elle se distingue de la zone de la Sierra Negra par la variation lithologique du Dévonien inférieur et moyen et par la puissance des sédiments. Le Dévonien de l'unité de Baliera comprend de bas en haut (fig. 9) :

- la formation d'ANETO, représentée par une série de schistes noirs ressemblant fortement aux schistes graphiteux du Silurien;
- la formation de GELADA, composée de schistes gréseux, de calcschistes alternant avec des calcaires argileux;
- la formation de BASIBE, constituée d'une série essentiellement calcaire, dolomitique à la base, surmontée de quartzites;
- la formation de FONCHANINA schisteuse, avec quelques intercalations de calcaires noirs;
- les griottes de MANANET.

II-2. Description sommaire du Dévonien

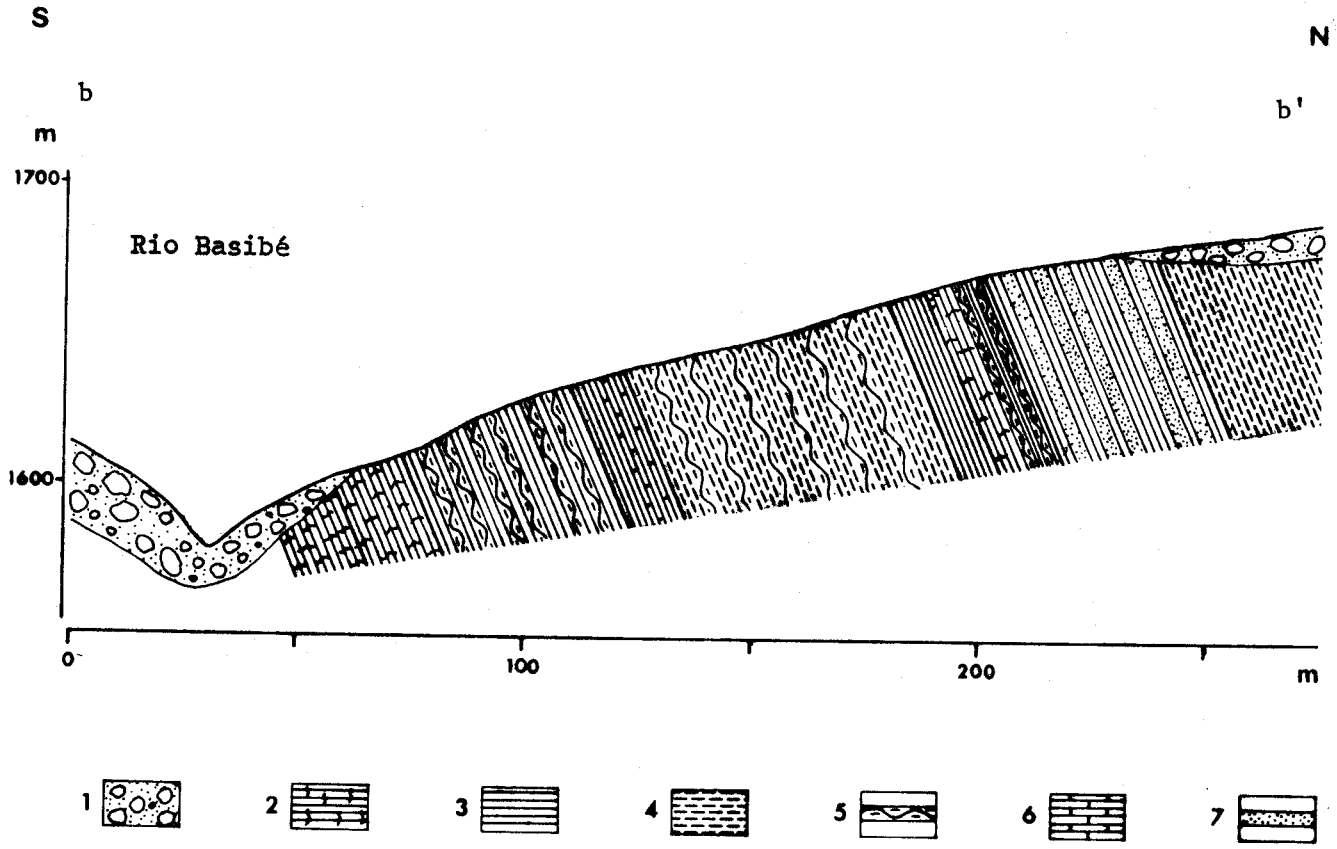
II-2.1. Le Dévonien de la vallée du Rio Esera

Il est très varié et les différentes formations décrites par P.H.W. MEY (1967) sont difficilement repérables. Selon les affleurements, le Silurien n'est pas toujours en contact avec la même formation.

Nous verrons ultérieurement que le Dévonien inférieur, à l'extrémité occidentale de la Sierra Negra est en général formé d'une alternance de schistes et de calcaires noirs, semblables à ceux du Silurien. Cependant, au pont San Jaime, le Dévonien inférieur est représenté sous un faciès schisteux, caractéristique : ce sont des schistes noduleux, très tectonisés qui, selon la stratification, présentent des figures comparables à celles que l'on trouve sur l'écorce de certains arbres (pl. photo III).

Au-dessus vient une série formée d'alternances de schistes et calcschistes, puis de calcaires de couleur claire. Ces calcaires forment la masse de la montagne de la Rueda.

Sur le flanc sud du synclinal de Vallibierna, le Dévonien est essentiellement représenté par des schistes et des calcschistes à patine grisâtre.



1 – Dépôts fluvio-glaciaires.
2 – Calcschistes.
3 – Schistes noirs.
4 – Schistes.
5 – Schistes noduleux.
6 – Calcaires noirs.
7 – Grès.

Fig. 12.– COUPE DANS LA VALLEE DU RIO BALIERA.

BUS LILLE

II-2. 2. Le Dévonien du versant sud du Pic Castanesa (fig. 11).

Sur les schistes noirs du Silurien, se développe une série de schistes et de calcschistes gris bleuté à patine ocre jaune. Ces roches renferment des Tentaculites et surtout des fragments de Trilobites (en cours de détermination). Ces schistes ressemblent beaucoup à ceux signalés par M. DALLONI (1910).

Au-dessus viennent des calcaires beiges ressemblant à ceux de la montagne de la Rueda.

Des recherches de Conodontes sont restées vaines.

II-2.3. Le Dévonien de la vallée du Rio Baliera (fig. 12).

La coupe est levée en amont de la confluence du rio Basibe avec le rio Baliera; sur la rive droite du rio Baliera, nous distinguons du Sud vers le Nord :

- des calcschistes surmontés de schistes à nodules (20 m);
- des schistes noirs à patine rouille avec intercalations de bancs de calcaires noirs (5 m);
- des schistes à patine rosée alternant avec des schistes noduleux (30m)
- des schistes noirs à patine rouille (2 m).

Certains niveaux renferment des débris d'organismes (débris de plantes ?, tiges d'Encrines, petits Brachiopodes).

Ce niveau a également livré de petits Ostracodes, non identifiables mais dont la taille est comparable à celle des organismes trouvés dans le Dévonien moyen.

- des schistes calcareux surmontés de schistes noirs à nodules (5 m);
- puis une alternance de schistes fins et de grès (20 m);
- la série se termine par une vingtaine de mètres de schistes grisâtres à patine rouille.

II-3. Conclusions

L'analyse stratigraphique des terrains dévoniens reste très difficile en raison de la dispersion géographique des affleurements mais surtout en raison de l'oblitération des structures par des terrains très récents (terrains fluvio-glaciaires en particulier). La reconnaissance des différentes formations du Dévonien n'est pas toujours aisée, surtout en l'absence de fossiles caractéristiques. La distinction entre les faciès de la Sierra Negra et ceux de Baliera

se fait essentiellement au niveau du Dévonien inférieur. Il faut cependant remarquer qu'à la base de la formation de RUEDA, des schistes et des calcschistes existent parfois et qu'ils présentent les mêmes caractères lithologiques que ceux de la formation d'ANETO.

Après la sédimentation calme et monotone du Silurien, où se déposent des schistes graphiteux entrecoupés de quelques horizons calcaires, le bassin de sédimentation du Dévonien voit s'individualiser plusieurs zones parallèles, sensiblement orientées E-W où vont s'accumuler des dépôts de nature lithologique différente à puissance variable.

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE DES TERRAINS SILURIENS

Sommaire :

I - GENERALITES

I-1. Distribution géographique

I-2. Aspect morphologique

I-3. Historique des découvertes du Silurien

II - ETUDE DETAILLEE DU SILURIEN

II-1. Etude du Silurien de la vallée de l'Esera

II-1.1. Le Silurien du Pont San Jaime

II-1.2. Le Silurien de la Grange de Cavaler

II-1.3. Observation du Silurien sur le versant oriental du Pic de Ruda

II-2. Le Silurien de la Sierra Negra et de la Sierra de Llausset

II-2.1. Observation du Silurien sur le versant méridional de la Sierra Negra

II-2.2. Observation du Silurien sur le versant septentrional de la Sierra Negra

II-2.3. Observation du Silurien sur le versant occidental de la Sierra Negra

II-2.4. Le Silurien de la Sierra de Llausset

II-3. Les terrains siluriens dans les régions voisines de la Sierra Negra

II-3.1. Les terrains siluriens de la haute vallée du Rio Esera

II-3.2. Le Silurien de la vallée du Rio Astos

II-3.3. Le Silurien de la vallée de Aigueta de Eriste

II-3.4. Le Silurien au Sud de Anciles

II-3.5. Le Silurien de la vallée de la Noguera Ribagorzana

III - CONCLUSIONS

Nomenclature des étages		Zones à Graptolites de ELLES & WOOD complétées d'après J.PERNER & O.KODYM.		
DOWNTON		*Monograptus hercynicus.* *Monograptus kayseri.*		
LUDLOW	supérieur			
	moyen	Zone 36 à *Monograptus leintwardinensis* et *Monograptus ultimus.*		SALOPIEN
	inférieur	Zone 35 à *Monograptus tumescens.* Zone 34 à *Monograptus scanicus.* Zone 33 à *Monograptus nilssoni.* Zone 32 à *Monograptus vulgaris.*		
WENLOCK	supérieur	Zone 31 à *Cyrtograptus lundgreni.* Zone 30 à *Cyrtograptus rigidus.*		
	moyen	Zone 29 à *Cyrtograptus linnarssoni.* Zone 28 à *Cyrtograptus symmetricus.*		
	inférieur	Zone 27 à *Monograptus riccartonensis.* Zone 26 à *Cyrtograptus murchisoni.*		
TARANNON	supérieur	Zone 25 à *Monograptus crenulatus.* Zone 24 à *Monograptus griestoniensis.*	supérieur	VALENTIEN
	inférieur	Zone 23 à *Monograptus crispus.* Zone 22 à *Monograptus turriculatus.*		
LLANDOVERY	supérieur	Zone 21 à *Monograptus sedgwicki.*	inférieur	
	moyen	Zone 20 à *Monograptus convolutus.* Zone 19 à *Monograptus gregarius.* c) sous-zone à *Monograptus argenteus.* b) sous-zone à *Monograptus triangulatus.* a) sous-zone à *Monograptus fimbriatus.*		
	inférieur	Zone 18 à *Monograptus cyphus.* Zone 17 à *Mesograptus modestus* et *Orthograptus vesiculosus.* Zone 16 à *Cephatograptus acuminatus* et *Glyptograptus persculptus.*		

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE LILLE

Tabl.2.- LES DIVISIONS DU SILURIEN.(G.WATERLOT,1945).

I - GENERALITES

Se présentant constamment sous le faciès dit "des schistes carburés" les terrains siluriens ont longtemps servi de niveau repère dans la stratigraphie et la cartographie des séries primaires de la zone axiale des Pyrénées. L'étude stratigraphique du Silurien est facilitée par la présence dans ces schistes de nombreux Graptolites plus ou moins bien conservés quand la schistosité reste parallèle à la stratification. A partir du début du siècle, de nombreuses corrélations ont pu être faites grâce à la division du système silurien en zones caractérisées par les Graptolites (G.L. ELLES et E.M.R. WOOD, 1901-1918). Dans son mémoire sur l'étude de la faune graptolitique du Maroc, G. WATERLOT (1945) donne un tableau des divisions du Silurien en zones graptolitiques (tabl. 2).

I -1. Distribution géographique (fig. 13)

Les terrains siluriens affleurent largement au Nord-Est de Benasque et forment la presque totalité des monts de la Sierra Negra. Cette bande située au Sud de l'extrémité occidentale du Massif de la Maladetta, atteint au méridien passant par le Pic Royero, la largeur de 4 kilomètres environ. Elle se prolonge à l'Est par la Sierra de Llausset. Ces terrains siluriens forment une bande plus ou moins large, continue de la vallée du Rio Esera jusqu'à la vallée du Rio Noguera Ribagorzana. Comme nous le verrons ultérieurement, les terrains siluriens constituent le coeur d'un anticlinorium qui s'ennoie vers l'Ouest au delà du rio Esera. Il existe cependant quelques diverticules que l'on retrouve dans la vallée du rio Astos et dans la vallée de l'Aigueta d'Eriste.

D'autres affleurements de terrains siluriens sont visibles dans la haute vallée de l'Esera, à l'extrémité occidentale du plan des Etangs et dans la vallée du Rio Baliera où ils affleurent à la faveur d'un jeu de failles.

I -2. Aspect morphologique

Les schistes carburés constituant la majeure partie des terrains siluriens sont généralement enserrés entre les quartzites de l'Ordovicien et les calcaires durs du Dévonien. Ces schistes présentent une moindre résistance aux agents de l'érosion.

Dans le paysage, les terrains siluriens comme tous les terrains schisteux sont soulignés par des dépressions allongées qu'il est facile

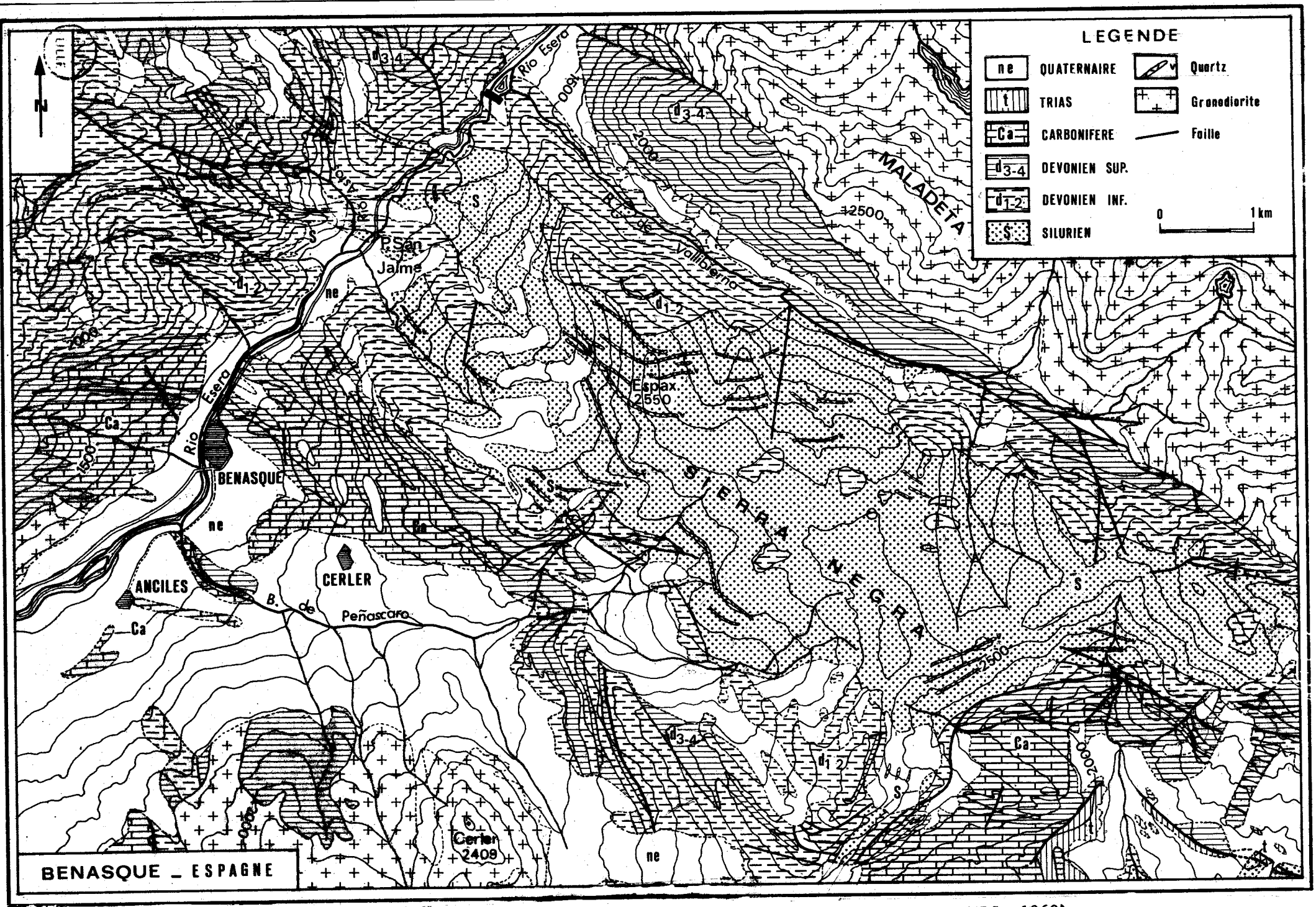


Fig.13.-CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE BENASQUE (d'après J.H.N. WENNEKERS, 1968).

de suivre. Ces dépressions sont visibles dans la vallée d'Astos et surtout dans la vallée de Aigueta de Eriste.

Cependant, il faut noter que la large bande silurienne située sur le versant méridional de la Maladeta est très résistante à l'érosion. Nous verrons que ceci est dû aux nombreux filons de diorite et de microgranite qui forment l'ossature de la Sierra Negra.

I -3. Historique des découvertes du Silurien

Signalés par J. de CHARPENTIER (1823), M. DUFRENOY (1873), A. MAESTRE (1855) et J. DUROCHER (1844), les terrains siluriens des Pyrénées centrales espagnoles furent étudiés par A. BRESSON (1903) qui reconnut une série de schistes carburés à Graptolites surmontés par des calcaires noirs à *Cardiola interrupta* et Orthocères. Ces terrains furent également signalés au Port du Rioumajou où les schistes carburés à *Monograptus* sont surmontés par des calcaires noirs lenticulaires renfermant *Orthoceras bohemicum* BARRANDE et *Orthoceras pyrenaïcum* LEYMERIE.

M. DALLONI (1910) dans la vallée de Gistain observa des empreintes de Monograptidés parmi lesquelles il reconnut *Monograptus priodon* BRONN. Dans les formations calcaires près du col de Sahun, il a découvert :

Cardiola interrupta SOWERBY
Orthoceras styloideum BARRANDE
Orthoceras bohemicum BARRANDE
Scyphocrinus elegans ZENKER

Dans la région de Benasque, les terrains siluriens furent observés par M. GOURDON (1888) qui, près du pont de Cuberre, signala la présence de calcaires noirs pyriteux renfermant des Orthocères à siphon central. M. DALLONI (1910) a trouvé dans les schistes carburés de cet affleurement des empreintes de Graptolites et, en particulier :

Monograptus priodon (BRONN)
Monograptus becki (BARRANDE)

Ces schistes sont surmontés par des calcaires noirs en petits bancs également pyriteux et veinés de calcite renfermant :

Orthoceras bohemicum BARRANDE
Orthoceras pyrenaicum LEYMERIE

De plus, ces calcaires ont livré *Cardiola interrupta* SOWERBY.

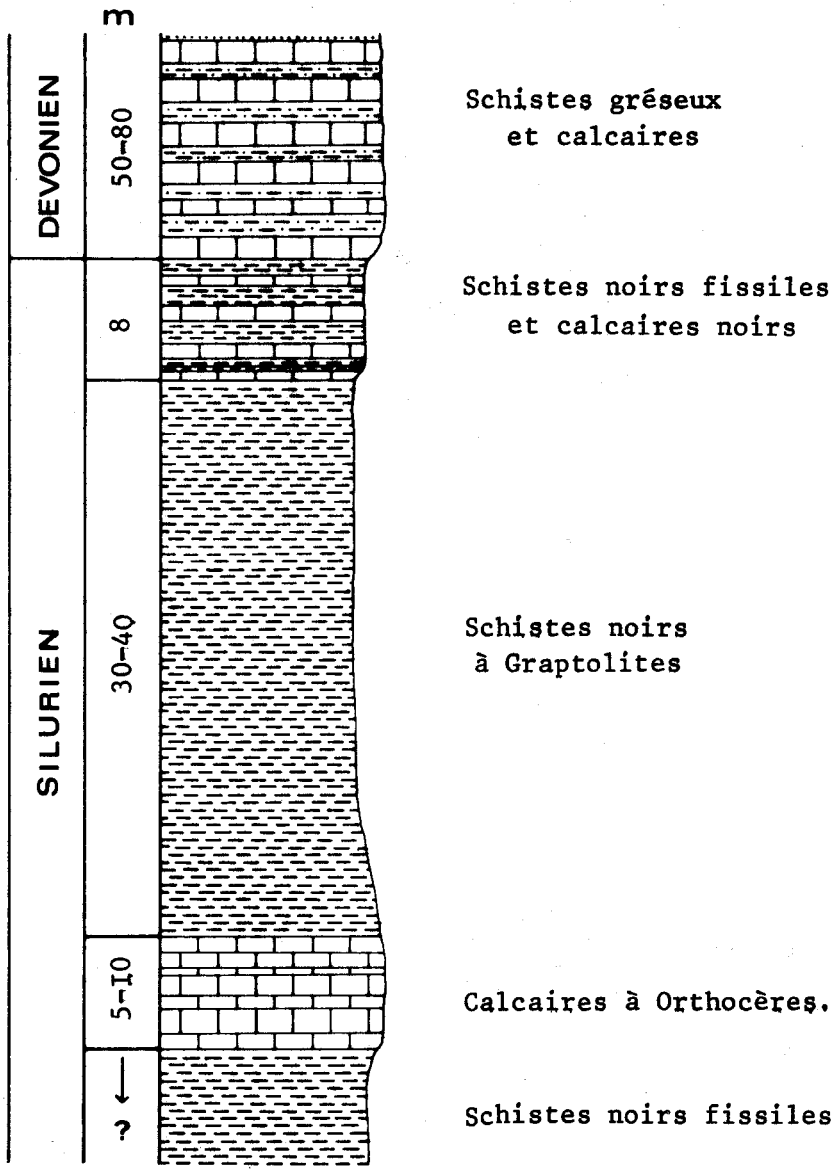


Fig. 14.- COLONNE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DU SILURIEN SUPERIEUR ET DU DEVONIEN INFERIEUR (d'après P.H.W. MEY, 1967).

BUS LILLE

A deux kilomètres à l'Est de Cerler, les schistes ampéliteux ont livré de beaux gisements de Graptolites moulés par la séricite ou la pyrite.

M. DALLONI a reconnu :

Monograptus priodon (BRONN)
Monograptus sedgwicki(BARRANDE)
Monograptus spiralis (HISINGER)
Monograptus becki (BARRANDE)

Dans les schistes de la Sierra Negra, ont été découverts par le même auteur :

Monograptus convolutus(HISINGER)
Monograptus halli (BARRANDE)
Monograptus nilsonni(BARRANDE)

Le Silurien de la zone axiale des Pyrénées centrales espagnoles a également été étudié par les géologues hollandais et, en particulier, par P.H.W. MEY (1967). La série stratigraphique observée comprend essentiellement une formation de schistes noirs très fins, fissiles, tachant les doigts et renfermant de nombreux Graptolites présentant dans sa partie supérieure à 50 m environ du sommet, quelques fins bancs de calcaires noirs à Orthocères, Encrines et *Cardiola interrupta*. La partie supérieure du Silurien est représentée par une alternance de bancs de calcaires et de schistes noirs (fig. 12).

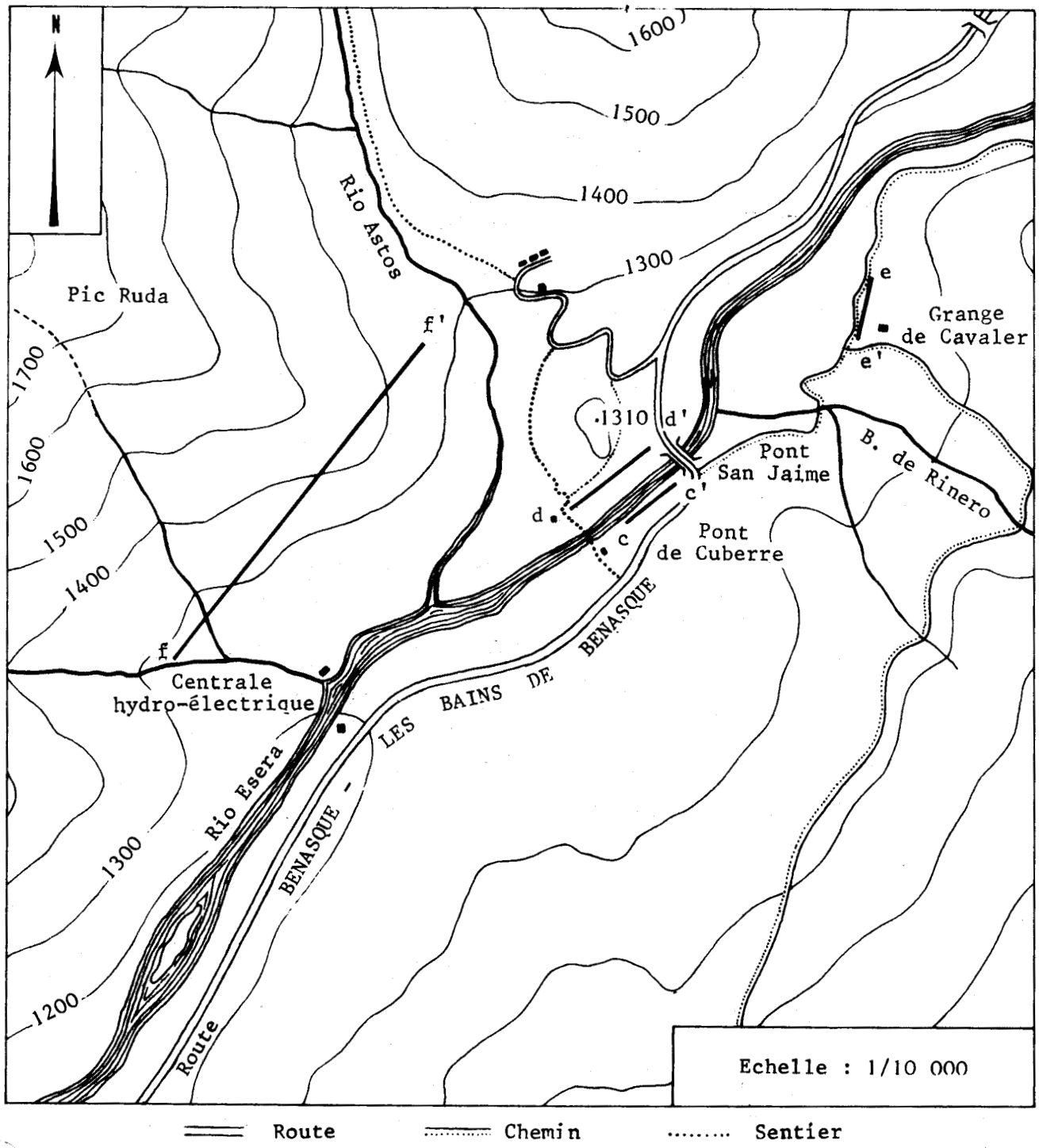


Fig. 15.- LOCALISATION DES COUPES EFFECTUEES DANS LA VALLEE DU RIO ESERA.

II - ETUDE DETAILLEE DU SILURIEN

Le plan adopté pour l'étude des différents affleurements a été le suivant :

Je présenterai d'abord le Silurien de la vallée du Rio Esera; c'est dans cette vallée qu'il a été le plus souvent décrit. C'est principalement là que la stratigraphie et les structures géologiques sont les plus apparentes. Ensuite, je décrirai les terrains de la Sierra Negra, principal affleurement du secteur étudié.

Dans un 3° paragraphe, je ferai rapidement l'inventaire de tous les affleurements siluriens visités dans la région comprise entre les Posets et la vallée de la Noguera Ribagorzana. Ces affleurements dispersés sont à rattacher directement aux structures générales de la Sierra Negra.

II -1. Etude du Silurien de la vallée de l'Esera

Dans la vallée de l'Esera, le Silurien sous la forme classique des "schistes carburés" apparaît au coeur d'anticlinaux souvent affectés de failles.

II -1.1. Le Silurien du Pont San Jaime

L'affleurement le plus connu des terrains siluriens est situé à 3,800 kilomètres environ de Benasque, légèrement en amont du confluent des Rios Astos et Esera. Deux coupes sont nécessaires pour préciser la stratigraphie du Silurien.

- la première coupe est levée sur la route qui relie Benasque à l'Hotel des Bains, sur la rive gauche du rio Esera. Les différentes observations ont été faites sur le talus à l'Ouest de la route, juste avant le pont San Jaime (fig. 15). Au niveau de cet affleurement, la direction des couches est de 80°N et le pendage général atteint 50°N.

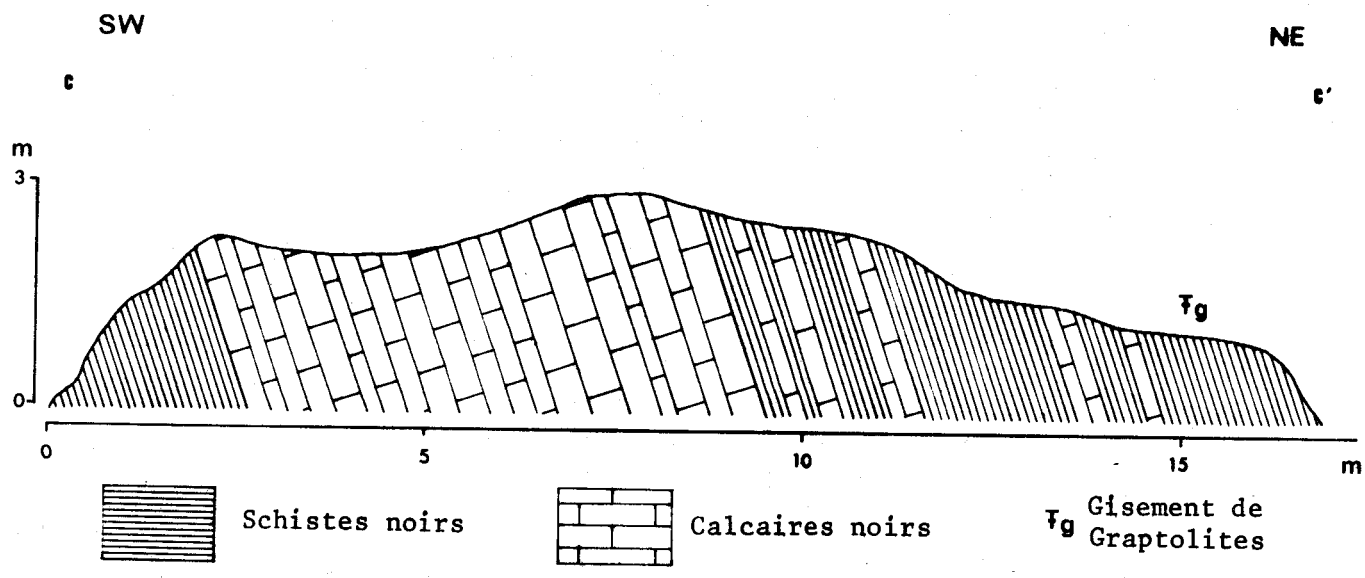


Fig. 16.- COUPE GEOLOGIQUE DU TALUS OCCIDENTAL DE LA ROUTE BENASQUE-LES BAINS DE BENASQUE.

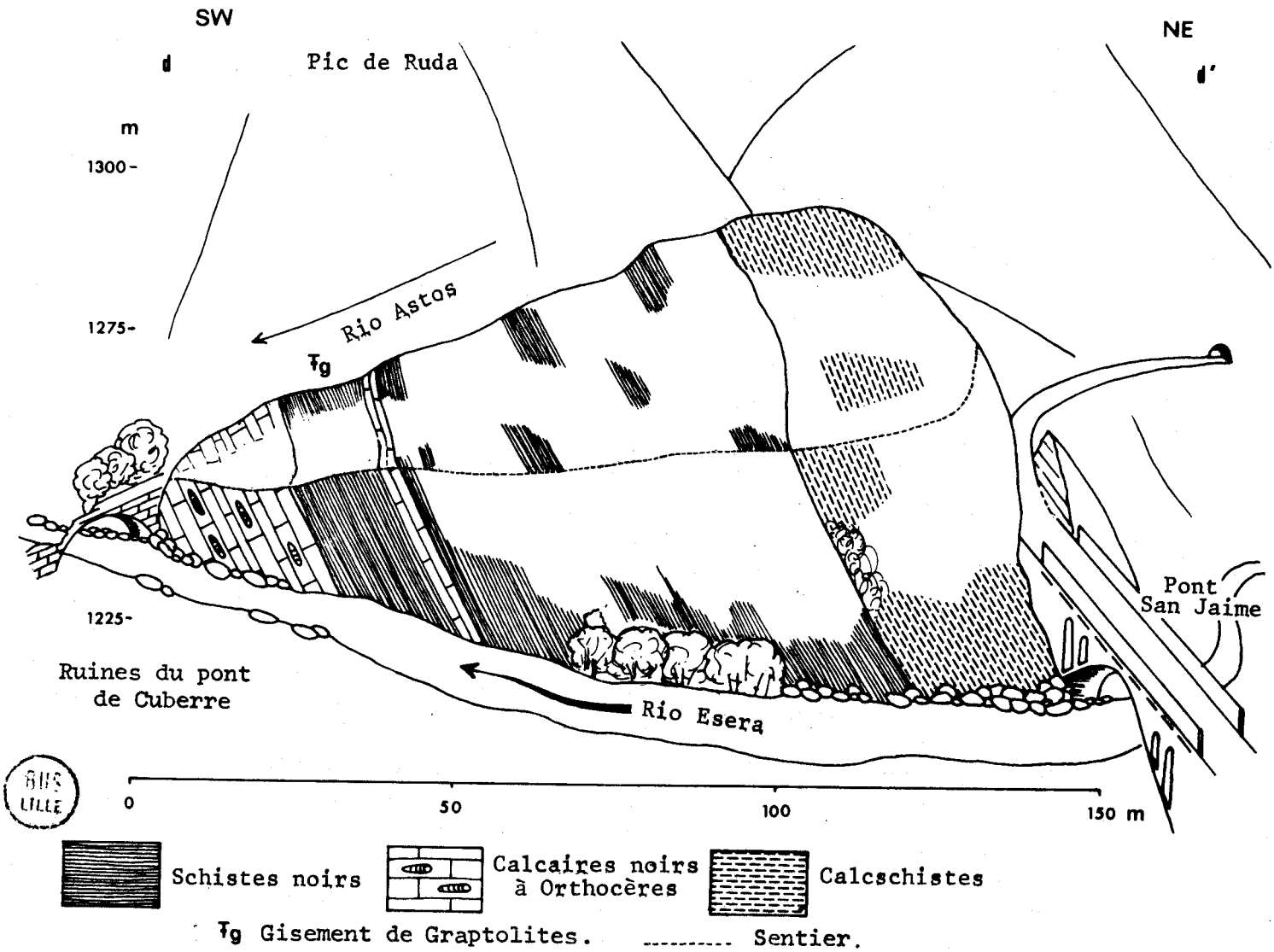


Fig. 17.- VUE PANORAMIQUE DU MONT COTE 1310 m.

Du Sud vers le Nord, nous pouvons distinguer (fig.16) :

. des schistes, à patine rouille, qui montrent une teinte noire en cassure fraîche. Aucune trace de fossile n'y est observée. Ces schistes renferment de nombreux petits cubes de pyrite de quelques dizièmes de millimètre d'arête. La puissance des schistes noirs reste difficilement appréciable en raison de la présence, au fond de la vallée, de matériaux glaciaires.

. au-dessus viennent des calcaires noirs, régulièrement lités. Les bancs calcaires dont l'épaisseur varie entre 20 et 40 centimètres, sont séparés par des lits schisteux plus ou moins épais. Cette formation renferme de nombreux débris de tiges d'Encrines ainsi que de petits Orthocères à siphon central.

De plus, nous observons, répartis uniformément dans les calcaires et les schistes, de beaux cristaux de pyrite pouvant atteindre un centimètre cube. Généralement, ces cristaux de pyrite sont déformés et entourés d'un halo de calcite blanche.

. puis de nouveau des schistes noirs à patine rouille.

A l'affleurement, ces schistes se différencient des précédents par leur débit ardoisier. En effet, ces schistes sont plus résistants et se délitent facilement au marteau en grandes plaquettes à la surface desquelles on observe de nombreuses empreintes de Graptolites lorsque la schistosité est parallèle à la stratification. Malheureusement, ces empreintes, pyriteuses ou sériciteuses, sont très sensibles à l'altération et sont souvent en très mauvais état de conservation. J'ai retrouvé le gisement de Graptolites déjà décrit par M. WATERLOT (1961) dans lequel il signalait la présence de Graptolites de type sarde, caractérisés par le gigantisme des formes. G. WATERLOT y avait reconnu :

Monograptus latus (Mc COY)
Monograptus flemingii (SALTER)
Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI
Monograptus uncinatus var. *taricco*i GORTANI

Ces Graptolites appartiennent à la zone 30 de G.L. ELLES et R. WOOD et sont également bien connus en Sardaigne et dans le Pays basque.

- Une deuxième coupe, sur la rive droite du Rio Esera, entre les ruines du pont de Cuberre et le nouveau pont San Jaime, permet de compléter la série silurienne (fig. 17).

Du Sud au Nord, nous observons :

. des calcaires noirs renfermant des Orthocères et des tiges d'Encrines. M. DALLONI (1910) a récolté et déterminé :

Orthoceras bohemicum BARRANDE
Orthoceras pyrenaïcum LEYMERIE

En outre, ces calcaires renferment quelques petits nodules de schistes où la matière organique est très importante. Comme dans la coupe précédente, la limite inférieure de cette assise est recouverte par des alluvions du Rio Esera et du Rio Astos.

. des schistes noirs ampéliteux.

Des nodules de graphite ont été signalés dans la bibliographie. Je ne les ai pas retrouvés mais ai pu observer des petits nodules de schistes, luisants, très riches en matière organique dispersée. La puissance de ce schistes est peu importante et ne dépasse pas une vingtaine de mètres.

. au-dessus, reposent des schistes noirs, ardoisiers à patine rouille dans lesquels j'ai recueilli des Graptolites géants. Les espèces rencontrées sont identiques à celles recueillies par M. WATERLOT (1961). Cependant, A. ARCHE (1971) signalait dans les terrains siluriens du pont San Jaime, les Graptolites suivants :

Monograptus mutuliferus mutuliferus GORTANI
Monograptus lamarmorae MENEGHINI em GORTANI
Monograptus flemingii flemingii (SALTER)
Monograptus latus (M'COY)

La puissance de ces schistes noirs à Graptolites atteint environ une trentaine de mètres.

. Puis vient une série formée de bancs de calcaires noirs alternant avec des lits plus épais de schistes noirs. Cette série est très riche en pyrite dont les cristaux, à l'affleurement, sont généralement altérés et souvent dissous. Il ne reste alors que de petites cavités dans la roche.

. Fait suite, une formation montrant l'alternance de lits calcaires et de lits calcschisteux. En cassure fraîche, les calcschistes et les calcaires ne sont pas discernables par leur couleur qui reste noire, mais à l'affleurement, les calcaires présentent une patine de couleur gris bleuté tandis que les calcschistes sont de couleur ocre jaune. De plus, la différence de solubilité des deux roches à l'action des agents atmosphériques fait apparaître la rythmicité des dépôts et les calcaires, plus solubles que les calcschistes, apparaissent en creux.

. Surmontant les calcschistes, une puissante série de schistes noduleux marque le début du Dévonien inférieur.

La puissance du Silurien, observée au pont San Jaime, ne dépasse guère les 100 m. Nous pouvons remarquer que de nombreux niveaux calcaires sont observables dans la partie supérieure du Silurien. Seul, un niveau repère a pu être décelé; ce sont les schistes à Graptolites géants indiquant la zone 30 de G.L. ELLES et R.WOOD.

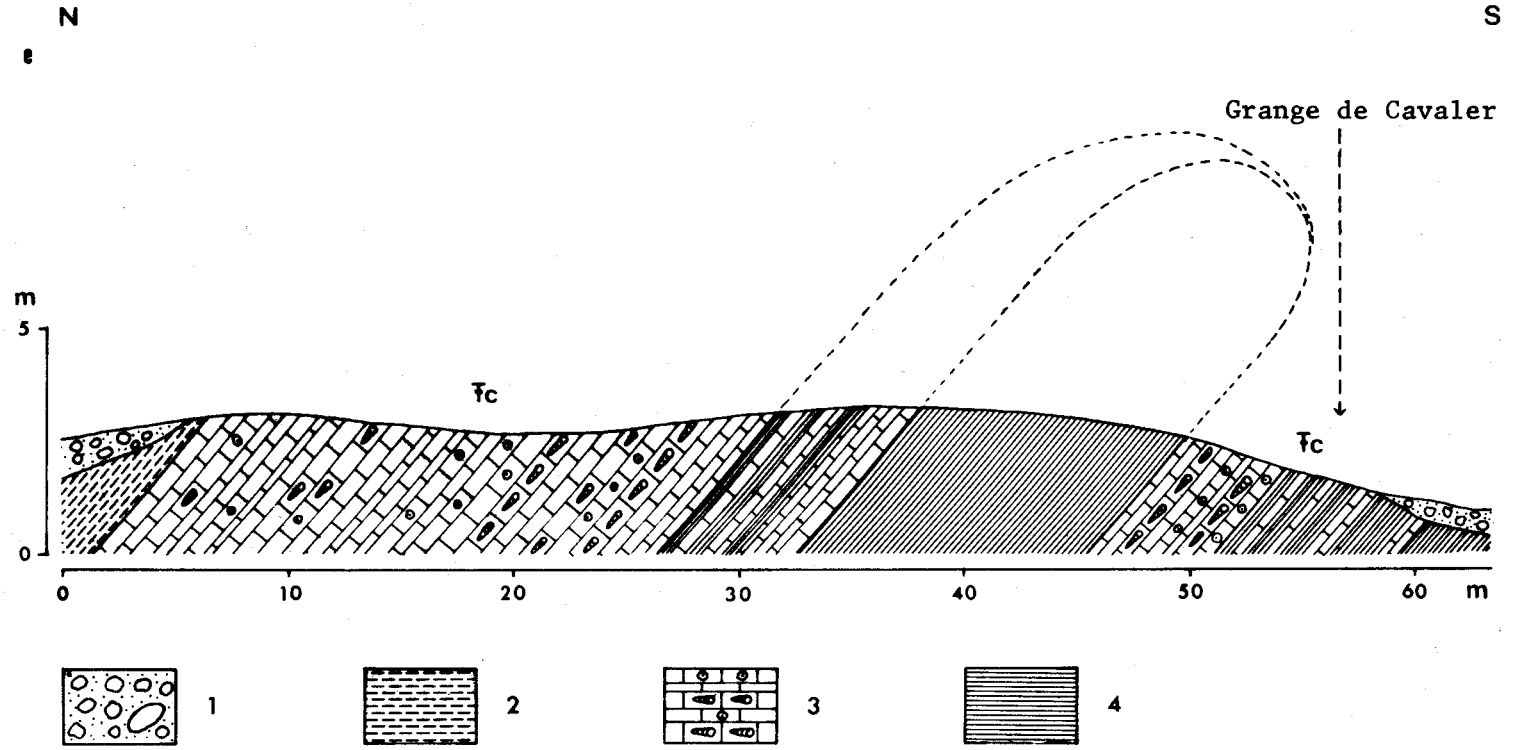
II -1.2. Le Silurien de la Grange de Cavaler

Cette troisième coupe est effectuée 500 m environ au Nord des précédentes (fig. 18). Les observations suivantes ont été faites sur la piste à partir de l'entrée du pré.

A la faveur de l'encaissement du Rio Esera, nous voyons apparaître la terminaison périanticlinale des terrains siluro-dévoniens, à l'Ouest de la grange de Cavaler.

La coupe est faite sur la piste qui longe le rio Esera. Elle commence à l'entrée du pré entourant la grange de Cavaler.

- 2 m de schistes noirs, graphiteux, dans lesquels s'intercalent de nombreuses et fines passées de calcaire noir qui se débitent en plaquettes de quelques centimètres d'épaisseur;
- 5 m de calcaires noirs, dans lesquels on observe des articles de tiges d'Encrines et des Orthocères;
- 10 m de schistes noirs, très friables, souvent altérés et recouverts d'efflorescences de soufre;



1 - Dépôts fluvio-glaciaires. 2- Schistes grisâtres dévoniens. 3 - Calcaires noirs à Encrines et Orthocères. 4 - Schistes noirs graphiteux. Tc - Gisement à Conodontes.

Fig. 18.- COUPE GEOLOGIQUE DU SILURIEN DE LA GRANGE DE CAVALER.

- 2 m de calcaires compacts noirs,
- puis une formation montrant une alternance de schistes noirs et de calcaires souvent recristallisés et atteignant 5 m de puissance,
- la série se termine par 20 m de calcaires noirs montrant la présence de petits Orthocères et articles de tige d'Encrines, surmontés par des schistes grisâtres d'âge dévonien.

La figure 1 montre que les terrains siluriens dessinent un anticlinal dont l'axe s'ennoie vers l'Ouest. Des mesures effectuées sur les bancs calcaires indiquentque la charnière observée a un plongement vers l'Ouest de 40°. Cet anticlinal, de direction générale de 80°N est régulièrement déversé vers le Sud; les pendages mesurés sont compris entre 45° et 50° N.

Une recherche systématique de Conodontes sur les échantillons prélevés dans les bancs calcaires s'est révélée très fructueuse. Cette faune fut déterminée par D. STOPPEL* qui malgré leur mauvais état de conservation dû au léger métamorphisme, a reconnu les formes suivantes :

Icriodus woschmidti ZIEGLER
Icriodus sp. indét.
Lonchodina detorta WALLISER
Lonchodina cf. greilingi WALLISER
Neoprioniodus bicurvatus (BRANSON et MEHL)
Neoprioniodus cf. latidentatus WALLISER
Ozarkodina typica denckmanni ZIEGLER
Plectospathodus sp. indét.
Plectospathodus alternatus WALLISER
Spathognathodus steinhornensis remscheidensis ZIEGLER
Spathognathodus steinhornensis cf. eosteinhornensis WALLISER
Spatgognathodus inclinatus (RHODES) s. sp. indét.
Trichonodella cf. inconstans WALLISER.

La plupart des Conodontes extraits appartiennent au Ludlowien mais nous verrons dans le chapitre Paléontologie que l'association *Plectospathodus alternatus* WALLISER, *Ozarkodina denckmanni* ZIEGLER, *Lonchodina greilingi* WALLISER, *Trichonodella inconstans* WALLISER, *Spathognathodus steinhornensis* ZIEGLER et *Icriodus woschmidti* ZIEGLER est caractéristique du Dévonien inférieur.

---

* Je remercie Dr. D. STOPPEL, Bundesanstalt für Bodenforschung, D3 Hannover-Buchholz, Postfach 230153, qui a bien voulu déterminer ces conodontes.

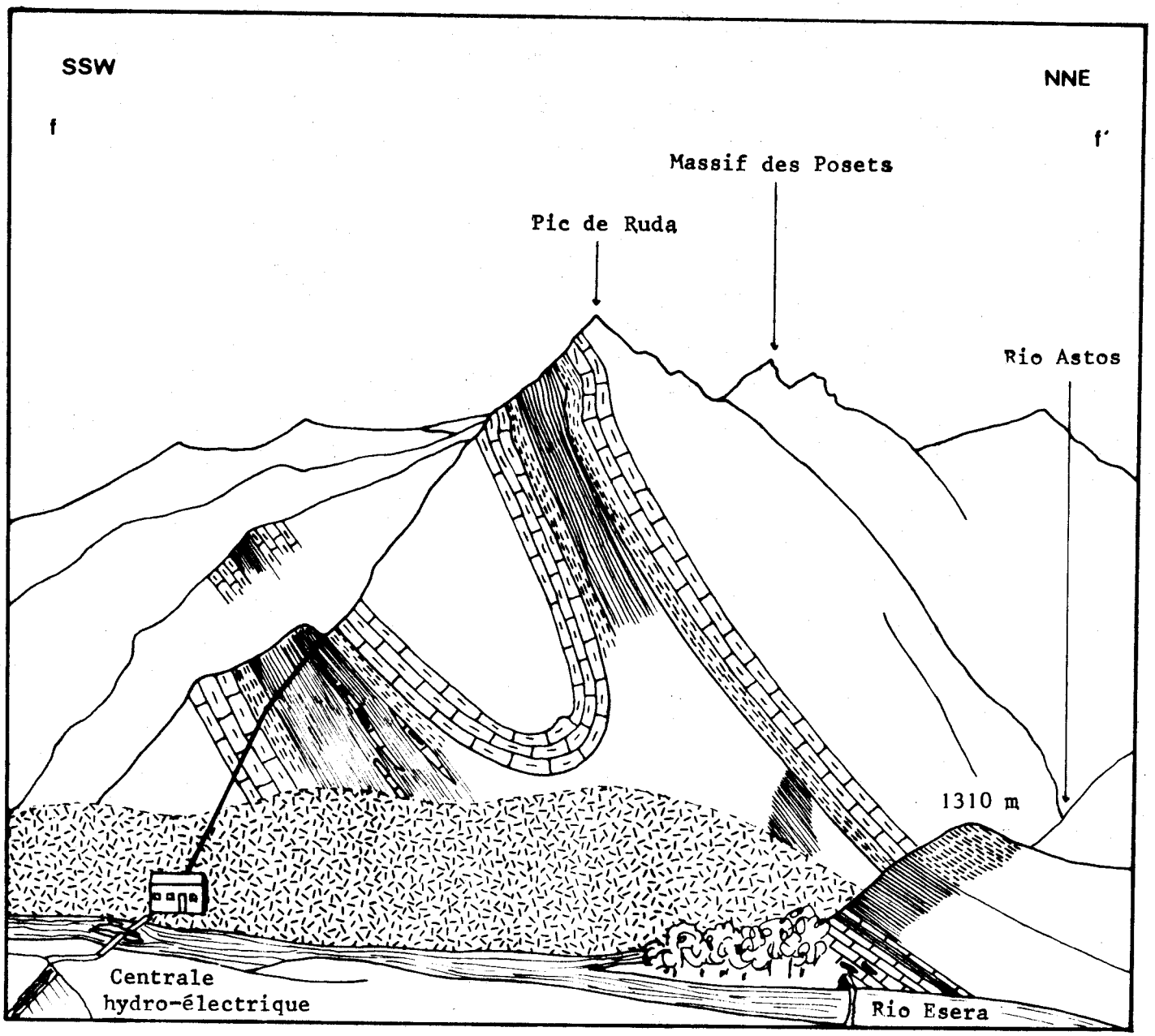


Fig. 19.- VUE PANORAMIQUE DU FLANC EST DU PIC DE RUDA.

BUS LILLE

Cette série constituée par l'alternance des bancs calcaires et de schistes noirs marque le début de la série gédinnienne.

II -1.3. Observations du Silurien sur le versant oriental du Pic de Ruda (fig. 19)

Située sur le flanc oriental de la Montagne de Benasque, la coupe levée entre la centrale hydro-électrique de Benasque et le confluent des Rios Astos et Esera, montre les terrains siluriens et dévoniens. Les anticlinaux et synclinaux sont déversés vers le Sud.

De la base au sommet, la série litho-stratigraphique se compose:

- d'une série de schistes noirs, épaisse d'une cinquantaine de mètres dans laquelle se distinguent deux termes distincts par la coloration de la patine d'altération.

A la base, ce sont des schistes fins, renfermant de nombreux petits cristaux de pyrite. L'altération de cette pyrite donne une teinte rouille aux schistes.

Vers le sommet de cette série, les cristaux de pyrite sont moins nombreux ou disparaissent totalement. La patine d'altération des schistes devient alors gris bleuté. A la surface des feuillets schisteux, de nombreuses efflorescences de soufre sont observées. Les schistes de ce dernier terme renferment des empreintes de Graptolites géants plus ou moins altérées. Les principales espèces reconnues sont:

Monograptus latus (Mc COY)
Monograptus mutuliferus var *strigosus* GORTANI
Monograptus flemingii flemingii (SALTER)

Ces Graptolites sont identiques à ceux trouvés dans le gisement du pont San Jaime et caractérisent les zones 30 et 31, c'est-à-dire le Wenlockien supérieur.

- puis viennent des calcaires noirs, régulièrement lités sur le flanc sud de l'anticlinal septentrional où ils atteignent 5 à 6 m d'épaisseur. Par contre, dans l'anticlinal méridional, ces calcaires se présentent sous forme de lentilles séparées par des délits schisteux plus ou moins épais.

De nombreux débris d'organismes sont observés dans ces calcaires noirs; il s'agit essentiellement de tiges d'Encrines et d'Orthocères totalement recristallisés.

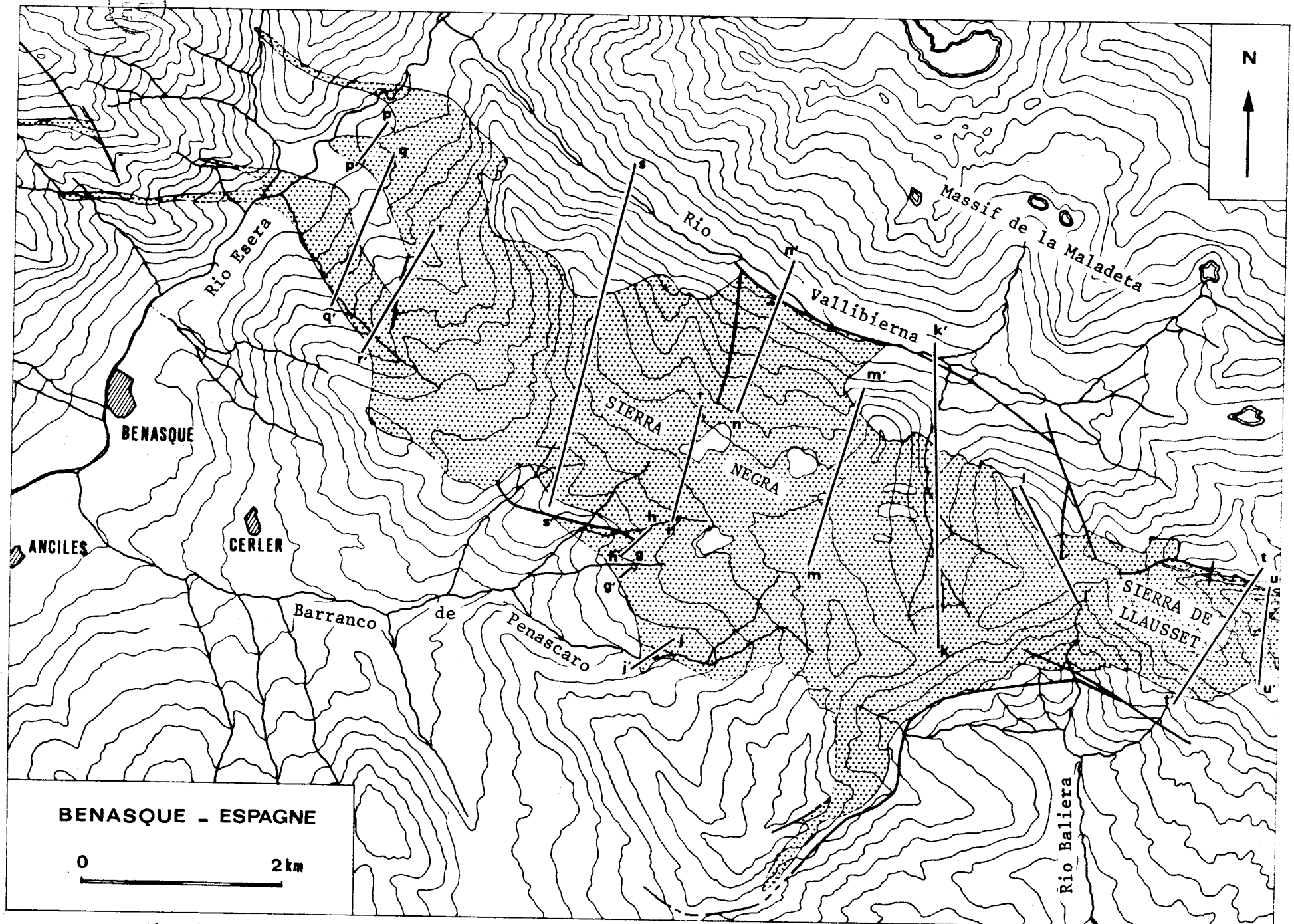


Fig. 20.- LOCALISATION DES COUPES EFFECTUEES SUR LA SIERRA NEGRA ET SUR LA SIERRA DE LLAUSSET.

- ensuite repose une formation alternant des lits de schistes noirs, peu épais, et des bancs de calcaires noirs.

Les bancs de calcaires sont souvent boudinés et parcourus de nombreux filonnets de calcite blanche. Ces calcaires renferment également des articles de tiges d'Encrines, de petits Orthocères et de petits Gastéropodes.

En outre, j'ai extrait les Conodontes suivants :

Lonchodina detorta WALLISER
Lonchodina cf. *greilingi* WALLISER
Neoprioniodus bicurvatus (BRANSON et MEHL)
Neoprioniodus cf. *latidentatus* WALLISER
Plectospathodus flexuosus BRANSON et MEHL
Spathognathodus inclinatus inclinatus (RHODES)
Spathognathodus steinhornensis remscheidensis ZIEGLER
Synprioniodina silurica WALLISER

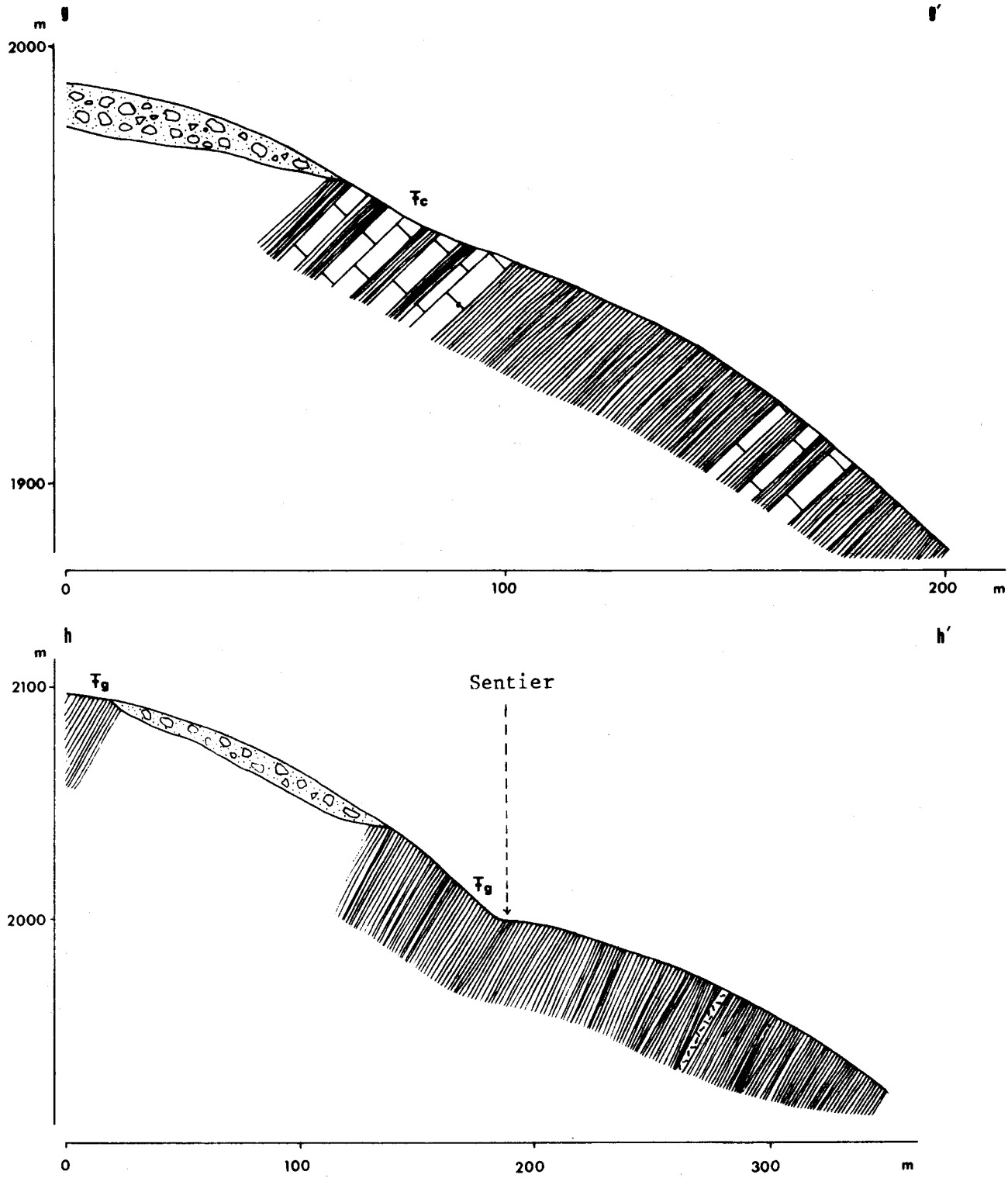
Ces Conodontes se rencontrent en général à la limite siluro-dévonienne. Comme nous l'avons vu précédemment, nous sommes dans les couches de passage du Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

- enfin, une série de schistes et calcschistes comparables à ceux décrits au pont San Jaime. Aucune faune n'y a été découverte. Cette série, épaisse d'une vingtaine de mètres est surmontée par des calcaires compacts également noirs.

Dans cette coupe, nous pouvons déjà remarquer l'intensité des déformations subies par les schistes et les calcaires du Silurien. De plus, les terrains siluriens se trouvent complétement pincés et écrasés entre les calcaires du Dévonien. Il en résulte un bourrage au niveau de la charnière, un écrasement et un étirement sur les flancs. Les boudins observés sur cette coupe sont le résultat de cet étirement dans les couches plastiques.

II.2. Le Silurien de la Sierra Negra et de la Sierra de Llausset (fig. 20)

Les terrains siluriens de la Sierra Negra affleurent en une masse importante de schistes noirs, s'étendant sur plus de 20 km2. L'épaisseur apparente de cette série monotone est considérable. La structure générale de cet ensemble schisteux est un vaste anticlinorium déversé vers le Sud.



1 - Dépôts fluvio-glaciaires. 2 - Calcaires noirs. 3 - Schistes noirs. 4 - Microgranite.

Tc - Gisement de Conodontes. Tg - Gisement de Graptolites.

BIBS LILLE

Fig.21.- COUPES GEOLOGIQUES DANS LA VALLEE DE ARDONERS.

La stratigraphie de ces terrains est assez mal définie en raison de l'absence de niveaux repères ou fossilifères. Seuls quelques Graptolites ont été signalés par M. DALLONI (1910) au quartier des Ardones, au NW du Barranco de Peñascaro. Il a reconnu :

Monograptus priodon (BRONN)
Monograptus sedgwickii (BARRANDE)
Monograptus spiralis (HISINGER)
Monograptus becki (BARRANDE)

Ces Graptolites sont fréquemment rencontrés dans les terrains siluriens de Grande-Bretagne et caractérisent les zones 20 à 25 de G.L. ELLES et R. WOOD.

Des travaux plus détaillés furent entrepris par P.H.W. MEY (1967) et ont contribué à la connaissance structurale des Pyrénées centrales.

Depuis quelques années, de nouveaux gisements de Graptolites furent cités et étudiés par A. ARCHE et C. ROMARIZ (1971). Au pied du Pic Espax, ils ont découvert une importante faune de Monograptidés et plus spécialement :

Monograptus mutuliferus mutuliferus GORTANI
Monograptus lamarmorae MENEGHINI em GORTANI
*Monograptus uncinatus taricco*i GORTANI
Monograptus monoclimacis flumendosae (GORTANI)

Ce gisement est ainsi daté précisément: ces Graptolites appartiennent à la zone 30 du Wenlockien supérieur.

II -2.1. Observations du Silurien sur le versant méridional de la Sierra Negra

II-2.1.1. Coupes géologiques dans la vallée de Ardoners (fig.21)

La première coupe (g - g') est levée sur la rive gauche de la vallée de Ardoners. Elle débute à l'altitude de 1950 m et présente, du Sud vers le Nord, et de bas en haut, la succession lithologique suivante :

- des schistes noirs, très friables et riches en matière organique dispersée;
- une série formée par l'alternance de lits schisteux et de lits calcaires. Les bancs calcaires, de faible épaisseur, (2 à 3 cm) contiennent de nombreux articles de tiges d'Encrines et de petits Orthocères.

le débit de ces calcaires se fait en général sous forme de plaquettes;

- puis, de nouveau, des schistes noirs métamorphiques, pétris de petits cristaux d'andalousite; ils renferment également de nombreux petits cristaux de pyrite;
- puis viennent des calcaires, en bancs plus épais (10 à 15 cm d'épaisseur) séparés par de petits délits schisteux.

Des Conodontes ont été dégagés de ces calcaires, mais malheureusement leur très mauvais état de conservation n'a pas permis leur détermination.

Cette brève séquence est limitée au Nord par une couverture d'éboulis provenant de terrains dévoniens.

- La deuxième coupe (^{h} - $^{h'}$) située sur le versant droit de la vallée de Ardoners (alt. 2000m), face à la précédente, permet de mettre en évidence une petite faille. Cette coupe est effectuée dans l'imposante masse des schistes noirs graphiteux.

Cette série monotone présente de la base au sommet :

- des schistes ardoisiers dont certains niveaux sont riches en cristaux de pyrite;
- des schistes, se débitant en plaquettes;
- des schistes plus ou moins métamorphisés par des filons de microgranite;
- des schistes noirs se développant sur plus de 30 m en une série monotone. Un niveau cependant renferme de beaux Graptolites géants. J'ai reconnu :

Monograptus latus (Mc COY)
Monograptus flemingii flemingii (SALTER)
Monograptus uncinatus var. *tariccoi* GORTANI

caractéristiques du Wenlockien supérieur.

Après une lacune d'observation due à des dépôts morainiques, la série des schistes noirs se poursuit. De nombreux gisements graptolitiques

ont été localisés sur la ligne de faîte du mamelon situé entre le barranco del Ubalgo et le barranco del Clotet.

J'ai récolté les Graptolites suivants :

Monograptus halli (BARRANDE)
Monograptus holmi PERNER
Monograptus proteus (BARRANDE)
Monograptus sedgwickii (PORTLOCK)

Ces Graptolites sont fréquemment rencontrés dans les zones 20 à 25 du Silurien de Grande Bretagne.

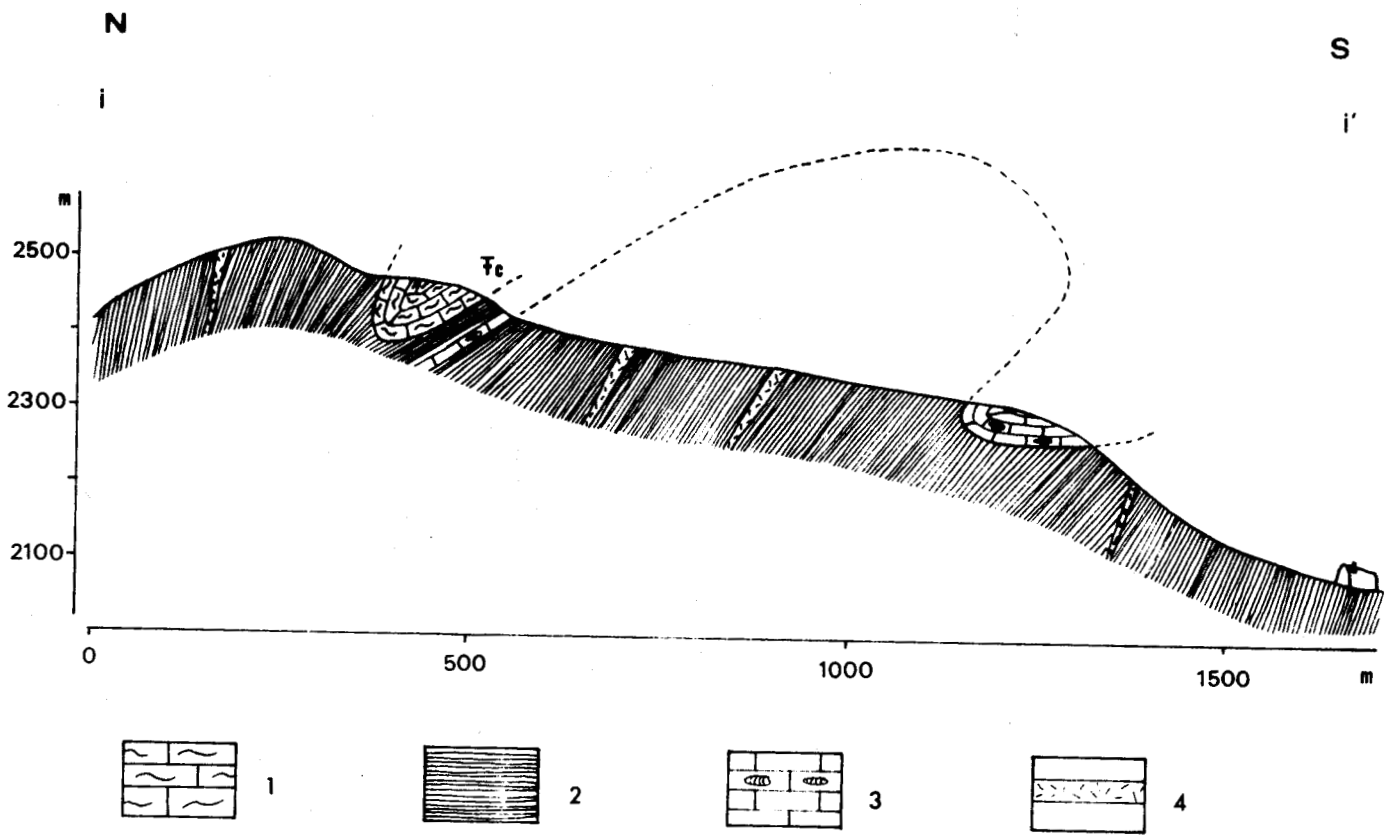
II-2.1.2. Coupe passant par le col de Ardones (2510m) (fig. 22)

La coupe commence à la hauteur de la cabane de bergers, à 2100 m d'altitude dans la vallée del Clotet. Nous observons du bas vers le haut :

- des schistes noirs;
- des calcaires noirs à Orthocères, peu épais disposés en placages;
- puis de nouveau des schistes noirs à Graptolites non déterminables.

Cette série de schistes dont l'épaisseur apparente est de plusieurs centaines de mètres, est entrecoupée de filons de microgranite et de quartz.

- des calcaires noirs à débris d'organismes, en particulier, de petits Orthocères, des articles de tiges d'Encrines, de petits Brachiopodes.



1 - Calcaires beiges. 2 - Schistes noirs. 3 - Calcaires noirs à Orthocères.
4 - Microgranite. Fc - Gisement de Conodontes.

Fig.22.- COUPE GEOLOGIQUE PASSANT PAR LE COL DE ARDONES.

BIS LILLE

- au-dessus, reposent des calcaires beiges, à nombreuses traces de Brachiopodes. Ces calcaires sont comparables à ceux observés sur la montagne de la Rueda.
- puis, jusqu'au sommet du col, se poursuit la série schisteuse, plus ou moins métamorphique. La section des cristaux d'andalousite atteint le cm2.

Légèrement à l'Ouest du col de Ardones, vers le pic Royero, nous observons un autre affleurement des terrains dévoniens.

Dans les niveaux calcschisteux situés à la base de ces calcaires, j'ai extrait les Conodontes suivants :

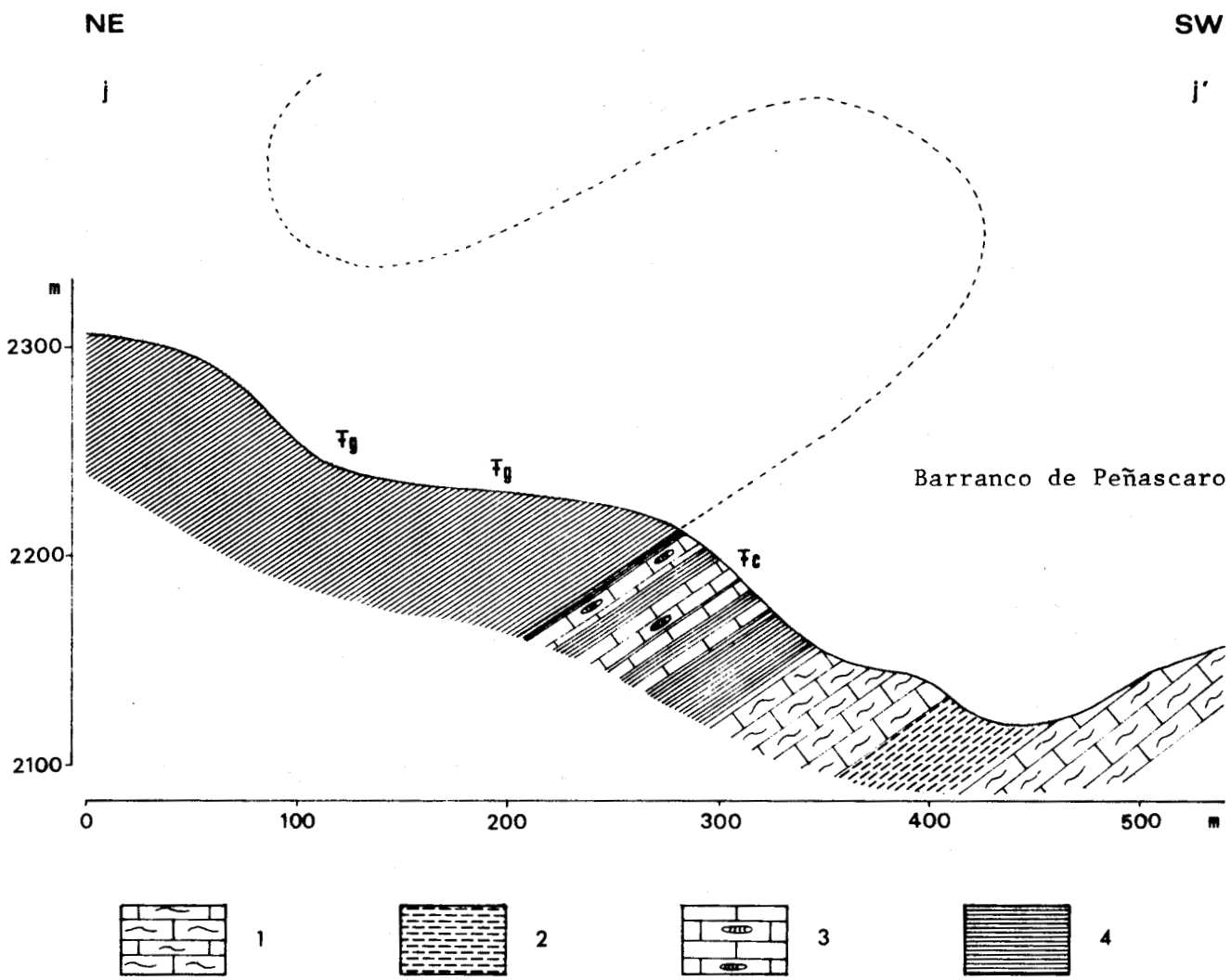
Neopriniodus bicurvatus (BRANSON et MEHL)

Plectospathodus flexuosus BRANSON et MEHL

Plectospathodus cf. extensus RHODES

II-2.1.3. Le Silurien de la haute vallée du Barranco de Peñascaro (fig. 23)

La coupe proposée commence dans le lit du Barranco de Peñascaro, à l'altitude de 2110 m et schématise les observations effectuées sur la rive droite de ce torrent. Elle se prolonge ensuite vers le Nord sur la rive droite d'un de ses affluents descendant du pic de Estiba Freda.



1- Calcaires beiges. 2-Calcschistes beiges. 3-Calcaires noirs à Orthocères.
4- Schistes noirs. Tc - Gisement de Conodontes. Tg - Gisement de Graptolites.

Fig.23.- COUPE GEOLOGIQUE DANS LA HAUTE VALLEE DU BARRANCO DE PENASCARO.

BGS LILLE

Du Sud-Ouest au Nord-Est, nous observons :

- des terrains dévoniens constitués par des calcaires et des calcschistes de teinte beige, que l'on retrouve au Sud dans la Sierra del Cubilar et sur la montagne de la Rueda.

  La direction générale des couches est de 150°N avec un pendage de 50°N ;

- des schistes noirs, peu épais, renfermant quelques rares niveaux de calcaires noirs. Cette formation atteint 5 à 6 m d'épaisseur ;

- des calcaires noirs, régulièrement lités en bancs de 15 à 20 cm d'épaisseur, mais ne dépassant pas à cet endroit les 5 m de puissance.

  De ces calcaires, j'ai dégagé :

  Orthoceras bohemicum BARRANDE
  Orthoceras pyrenaïcum LEYMERIE
  Cardiola interrupta SOWERBY

  Cette macrofaune permettait d'attribuer un âge ludlowien à ces calcaires noirs. La découverte de conodontes, en particulier de :

  Plectospathodus alternatus WALLISER
  Spathognathodus steinhornensis sp. indét.

  permet de préciser l'âge de ces calcaires et de les dater du Ludlowien supérieur.

  Signalons également la présence de Chitinozoaires extrêmement bien conservés. F. PARIS a reconnu* :

  Eisenackitina bohemica (EISENACK)

  espèce qui est fréquente dans le Silurien supérieur-Dévonien inférieur.

- Vient ensuite une épaisse série monotone de schistes noirs, localement métamorphisés par de nombreux filons de roches éruptives. La stratigraphie, difficilement réalisable avec précision, reste basée sur l'observation de critères paléontologiques. En effet, dans les endroits où la schistosité est parallèle à la stratification, j'ai pu découvrir de nombreux gisements de Graptolites plus ou moins bien conservés. Deux gisements importants ont été retenus pour faire apparaître la structure géologique du versant méridional de la

---

* Je remercie F. PARIS, de l'Université de Rennes, qui a bien voulu examiner ces Chitinozoaires.

Sierra Negra.

De l'aval vers l'amont, le premier gisement rencontré renferme:

Monograptus involutus LAPWORTH
Monograptus mirus PERNER
Monograptus delicatulus ELLES et WOOD
Monograptus decipiens TORNQUIST
Monograptus distans (PORTLOCK)
Monograptus intermedus (CARRUTHERS)

espèces que l'on rencontre fréquemment dans les zones 19 à 21 de G.L. ELLES et R. WOOD du Silurien de Grande-Bretagne.

Le deuxième gisement, situé à quelques centaines de mètres au Nord du précédent, a livré les formes suivantes :

Monograptus flemingii flemingii (SALTER)
Monograptus latus (Mc COY)

Ces espèces sont caractéristiques de la zone 30 et permettent d'attribuer un âge wenlockien supérieur à ces schistes graptolitiques.

Remarques : Légèrement à l'Ouest de l'extrémité nord de la coupe, affleurent quelques niveaux de calcaires noirs se débitant en fines plaquettes, surmontés par des calcaires beiges du Dévonien.

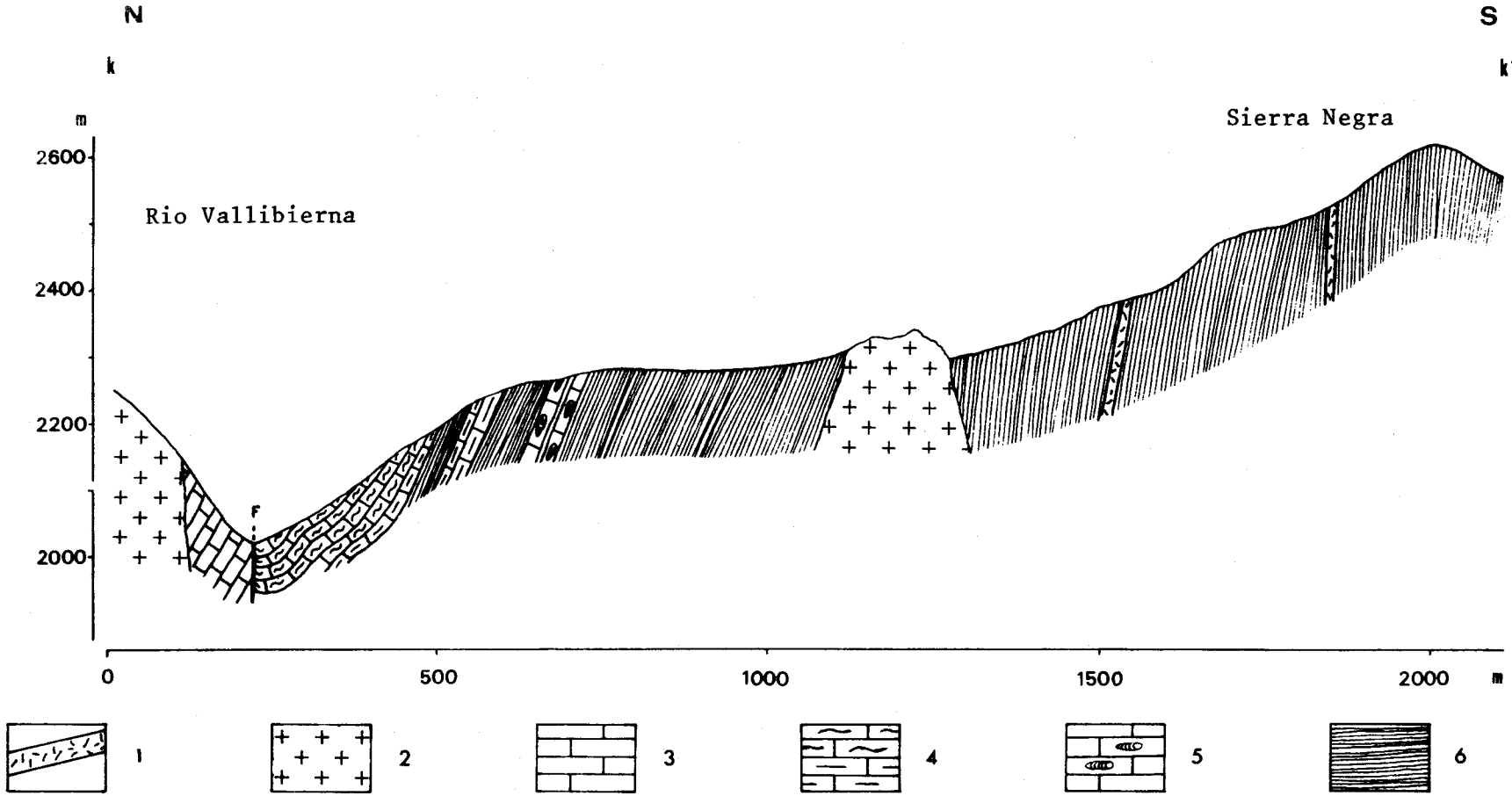
La coupe du Barranco de Peñascaro montre donc un anticlinal à coeur silurien; les niveaux schisteux les plus anciens sont datés du Llandovérien moyen et supérieur.

II - 2.2. Observations du Silurien sur le versant septentrional de la Sierra Negra (fig. 23).

Les caractères lithologiques et stratigraphiques sont presque constants sur tout le flanc septentrional de l'anticlinorium de la Sierra Negra. Seules quelques modifications dans la série stratigraphique ou dans la structure m'ont autorisé à présenter quelques coupes.

II -2.2.1. Coupe dans la vallée du torrente del Muidor (fig. 24)

La coupe emprunte le canal d'Estiba Freda qui est orienté grossièrement Nord-Sud. Elle commence dans les calcaires massifs du Dévonien à l'altitude 2250 m. Du Nord vers le Sud, nous



1-Microgranite. 2-Granodiorite. 3-Calcaires du Dévonien supérieur. 4-Calcaires du Dévonien inférieur et moyen. 5-Calcaires noirs à Orthocères. 6-Schistes noirs.

Fig.24.- COUPE GEOLOGIQUE DANS LA VALLEE DU TORRENT DEL MUIDOR.

Bibliothèque

distinguons :

- des calcaires massifs, métamorphiques du Dévonien inférieur, ayant une direction générale de 120° N et un pendage de 50°N. Ces calcaires renferment un filon de *Lamprophyres*;
- sous ces calcaires dévoniens, affleurent des schistes noirs métamorphiques dans lesquels on trouve des cristaux d'andalousite. La puissance de ces schistes est de 20 m environ. La schistosité est sensiblement parallèle à la stratification;
- puis une formation constituée par l'alternance de niveaux de calcaires métamorphiques et de schistes noirs.

  Les niveaux calcaires renferment de petits cristaux de dipyre, minéral qui permet de déterminer l'intensité du métamorphisme induit par le massif granitique de la Maladeta.
  Cette formation atteint 10 m d'épaisseur.
- fait suite une importante masse de schistes noirs, parcourue par de nombreux filons de roches éruptives. Ces schistes, dont l'épaisseur réelle n'est pas appréciable en raison de l'absence de repères stratigraphiques, sont plus ou moins métamorphiques. La schistosité reste sensiblement parallèle à la stratification qui a pour direction la valeur de 120°N et un pendage subvertical.

Parfois, cette série schisteuse est recoupée par des intrusions granitiques importantes. Ce sont des microgranites, comparables à celui du pic Cerler, qui font partie du cortège filonien contemporain de la mise en place du granite de la Maladeta .

II -2.2.2. Coupe de la Tuqueta Blanca de Vallibierna (2790 m) (fig.25)

La coupe débute au point côté 2737 m situé au Nord-Ouest du sommet principal de la Tuqueta Blanca et suit la ligne de crête jusqu'à la hauteur du col de la Sierra Negra (2691 m).

Du Nord-Ouest au Sud-Est, nous rencontrons les terrains suivants :

- des calcaires finement lités du Dévonien inférieur, encore appelés "barrégiennes" dans la littérature ancienne.

  Ce sont des calcaires métamorphiques, très résistants à l'érosion, qui forment une barre qui se poursuit sur tout le flanc septentrional du synclinorium de la Sierra Negra.

- puis, une formation constituée par des petits bancs calcaires alternant avec des lits de schistes. L'épaisseur de ces différentes strates est seulement de 2 à 5 cm. Cette formation n'excède pas 8 à 10 m de puissance;
- en dessous, viennent des calcschistes noirs, probablement d'âge silurien supérieur-dévonien inférieur. Bien qu'aucun fossile n'ait été trouvé en raison du métamorphisme et de la tectonique très intense, ces calcschistes ne sont pas sans rappeler les formations calcschisteuses observées dans la vallée du Barranco del Ubalgo. La puissance de cette série est de 10 m environ;
- fait suite des calcaires noirs en bancs réguliers de 15 à 20 cm d'épaisseur, renfermant quelques Orthocères très recristallisés;
- enfin, se développe une importante série de schistes noirs qui apparaissent sous leur faciès caractéristique.

II -2.2.3. Coupe du Pic Estiba Freda (2680 m) (fig. 26)

Cette coupe effectuée à quelques centaines de mètres à l'Ouest des précédentes, permet d'observer la structure du versant septentrional du synclinorium de la Sierra Negra. En effet, elle présente des terrains du Silurien terminal au sein de la série schisteuse monotone, mettant en évidence un repli synclinal.

Du Nord vers le Sud, nous observons :

- les terrains dévoniens constitués de calcaires finement lités et formant la retombée septentrionale du vaste anticlinorium;

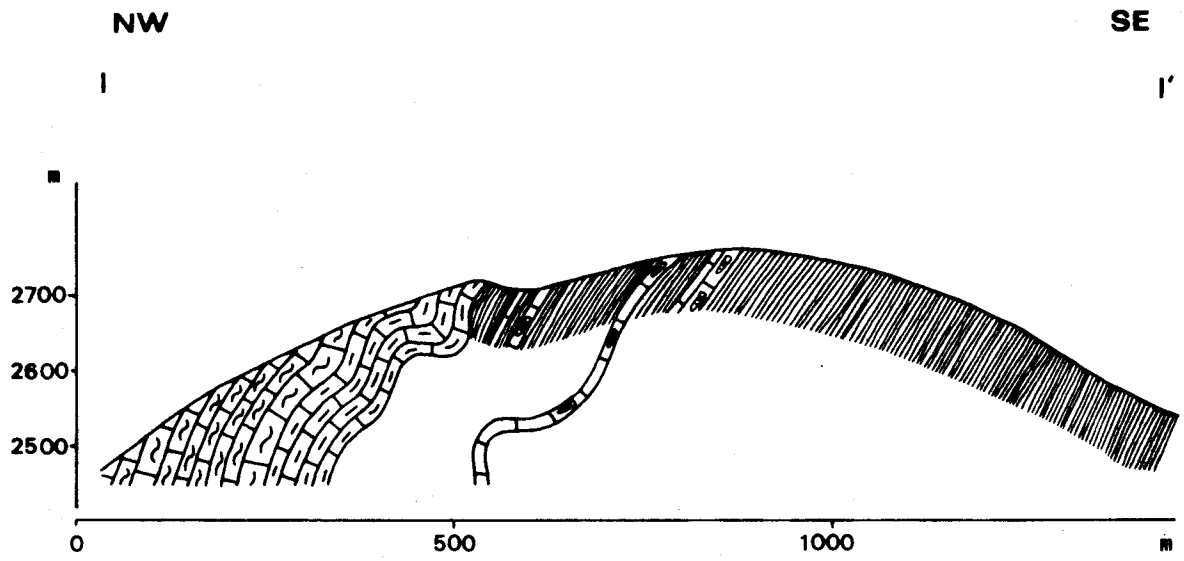


Fig.25.- COUPE GEOLOGIQUE DE LA TUQUETA BLANCA DE VALLIBIERNA.

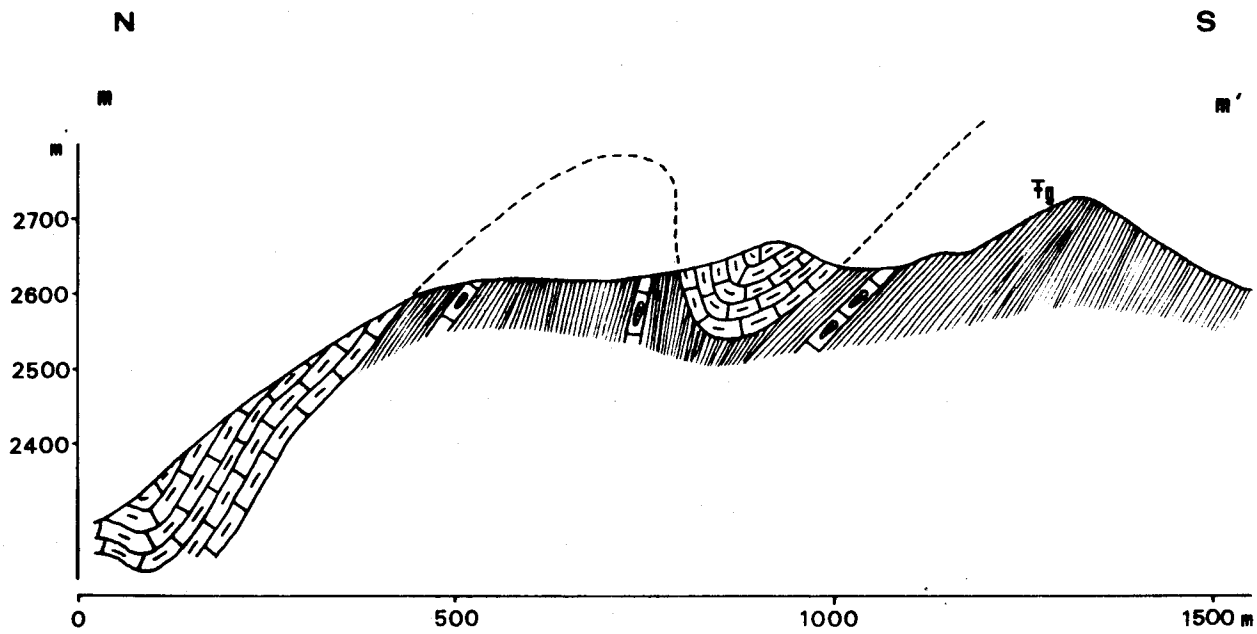
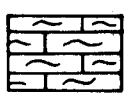
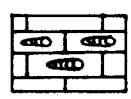
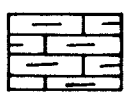


Fig.26.- COUPE GEOLOGIQUE DU PIC ESTIBA FREDA.


Calcaires du Dévonien moyen.


Calcaires noirs à Orthocères.


Calcaires du Dévonien inférieur.


Schistes noirs.

Tg Gisement de Graptolites.

- puis une formation caractérisée par l'alternance de bancs de calcaires noirs et de bancs de schistes;
- des calcaires à Orthocères, peu épais;
- puis une importante série de schistes noirs, riche en matière organique dispersée et en cristaux d'andalousite.

Légèrement au Nord du pic d'Estiba Freda, au point coté 2616m, apparaît une lentille de calcaires noirs à Orthocères. Quelques Brachiopodes en coupe y sont également observés.

La présence de ces calcaires indique l'existence d'un repli synclinal. A partir du col jusqu'au pic d'Estiba Freda, nous retrouvons les schistes noirs.

J'ai découvert un gisement de Graptolites à l'Est de ce pic et j'ai déterminé les espèces suivantes :

Monograptus spiralis (GEINITZ)
Monograptus distans (PORTLOCK)
Monograptus sedgwickii (PORTLOCK)
Monograptus delicatulus ELLES et WOOD
Petalograptus palmeus (BARRANDE)

Mis à part *Monograptus spiralis* (GEINITZ), tous les Graptolites déterminés indiquent un âge qui varie entre la zone 19 et 20 de G.L. ELLES et R. WOOD. *Monograptus spiralis* (GEINITZ) est rencontré plutôt dans les zones 22 à 25.

II -2.2.4. Observations du Silurien dans la vallée de Vallibierna (fig. 27,28)

Les terrains siluriens affleurent sur la rive gauche du rio Vallibierna à la hauteur de sa confluence avec le torrent de Fangonielles.

Aucune stratification n'est apparente dans cet affleurement. La série de schistes noirs apparaît sous une masse importante d'éboulis dans lesquels circulent des eaux ferrugineuses.

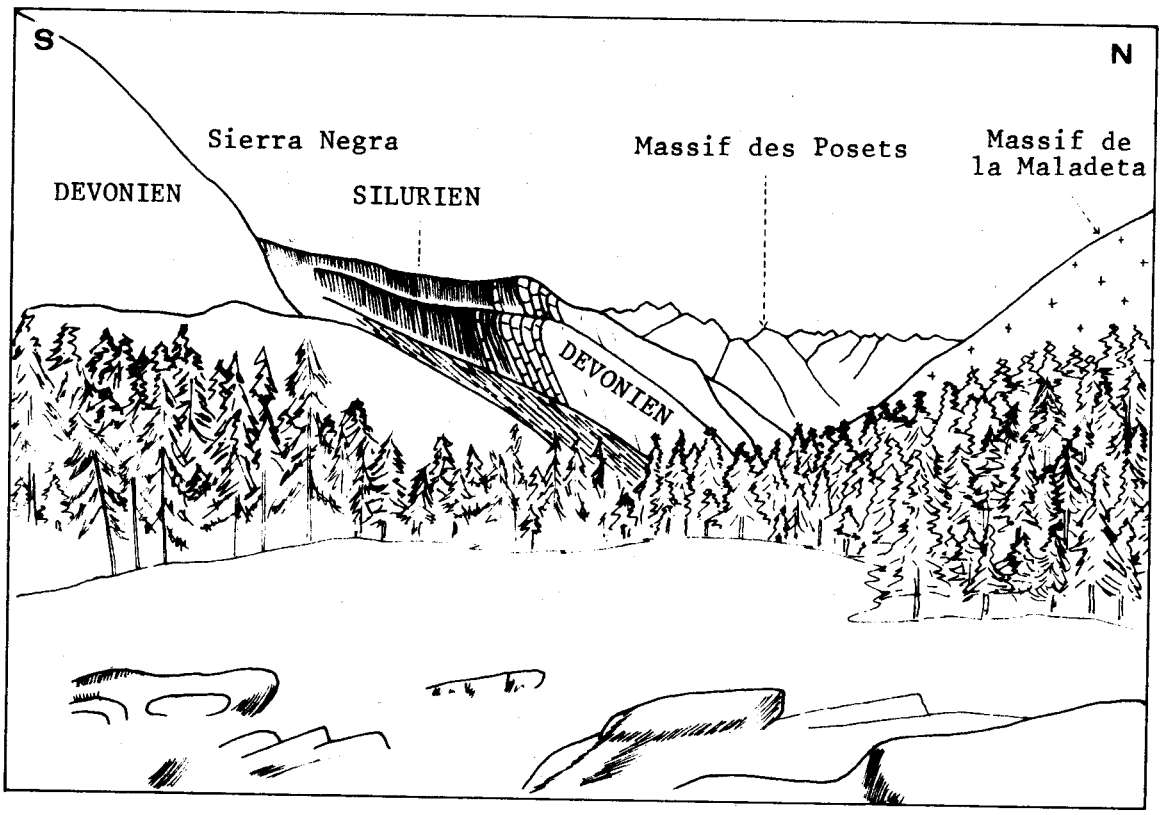
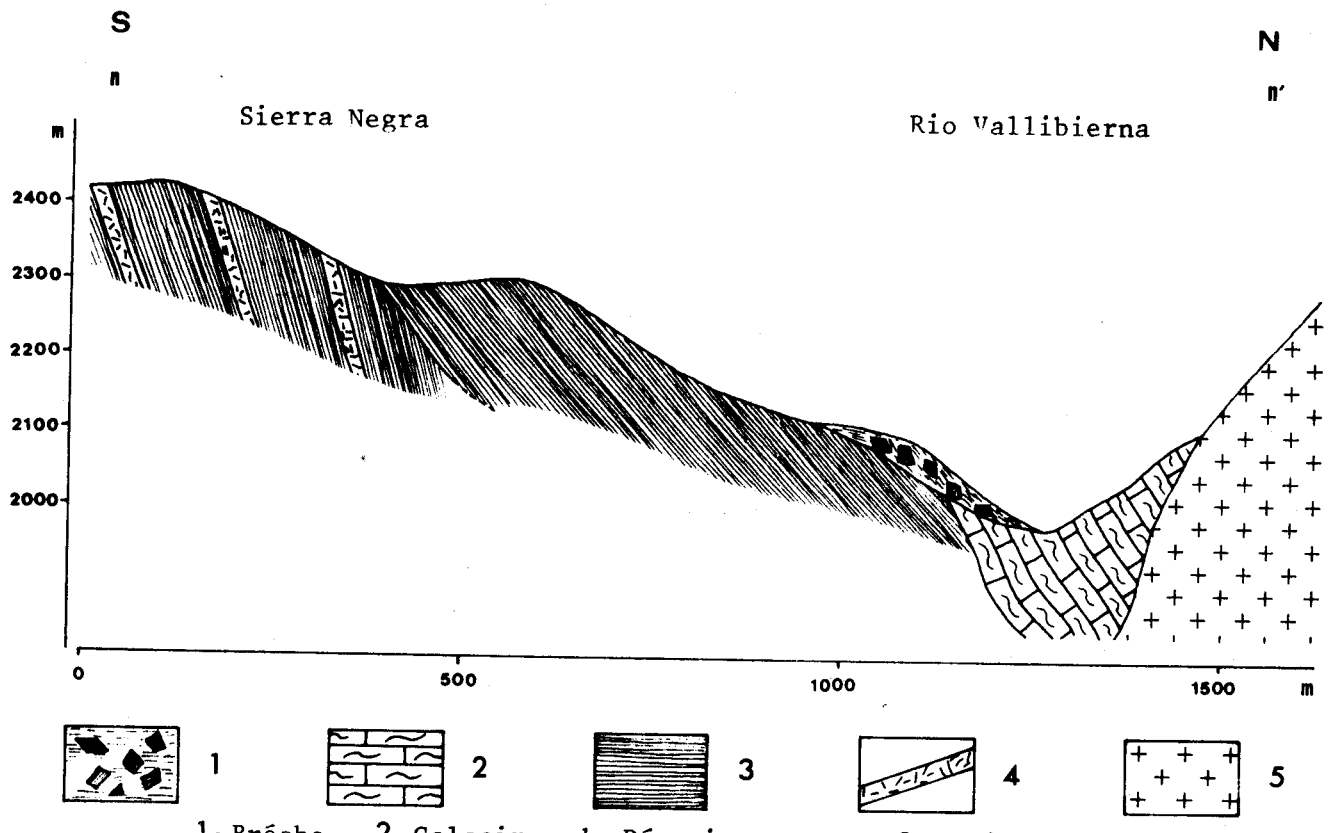


Fig.27.- VUE PANORAMIQUE DE LA VALLEE DU RIO VALLIBIERNA.



1- Bréche. 2-Calcaires du Dévonien moyen. 3- Schistes noirs.
4- Microgranite. 5-Granodiorite.

BIUS LILLE

Fig.28.- COUPE GEOLOGIQUE DANS LA VALLEE DU TORRENT DE FANGONIELLES.

Tout le versant septentrional de la Sierra Negra, entre le talweg descendant du pic Royero à l'Ouest et le torrent de Fangonielles à l'Est, semble dépourvu de couverture dévonienne.

En effet, entre le Talweg et le torrent Royero, on peut observer une brèche de pente constituée d'éléments de schistes noirs, anguleux, agglomérés par un ciment ferrugineux de couleur rouille. Souvent, on observe de nombreuses irisations à la surface des feuillets schisteux.

Il semble qu'entre ces deux torrents, il y ait eu formation d'une énorme loupe de glissement qui a été plus ou moins emportée par les eaux de ruissellement. Nous étudierons ultérieurement la géomorphologie de ce versant septentrional.

II - 2.3. Observations du Silurien sur le versant occidental de la Sierra Negra

Différentes coupes levées sur la rive gauche du rio Esera et sur le flanc d'un des principaux sommets de la Sierra Negra permettent d'apprécier l'ampleur de la tectonique des monts de la Sierra Negra.

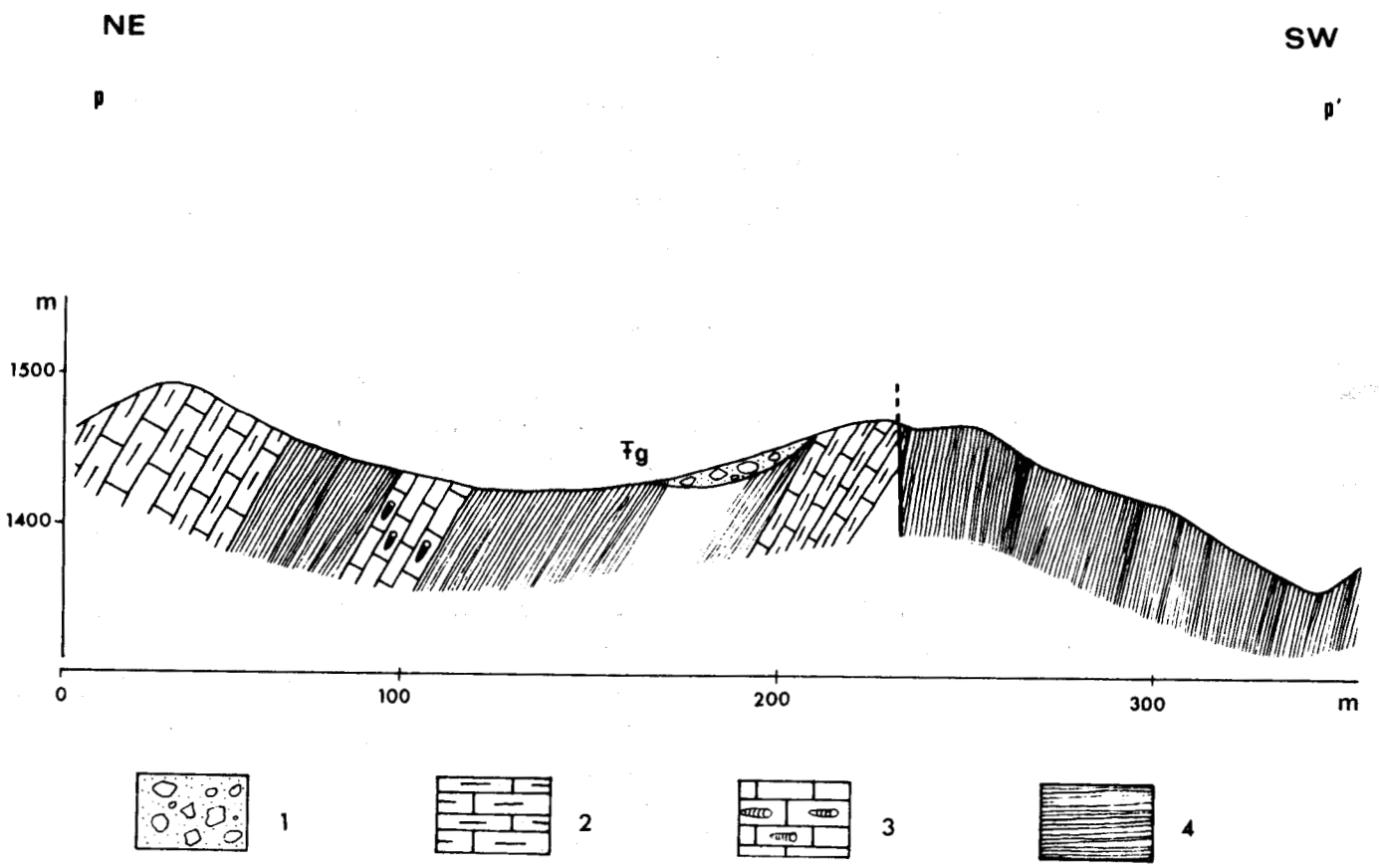
II - 2.3.1. Le Silurien du Bosquet (fig. 29)

La coupe est située à l'extrémité occidentale de l'anticlinorium silurien. Elle a pour limite nord la retenue d'eau de Senarta.

Du Nord vers le Sud, nous observons :

- des calcaires noirs dévoniens, massifs, qui forment une parfaite assise à l'ancrage du barrage de Senarta. Ils sont finement recristallisés.

  Légèrement tectonisés, ces calcaires sont parcourus par de nombreux filonnets de calcite. De plus, on remarque la présence de nombreux joints de tension dont certains sont totalement comblés par des paquets fibreux d'amiante.
  La puissance de ces calcaires atteint 40 à 50 m.



1 - Dépôts fluvio-glaciaires. 2 - Calcaires du Dévonien inférieur.
3 - Calcaires noirs à Orthocères. 4 - Schistes noirs.
Tg - Gisement de Graptolites.

Fig.29.- COUPE GEOLOGIQUE DU BOSQUET.

- des schistes noirs métamorphiques dans lesquels se développent de grands cristaux d'andalousite dont la section basale atteint I/2 cm2 et présente la croix noire des "chiastolites".

  Cette série de schistes a une épaisseur très variable : parfois inexistante, elle peut atteindre une dizaine de mètres.

- des calcaires noirs à délits schisteux. Les calcaires renferment des articles de tiges d'Encrines en abondance, de petits gastéropodes ainsi que de petits orthocères totalement recristallisés. Ces niveaux calcaires, d'épaisseur réduite (2 à 3 m) constituent le niveau repère du Silurien supérieur.

- des schistes noirs renfermant une multitude de petits cristaux d'andalousite de quelques mm2, affleurant seulement sur une vingtaine de mètres. Ils sont recouverts par un épandage important d'éboulis et de sédiments fluvioglaciaires sur plus de 50 m.

Au Sud de cette zone masquée, réapparaissent :

- des calcaires massifs de couleur gris-bleuté à l'affleurement présentant en relief de petits niveaux de couleur jaune ocre.

  Cette formation est comparable à celle décrite au pont de Cubère.

Grâce à la différence lithologique des différents niveaux calcaires, on voit sur la tranche des bancs une certaine mobilité de flux dont nous parlerons dans la partie Tectonique de ce mémoire. Rappelons simplement que les niveaux calcschisteux contenus dans les calcaires sont souvent boudinés ou présentent de petits plis alors que les calcaires, niveaux plus tendres, présentent des étirements et des bourrages.

Après une lacune d'observation d'une dizaine de mètres, affleure une série de schistes noirs renfermant de petits cristaux de pyrite. De nombreuses empreintes de Graptolites, très bien conservées, sont observées à la surface des plaquettes schisteuses. J'ai reconnu dans ce gisement :

Monograptus communis communis LAPWORTH
Monograptus elongatus TORNQUIST
Monograptus minus (BARRANDE)
Monograptus involutus LAPWORTH

Monograptus delicatulus ELLES et WOOD
Monograptus dextrorsus LINNARSSON
Monograptus decipiens TORNQUIST
Monograptus distans (PORTLOCK)
Monograptus gemmatus (BARRANDE)

A l'exception de *Monograptus dextrorsus*, tous ces Graptolites permettent d'attribuer un âge llandovérien moyen et supérieur à ces niveaux schisteux.

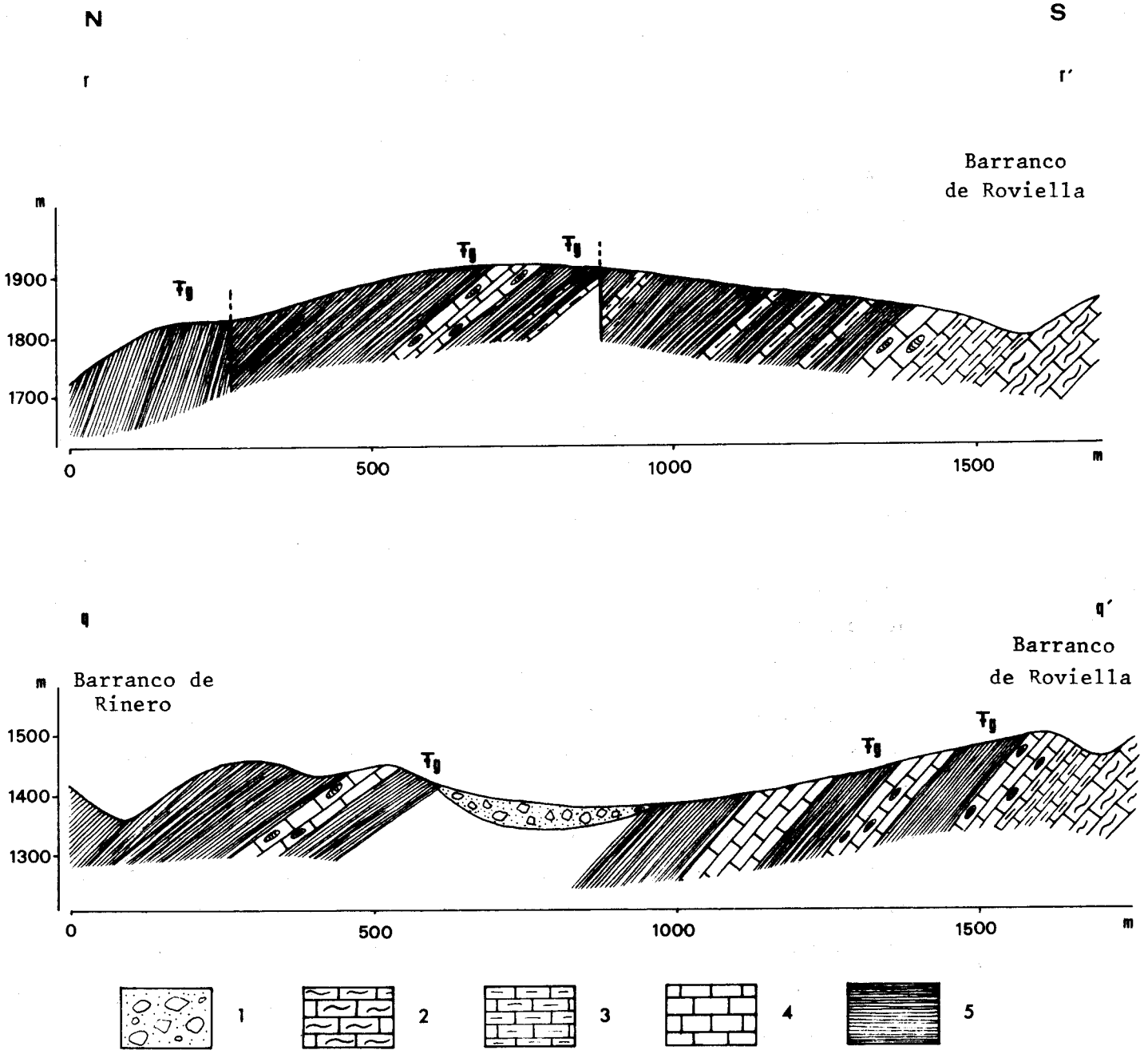
Cette épaisse série schisteuse se poursuit jusqu'à la vallée du Barranco de Rinero mais, malheureusement, les pentes sont recouvertes d'éboulis et il est impossible de retrouver des gites fossilifères en place.

II - 2.3.2. Description du Silurien compris entre les vallées des Barrancos de Rinero et de Roviella (fig.30)

Une première coupe est levée sur la piste forestière qui débouche sur l'ancien chemin des Bains de Benasque, légèrement au Sud de la grange de Cavaler. Elle commence à quelques dizaines de mètres au Nord de la vallée du Barranco de Rinero et prolonge ainsi vers le Sud, la coupe précédente du Bosquet. Elle permet l'observation du Nord vers le Sud (q-q') :

- des schistes noirs à patine d'altération très oxydée. Cette série schisteuse, fossilifère, n'est généralement pas en place. Cependant, les schistes deviennent plus résistants et se débitent en fines plaquettes ardoisières de couleur rouille.

- après le franchissement du Barranco de Rinero, des calcaires noirs à gros Orthocères affleurent. Leur section atteint parfois 10 centimètres de diamètre. Ces calcaires sont très recristallisés et ne permettent pas l'extraction de la microfaune. Ils renferment également de beaux cristaux de pyrite. Ce niveau calcaire ne dépasse guère 6 mètres d'épaisseur;



1-Dépôts fluvio-glaciaires. 2-Calcaires du Dévonien moyen. 3-Calcschistes du Dévonien inférieur. 4-Calcaires noirs à Orthocères. 5-Schistes noirs.
Tg - Gisement de Graptolites.

Fig.30.- COUPES GEOLOGIQUES EFFECTUEES ENTRE LES BARRANCOS DE RINERO ET DE ROVIELLA.

BUS LILLE

- au-dessous des calcaires à Orthocères, on observe une formation peu épaisse de calcschistes noirs. Ces calcschistes sont plus ou moins laminés. Leur épaisseur varie entre 2 et 5 mètres.

- ensuite viennent des schistes noirs très friables, à patine d'altération grisâtre qui se développent sur une vingtaine de mètres d'épaisseur. De belles empreintes de Graptolites géants y sont observées. Les espèces rencontrées sont :

  Monograptus latus (Mc COY)
  Monograptus flemingii flemingii (SALTER)
  Monograptus uncinatus var. *taricco*i GORTANI

  Un âge wenlockien supérieur a été attribué à ces niveaux schisteux.

- après une lacune d'observation de 30 m environ, nous retrouvons une série de schistes noirs à patine gris bleuté de 25 à 30 m d'épaisseur.

  A l'affleurement, ces schistes sont très résistants; ils se débitent en gros blocs suivant plusieurs direction de diaclases. Sur la tranche de leurs bancs, ils présentent des structures microtectoniques particulières. En effet, la schistosité primaire est déformée par une schistosité secondaire. Le plan de schistosité S_1 présente des crénulations qui ne sont pas sans rappeler l'aspect externe de certaines écorces d'arbre.

- au-dessous, viennent des calcaires noirs dans lesquels je n'ai malheureusement pas observé de trace d'organisme . Cependant, en raison de leur position stratigraphique et de leur analogie de faciès, je les ai assimilés aux niveaux calcaires du Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur dans lesquels j'avais trouvé des Conodontes;

- puis de nouveau, des schistes noirs se développent sur 15 m d'épaisseur. Ils renferment quelques lentilles de calcaires noirs pétris de petits cristaux de pyrite. Ces schistes contiennent de petits nodules brillants particuliers, ressemblant à des galets de graphite. En fait, il s'agit simplement de petits éléments schisteux à la surface desquels la matière

organique dispersée a été plus ou moins concentrée en une couche extrêmement fine. La brillance du schiste est le résultat d'un polissage dû au déplacement et aux frictions des schistes lors des plissements.

Quelques belles empreintes de Graptolites géants ont été observées. Il s'agit de :

Monograptus uncinatus var. *tariccoi* GORTANI
Monograptus flemingii flemingii (SALTER)

- reposent ensuite des calcaires noirs à Orthocères. Ils sont semblables à ceux décrits au pont San Jaime.

En plus des Orthocères, j'ai récolté :

Cardiola interrupta SOWERBY

- au-dessous, se développe une série de schistes noirs puissante de 30 à 40 m. Quelques niveaux schisteux situés immédiatement en-dessous des calcaires ont livré des empreintes de Graptolites géants plus ou moins bien conservés parmi lesquelles, j'ai distingué les espèces suivantes :

Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI
Monograptus lamarmorae MENEGHINI em GORTANI
Monograptus latus (Mc COY)
Monograptus flemingii flemingii (SALTER)

Ces espèces sont celles déjà rencontrées un grand nombre de fois dans les niveaux schisteux situés de part et d'autre des calcaires à Orthocères. Ces niveaux schisteux sont datés de la zone 30 du Silurien.

- viennent ensuite des calcaires à Orthocères, épais de 5 à 6 m du Ludlowien inférieur;
- des schistes et des calcschistes noirs, peu épais, qui passent rapidement aux schistes et calcschistes du Dévonien inférieur qui forment la majeure partie de la montagne de la Rueda.

Une deuxième coupe, effectuée à mi-pente sur le versant occidental du Pic d'Espax va permettre de préciser la stratigraphie et la structure des terrains siluriens entre les barrancos de Rinero et de Roviella (r-r').

La coupe commence dans la vallée du barranco de Roviella, sur la piste forestière menant à Cerler en contournant la montagne de la Rueda par le Sud. Elle montre la succession stratigraphique suivante du Sud vers le Nord :

- des calcaires massifs, à patine gris-bleuté du Dévonien moyen;
- puis des calcschistes et des schistes noduleux du Dévonien inférieur;
- viennent ensuite des schistes noirs, laminés, renfermant des traces de Graptolites géants malheureusement indéterminables. L'importance de cette formation varie entre 2 et 10 m;
- quelques bancs de calcaires noirs à Orthocères s'étendent sur 3 mètres d'épaisseur et permettent de se localiser dans la série stratigraphique;
- puis de nouveau des schistes et des calcschistes du Dévonien inférieur se développent sur une cinquantaine de mètres;
- font suite des schistes noirs à Monograptidés géants. Les espèces rencontrées sont :

  Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI
  Monograptus flemingii flemingii (SALTER)

- il existe ensuite un niveau de calcaires noirs à Orthocères dans lesquels on observe également de nombreuses traces d'organismes. En particulier :

  Cardiola interrupta SOWERBY

  Quelques Graptolites sont également visibles sur certains échantillons.

- A la suite de ces calcaires noirs, se développe une importante série monotone de schistes noirs.

Un premier gisement de Graptolites géants a livré :

Monograptus latus (Mc COY)
Monograptus flemingii flemingii (SALTER)
Monograptus uncinatus var. *tariccoi* GORTANI
Monograptus mutiliferus var. *strigosus* GORTANI

espèces déjà citées lors de l'étude du gisement du pont San Jaime.

A quelques centaines de mètres au Nord-Est, un deuxième gisement important de Graptolites a été découvert. Les espèces rencontrées sont :

Monograptus distans (PORTLOCK)
Monograptus priodon (BRONN)
Monograptus involutus LAPWORTH
Monograptus intermedius (CARRUTHERS)
Monograptus minus (BARRANDE)
Monograptus halli (BARRANDE)
Monograptus circularis ELLES et WOOD
Monograptus nicholsoni PERNER

Elles indiquent nettement la présence des zones 20-21 de G.L. ELLES et R. WOOD. Les terrains siluriens les plus anciens datés sont donc rapportés au Llandovérien moyen et supérieur.

Un peu au Nord de ce gisement de Graptolites du Llandovérien moyen, une faille de direction Sud-Est/Nord-Ouest explique le contact de ces schistes avec d'autres schistes renfermant des Graptolites de la zone 29 à 31.

Cette faille se prolonge dans la vallée du Barranco de Rinero jusqu'à la proximité du Bosquet.

II - 2.3.3. Le Silurien du Pic d'Espax (2550 m) (fig. 31)

Cette coupe commence dans les calcaires du Dévonien moyen, à l'altitude de 2400 m, au Nord du Pic Espax. Elle passe par le sommet et suit la ligne de faite jusqu'à la montagne de la Rueda. Elle permet l'observation des successions lithologiques suivantes :

Du Nord vers le Sud,

- des calcaires massifs, résistants, du Dévonien moyen formant le versant septentrional de la Sierra Negra;
- des calcschistes du Dévonien inférieur avec des intercalations de schistes comparables à ceux décrits au pont San Jaime. Aucune faune n'a été extraite de ces calcschistes;
- des schistes noirs, épais d'une dizaine de mètres;
- puis des calcaires noirs à Orthocères.
  Généralement ces calcaires apparaissent en lentilles dont l'étirement anormal des bancs calcaires permet d'apprécier l'intensité des déformations subies par les calcaires;
- s'étend ensuite une importante série de schistes.

Au niveau du Pic d'Espax, les schistes sont fréquemment traversés par un chevelu filonien de microgranite ou de quartz beaucoup plus important au Nord qu'au Sud. Les schistes contiennent de très beaux cristaux d'andalousite.

Sur le versant occidental du Pic Espax, j'ai observé de grosses boules de quartzite, ressemblant à des "septari" Ces pseudo-nodules de quartzite renferment à la périphérie des traces de cristaux de pyrite dissouts par les eaux atmosphériques. Je n'ai malheureusement jamais trouvé ces pseudo-nodules en place dans la série schisteuse.

La stratigraphie de cet ensemble reste assez vague et imprécise. J'ai cependant récolté quelques Graptolites en différents

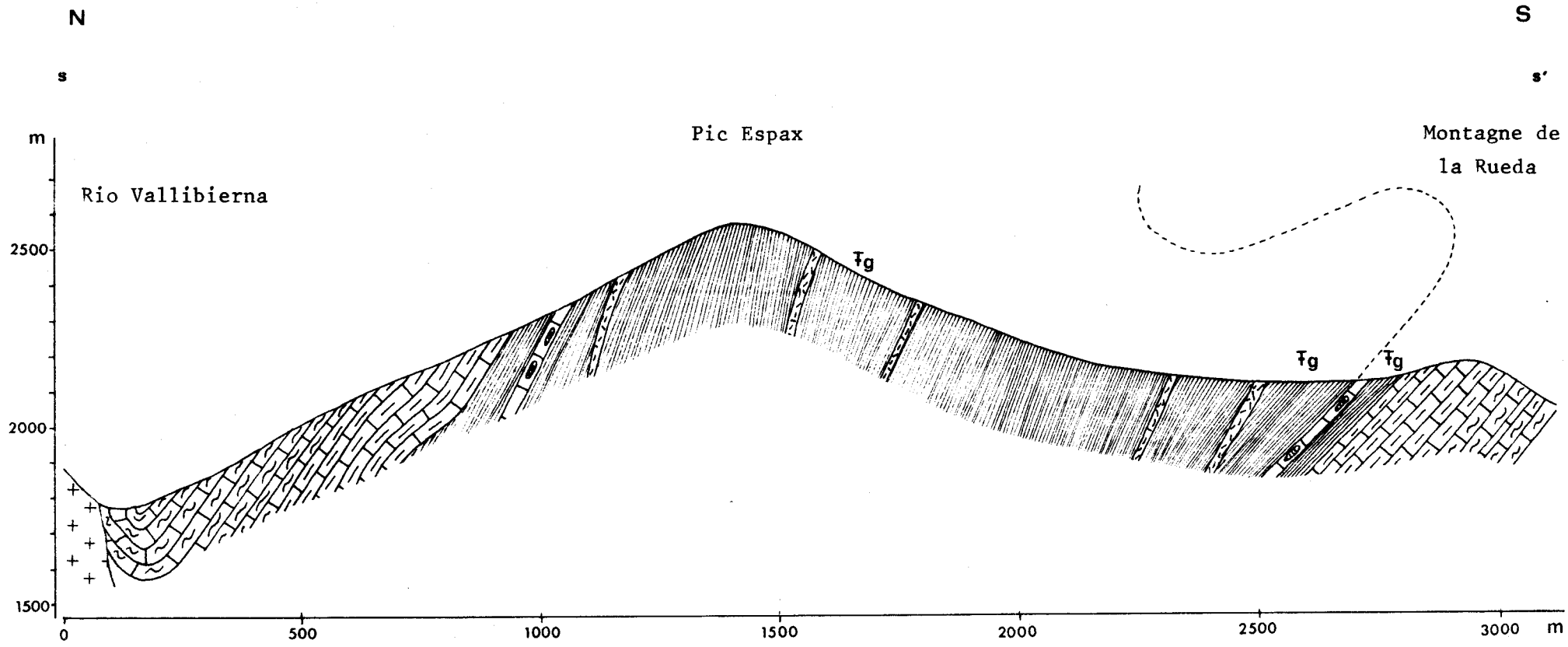


Fig.31.- COUPE GEOLOGIQUE DU PIC ESPAX.

points. Un premier gisement, au pied du pic Espax,a livré les espèces suivantes :

Monograptus acus LAPWORTH
Monograptus halli(BARRANDE)

Ce gisement a été rapporté au Tarannonien.

Un deuxième gisement,à l'Ouest du pic Espax, appartient à la zone 34. En effet, j'ai déterminé *Monograptus chimaera* var.*semi-spinosus* ELLES et WOOD.

Un troisième gisement, près de la montagne de la Rueda, renferme :

Monograptus communis communis LAPWORTH
Monograptus proteus(BARRANDE)
Monograptus priodon(BRONN)
Monograptus runcinatus LAPWORTH
Monograptus spiralis var. gortani WATERLOT

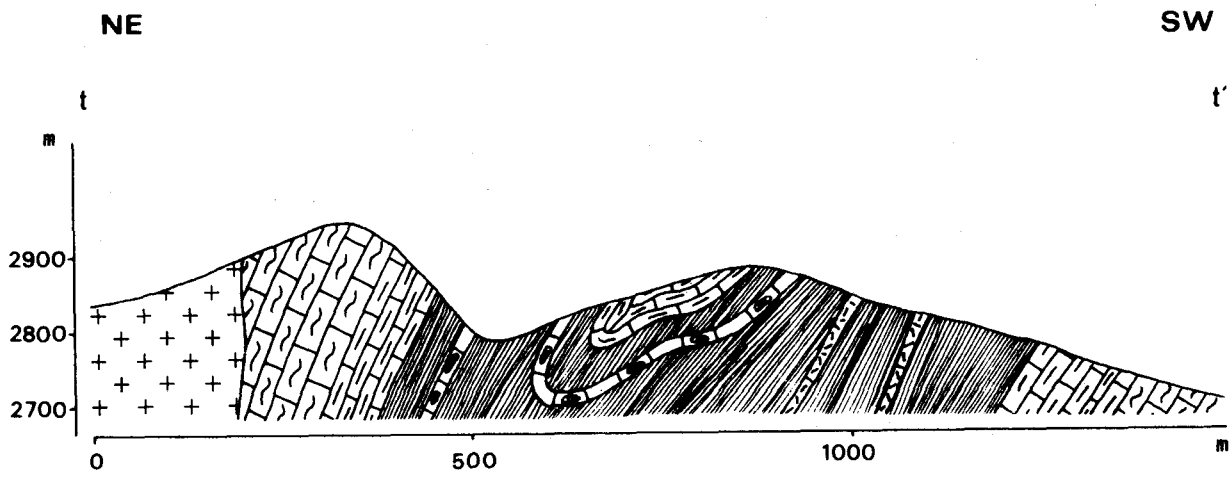
- viennent ensuite quelques niveaux de calcaires noirs à Orthocères, peu épais;
- puis de nouveau des schistes noirs à Graptolites parmi lesquels j'ai reconnu :

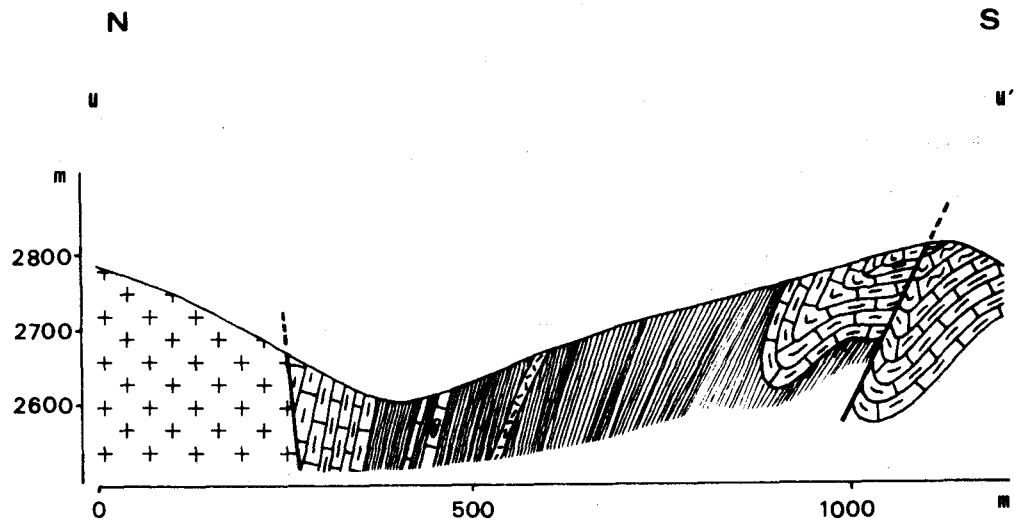
Monograptus mutuliferus var strigosus GORTANI
Monograptus flexilis ELLES et WOOD
Monograptus flemingii flemingii (SALTER)
Monograptus ballaesus GORTANI
Monograptus suessi PERNER

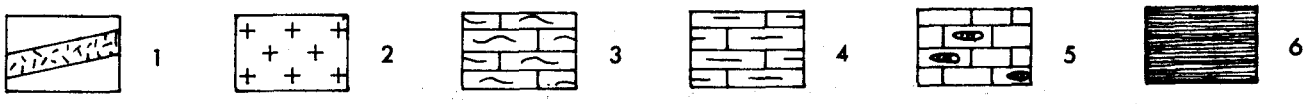
La série silurienne passe rapidement aux couches calcschisteuses du Dévonien inférieur qui forme les monts d'Ardones et la montagne de la Rueda.

II - 2.4. Le Silurien de la Sierra de Llausset (fig.32)

La Sierra Negra se prolonge vers l'Est par la Sierra de Llausset qui s'étend de la haute vallée du Rio Baliera à la haute vallée de la Noguera Ribagorzana. La largeur de cette bande anticlinale est plus réduite que celle de la Sierra Negra et ne dépasse pas le kilomètre.







1-Microgranite. 2-Granodiorite. 3-Calcaires du Dévonien moyen. 4-Calcschistes du Dévonien inférieur. 5- Calcaires noirs à Orthocères. 6-Schistes noirs.

Fig.32.- COUPES GEOLOGIQUES DE LA SIERRA DE LLAUSSET.

BIS LILLE

Les faciès des terrains siluriens rencontrés sur la Sierra de Llausset sont sensiblement identiques à ceux de la Sierra Negra. La coupe effectuée dans la partie occidentale de la Sierra de Llausset, au niveau du pic de Llausset, permet d'observer du Nord vers le Sud :

- des calcaires massifs du Dévonien, très recristallisés,
- des schistes noirs avec des intercalations de calcaires métamorphiques,
- des calcaires à Orthocères,
- une importante série de schistes noirs, sans aucune trace de Graptolites. Cette série schisteuse est fréquemment traversée par de nombreux filons de microgranite;
- puis de nouveau, des calcaires dévoniens.

La stratigraphie reste très imprécise en raison de l'absence de critères paléontologiques. Cependant, l'existence d'un petit synclinal à coeur dévonien laisse supposer que nous sommes en présence d'une structure simple, anticlinale, avec seulement un repli synclinal.

De plus, nous remarquons que le niveau de calcaires noirs à Orthocères est rarement présent sur le versant méridional de la Sierra de Llausset.

II-3. Les terrains siluriens dans les régions voisines de la Sierra Negra

II-3.1. Les terrains siluriens de la haute vallée du Rio Esera (fig.33)

Les terrains siluriens ont été signalés par M. DALLONI (1910). Ils affleurent en une bande étroite qui apparait dans la vallée de Gistain à l'Ouest, suit grossièrement le versant méridional du Massif granitique du Lys Caillaouas et se dirige ensuite vers le Nord-Est jusque dans la vallée de la Pique.

II-3.1.1. Les terrains siluriens du Plan des Etangs (fig. 34)

Cartographiés par M. WATERLOT (1969), les terrains siluriens apparaissent généralement en enclaves limites par des failles verticales.

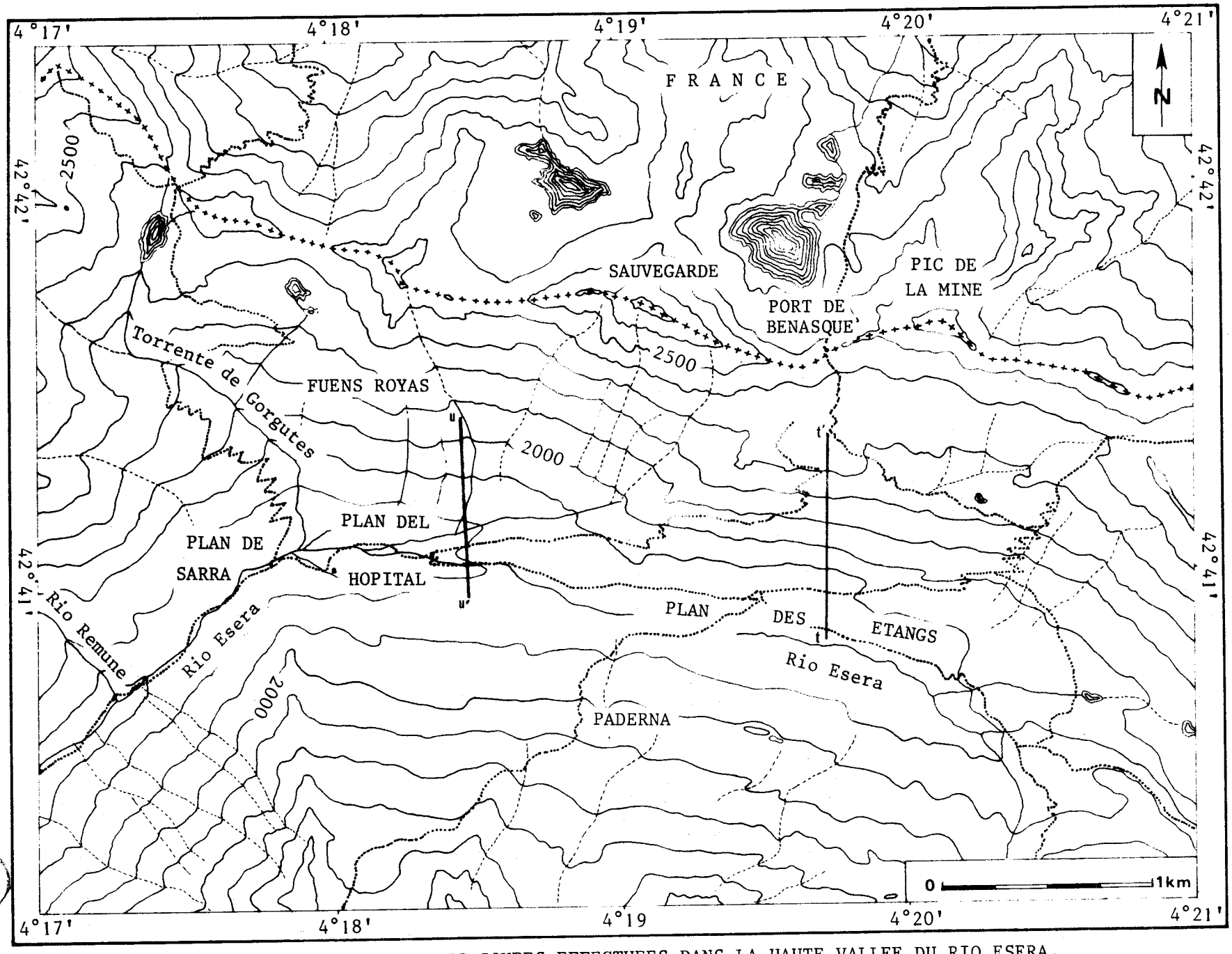
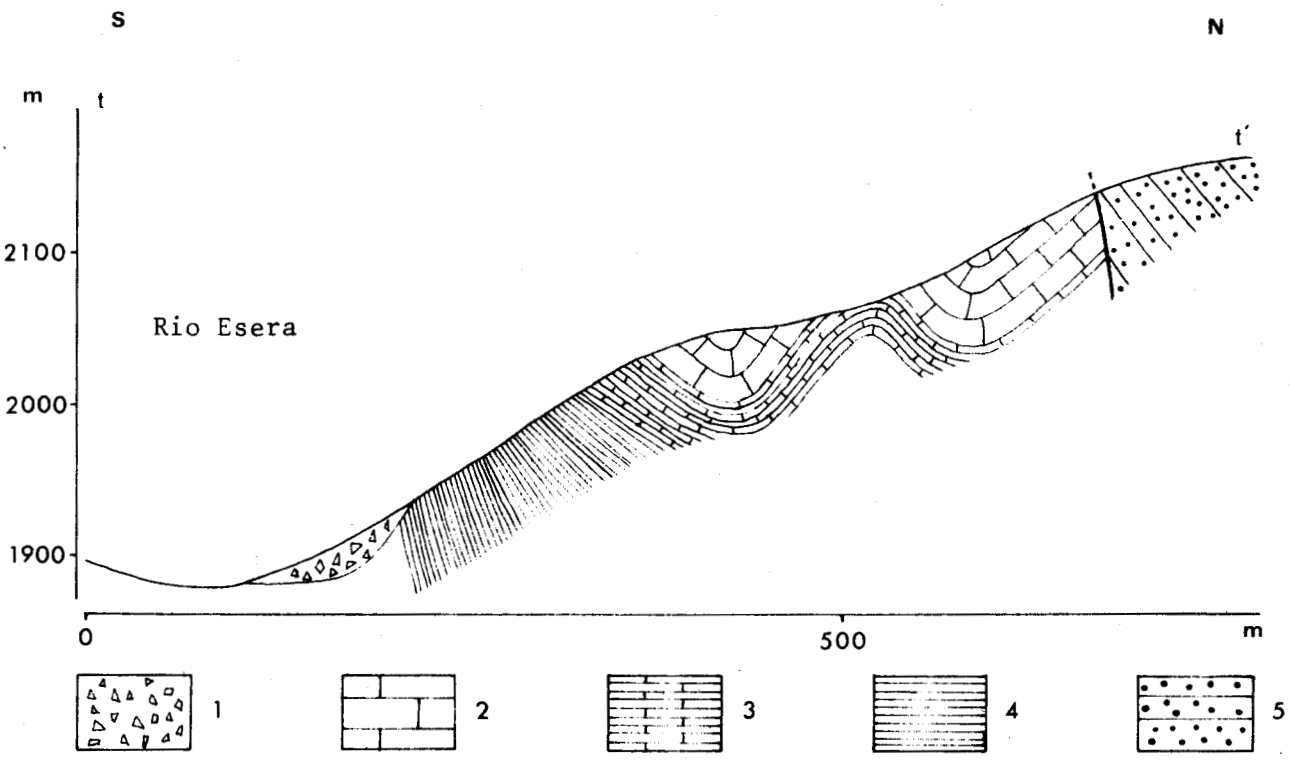
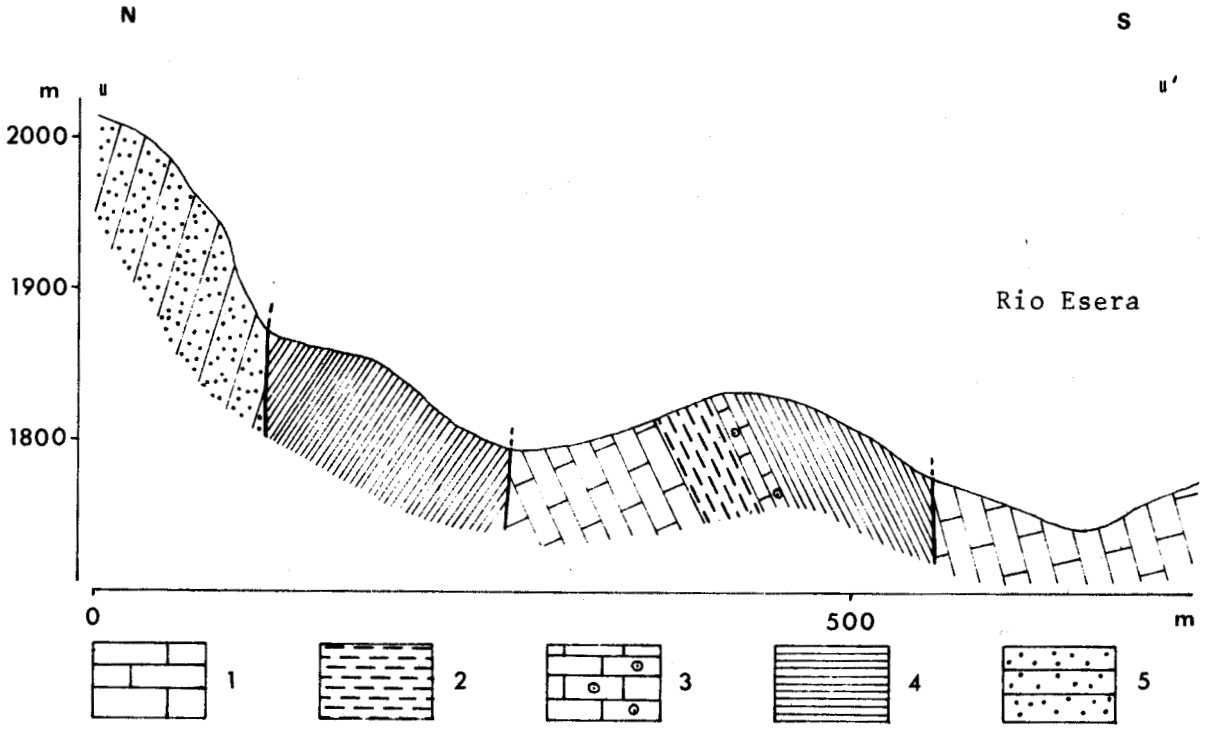


Fig.33.-LOCALISATION DES COUPES EFFECTUEES DANS LA HAUTE VALLEE DU RIO ESERA.



1 Eboulis. 2 Marbres blancs dévoniens. 3 Calcschistes dévoniens.
4 Schistes siluriens. 5 Schistes cambro-ordoviciens.

Fig.34.-COUPE GEOLOGIQUE DU SILURIEN DU PLAN DES ETANGS.



1 Marbres blancs dévoniens. 2 Calcschistes dévoniens. 3 Calcaires siluriens
4 Schistes siluriens. 5 Schistes cambro-ordoviciens.

BBS LILLE

Fig.35.-COUPE GEOLOGIQUE DU SILURIEN EN AMONT DU PLAN DE L'HOPITAL.

Sur le flanc méridional de la crête frontalière, le Silurien affleure au coeur d'un anticlinal. Du Nord au Sud , on distingue :

- des schistes noirs à reflets bleutés, très métamorphiques du Cambro-Ordovicien,
- la faille du Lys Caillaouas,
- des marbres blancs du Dévonien moyen,
- des calcschistes du Dévonien inférieur,
- des schistes noirs graphiteux siluriens,
- des calcschistes du Dévonien inférieur,
- des marbres blancs du Dévonien moyen.

Les schistes siluriens renferment de petits cristaux d'andalousite. Ils sont très riches en matière organique dispersée.

Aucune trace d'organisme n'a été observée. L'absence d'empreinte de Graptolite peut s'expliquer par la schistosité qui est perpendiculaire à la stratigraphie au niveau de la charnière de l'anticlinal.

Les niveaux calcaires généralement rencontrés au sommet de la série schisteuse du Silurien dans la Sierra Negra ne sont pas observés au Plan des Etangs.

II-3.1.2. Les terrains siluriens en amont du Plan de l'Hopital (fig. 35)

Le Silurien affleure en lentilles limitées par des failles verticales dans les terrains dévoniens. Le principal affleurement est situé à 500 mètres environ à l'Est des ruines de l'Hopital de Benasque et présente :

- des schistes noirs graphiteux,
- des calcaires noirs alternant avec des schistes noirs,
- des calcaires à Orthocères et articles de tiges d'Encrines,
- des schistes noirs, peu épais,
- des calcschistes et schistes noduleux du Dévonien inférieur.

Les fossiles sont en très mauvais état de conservation et ne sont rencontrés que dans les niveaux calcaires.

II-3.1.3. Les terrains siluriens de la vallée du Torrente de Gorgutes

Ces terrains affleurent largement au Nord de la cascade de Gorgutes. Ils sont représentés essentiellement par des schistes

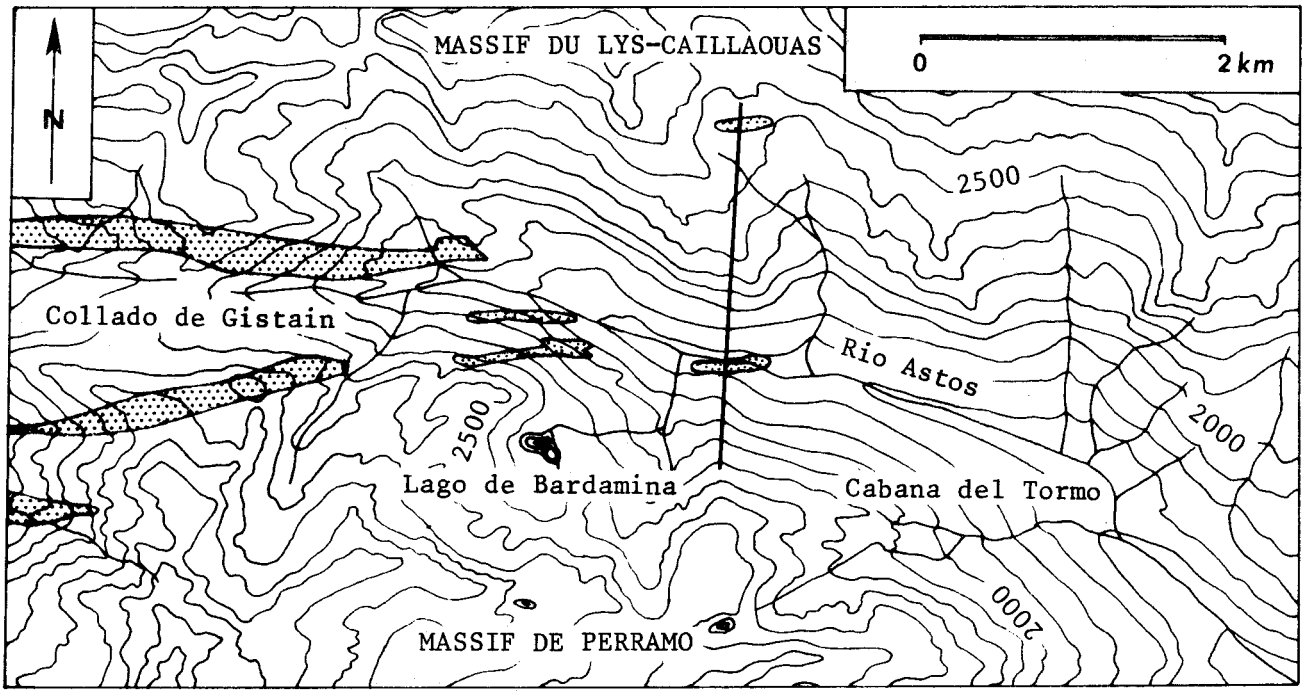
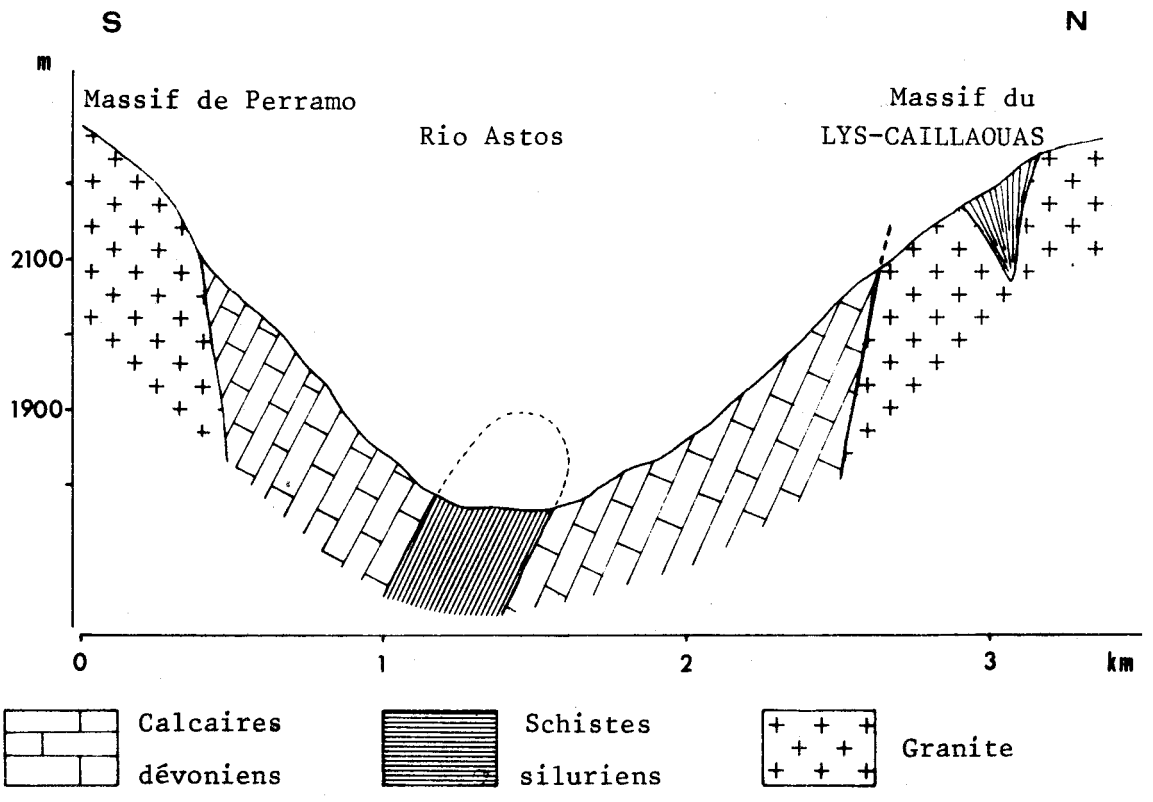


Fig.36.-LOCALISATION DES AFFLEUREMENTS DES TERRAINS SILURIENS DANS LA VALLEE DU RIO ASTOS (d'après J.H.N.WENNEKERS,1968).



BIBS LILLE

Fig.37.-COUPE GEOLOGIQUE DANS LA VALLEE DU RIO ASTOS.

noirs graphiteux très métamorphiques. Aucune faune n'a été observée. La stratigraphie de ces terrains siluriens reste très imprécise.

II-3.2. Le Silurien de la vallée du Rio Astos (fig. 36)

Les terrains siluriens sont observés au niveau de la confluence du torrent de Riberates avec le Rio Astos et au Nord du lac de Bardamina où ils affleurent au coeur d'anticlinaux.

Une coupe levée parallèlement au Torrent de Riberates a montré, du Sud vers le Nord (fig. 37) :

- des calcaires métamorphiques à cristaux de grenat du Dévonien moyen,
- des schistes noduleux du Dévonien inférieur,
- des schistes noirs sous leur faciès caractéristique de "schistes carburés" du Silurien,
- des schistes et calcschistes du Dévonien inférieur.

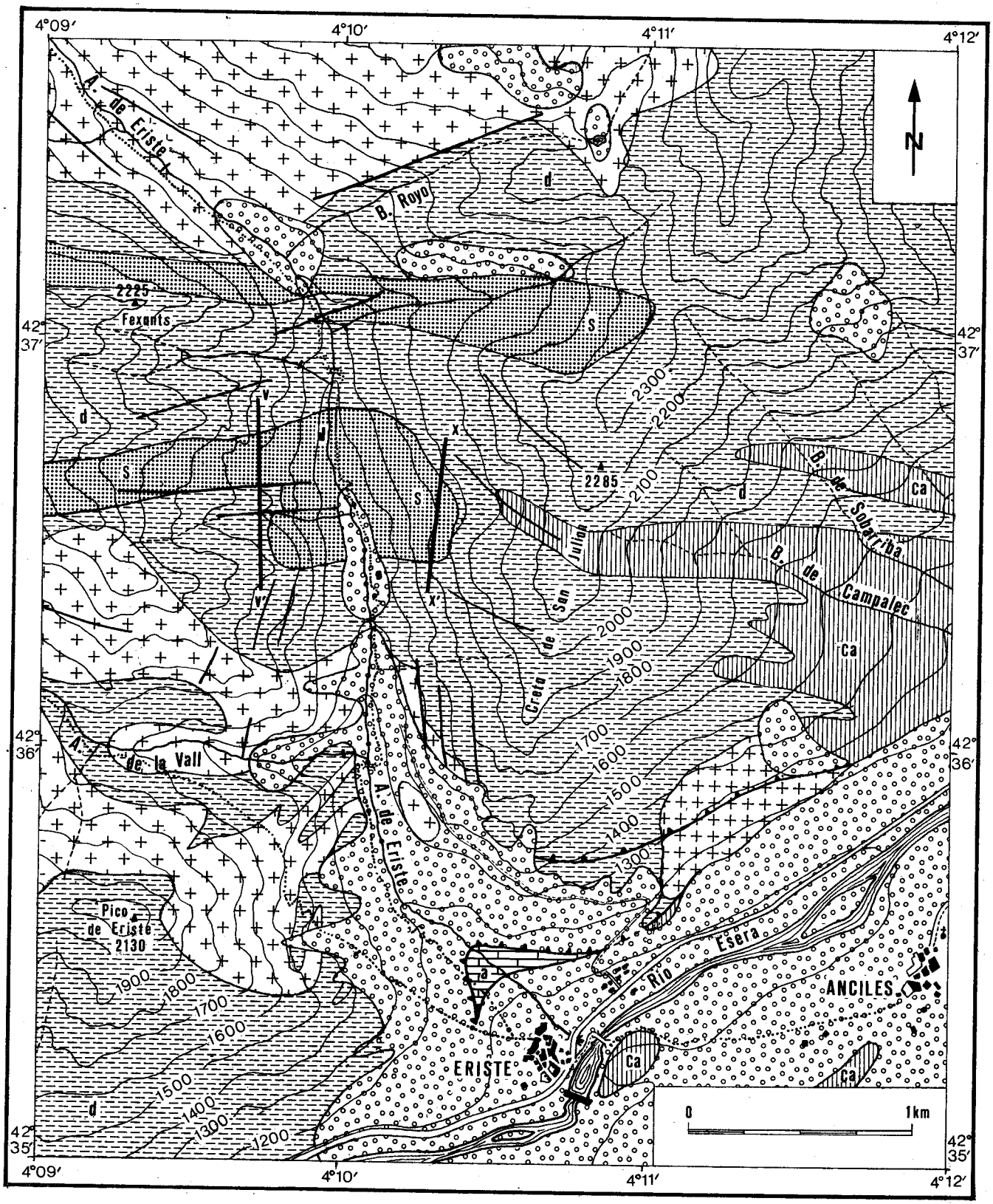
Aucune trace de faune n'a été observée dans cet affleurement.

A l'Ouest du refuge d'Astos, les terrains siluriens ont été signalés et cartographiés par M. DALLONI (1910) et M. CLIN (1959). Ils sont représentés par une série de schistes noirs à Graptolites surmontée par les calcaires à Orthocères et à *Cardiola interrupta* SOWERBY. Cet affleurement se prolonge vers l'Ouest, au Port de Gistain puis au Port de Moudang où des calcaires à *Cardiola interrupta* SOWERBY sont également présents (M. CLIN, 1959).

Sur le flanc Nord de la vallée du Rio Astos, quelques enclaves de schistes noirs siluriens sont observés dans le massif granitique du Lys Caillaouas. Ces enclaves, de teinte rouille, sont nettement visibles dans le paysage granitique.

II-3.3. Le Silurien de la vallée de Aigueta de Eriste (fig. 38)

Dans la haute vallée de Aigueta de Eriste, les terrains siluriens affleurent en deux bandes anticlinales sensiblement parallèles qui sont les prolongements occidentaux de l'anticlinorium de la Sierra Negra. Sur la carte géologique, les affleurements



QUATERNAIRE
APTIEN
CARBONIFERE
DEVONIEN
SILURIEN
Granodiorite
Felsite
Faille
Chevauchement

BUS LILLE

Fig.38.-CARTE GEOLOGIQUE DE LA VALLEE DE AIGUETA DE ERISTE (d'après J.H.N.WENNEKERS,1968).

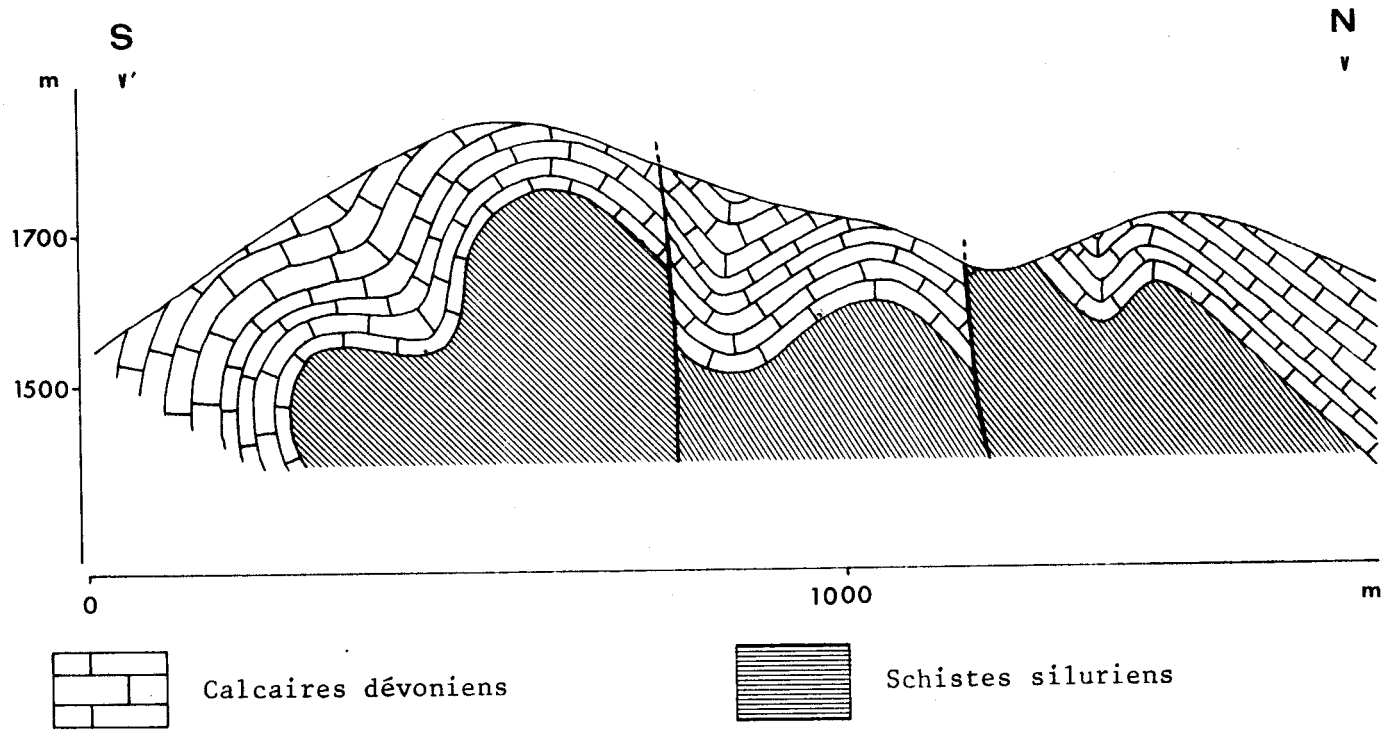


Fig.39.-COUPE GEOLOGIQUE DE L'ANTICLINAL DE LA CASCADE DE ESPIANTOSA.

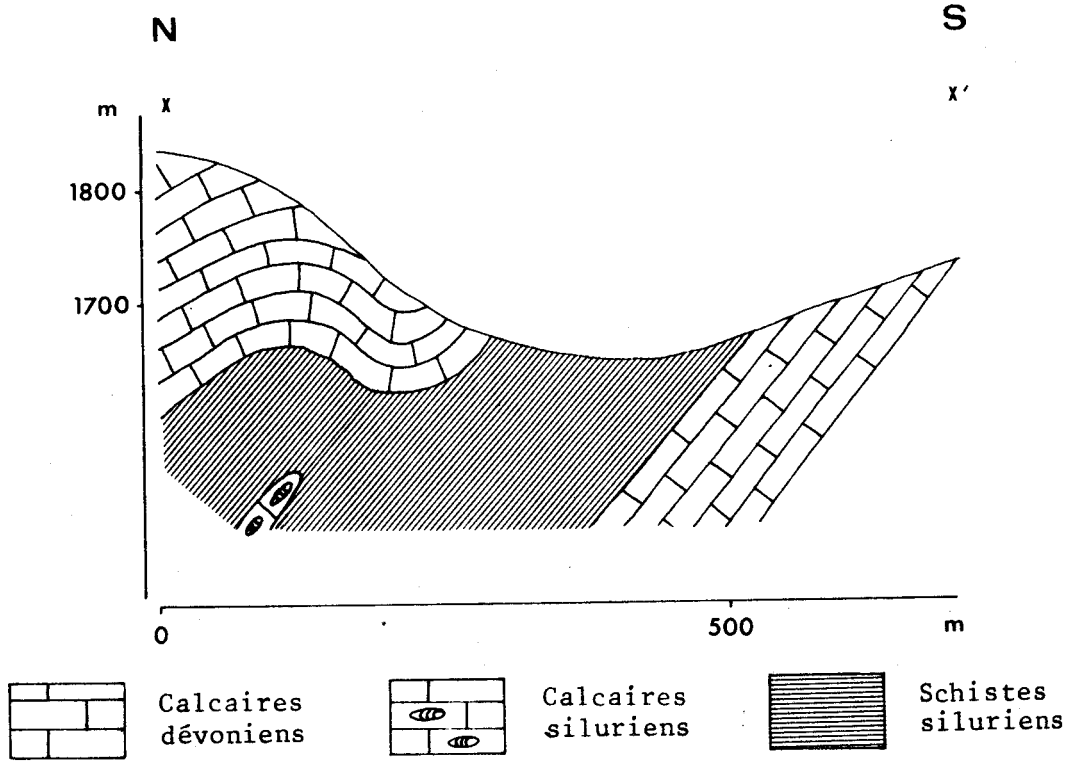


Fig.40.-COUPE GEOLOGIQUE SUR LE VERSANT GAUCHE DE LA VALLEE DE AIGUETA DE ERISTE.

apparaissent discontinus en raison de l'ennoiement du Silurien sous les terrains dévoniens de la Montagne de Benasque.

II-3.3.1. Coupe de l'anticlinal de la cascade de Espiantosa (fig.39)

Une vaste structure anticlinale est observée sur la rive droite du Rio de Aigueta de Eriste, derrière la mine abandonnée située légèrement en aval du pont de Espiantosa.

Les terrains siluriens sont essentiellement représentés par des schistes noirs dont l'étude stratigraphique est restée imprécise. La structure de cet ensemble, soulignée par des niveaux de calcaires noirs du Dévonien inférieur est constituée par un vaste anticlinal faillé dont le coeur est occupé par des schistes très tectonisés à allure désordonnée d'un bourrage.

Sur la rive gauche, une autre coupe dans le prolongement Est de l'anticlinal de la cascade de Espiantosa, montre des terrains siluriens très réduits (fig. 40).

Ces terrains sont des schistes noirs, dont l'épaisseur atteint une cinquantaine de mètres. Les schistes se débitent en fines plaquettes ardoisières à la surface desquelles j'ai observé des empreintes mal conservées de Monograptidés.

Les schistes sont surmontés par des calcaires noirs, très recristallisés, à patine d'altération gris bleuté. Des Orthocères et des articles de tiges d'Encrines sont observés dans certains niveaux calcaires ainsi que de petits Gastéropodes. Aucun Conodonte a pu être extrait de ces calcaires recristallisés.

II-3.3.2. L'anticlinal silurien de la cascade del Paser del Oso

Dans la haute vallée du Rio Aigueta de Eriste, au Nord de l'affleurement précédent, les terrains siluriens affleurent de nouveau en une bande anticlinale très étroite, orientée E-W. Cet affleurement est situé au Sud du massif granitique de Perramo.

Les terrains siluriens sont représentés par une série de schistes noirs, riches en grains de matière organique. Le sommet de cette série schisteuse renferme de petites lentilles de calcaire très recristallisé. Au-dessus, reposent des calcaires et des calcschistes du Dévonien inférieur. De petits niveaux siliceux, alternant avec les calcaires et les schistes sont observés dans le Dévonien inférieur. Aucune trace d'organisme n'a été rencontrée dans ces terrains siluriens.

Sur la rive droite du Rio Aigueta de Eriste, les terrains siluriens et dévoniens sont recoupés par l'intrusion du massif granitique de Perramo qui forme les contreforts du Massif des Posets. Les schistes siluriens sont affectés par un métamorphisme de contact qui se traduit par un très beau developpement de cristaux d'andalousite.

II-3.4. Le Silurien au Sud de Anciles

Les terrains siluriens ont été signalés entre les villages de Anciles et d'Eriste et sur les pentes du Mont Labert (M. DALLONI, 1910). Les schistes siluriens sont très bien développés et les calcaires gris qui les surmontent sont très fossilifères. Ils renferment *Cardiola interrupta* SOWERBY, *Orthoceras pyrenaicum* LEYMERIE, *Orthoceras bohemicum* BARRANDE et des articles de tiges d'Encrines.

Entre le pic de Cerler et le pic Galinero, M. DALLONI a signalé la présence de véritables calcaires dalleux à Entroques, presque entièrement formés par des fragments d'écussons et de tiges du *Scyphocrinus elegans* ZENKER, espèce rencontrée constamment avec *Orthoceras bohemicum* BARRANDE.

II-3.5. Le Silurien de la vallée de la Noguera Ribagorzana (fig.41 et 42)

Les terrains siluriens affleurent au Sud du Massif granitique de la Maladeta au niveau du pont qui franchit la Noguera Ribagorzna, à environ 5 km en aval de la sortie Sud du tunnel de Viella.

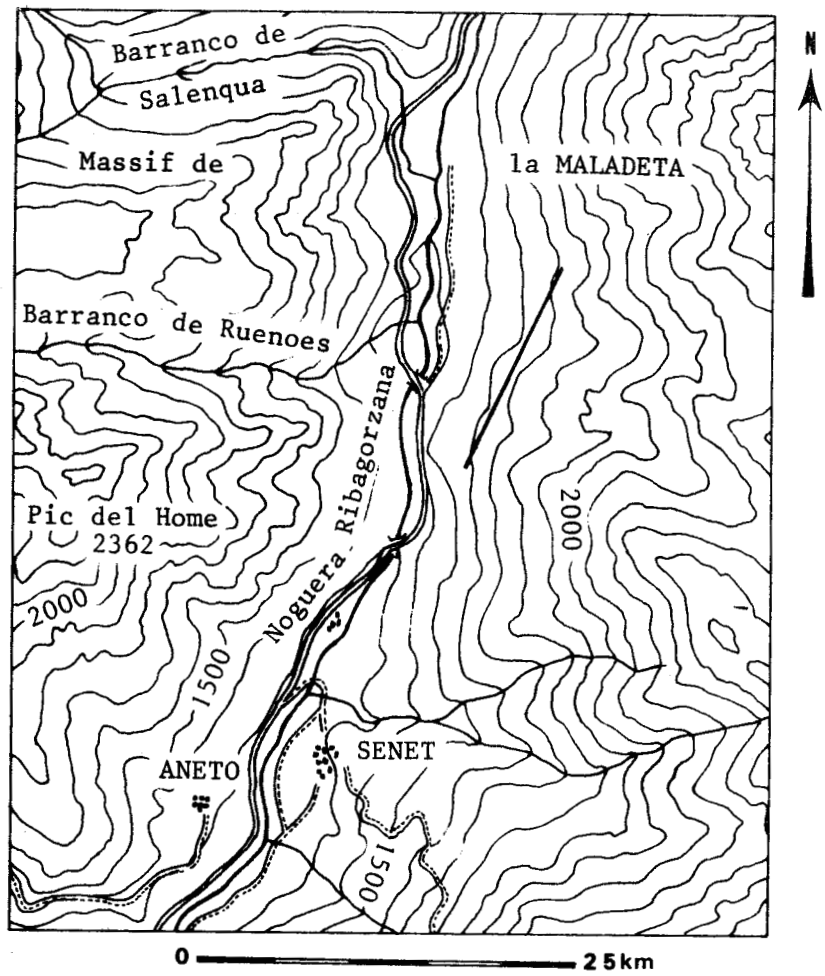
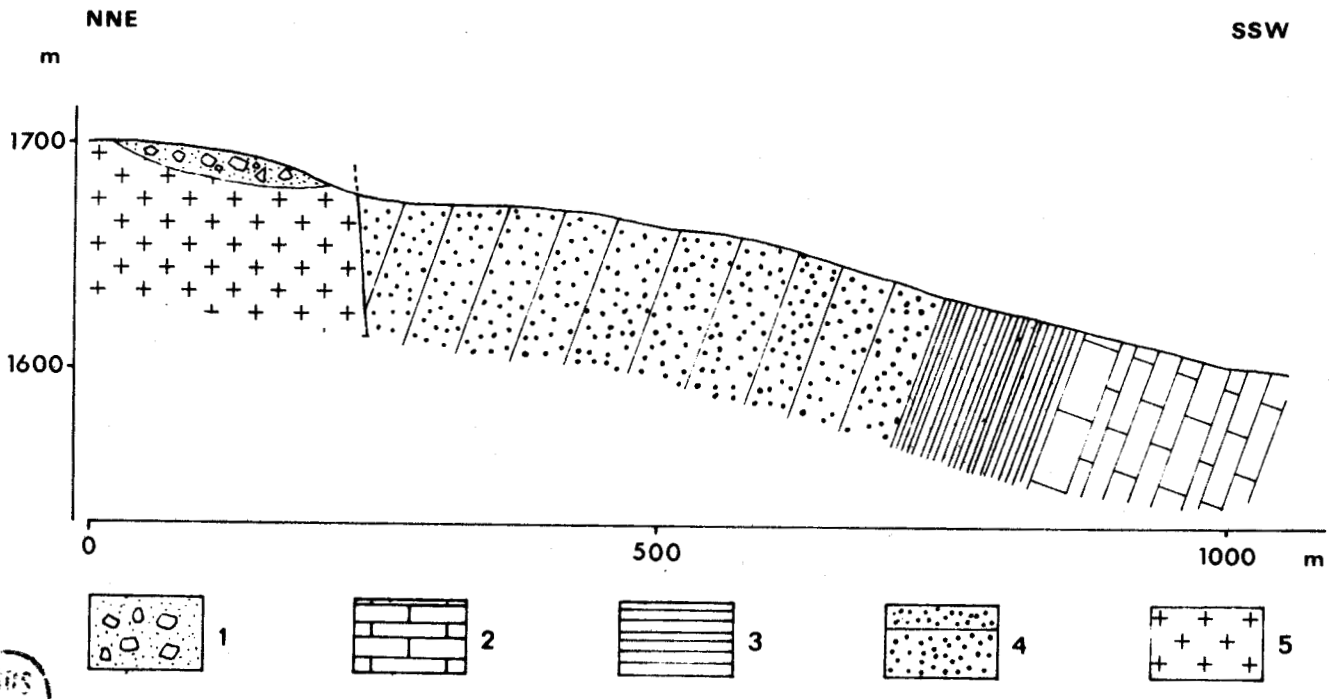


Fig.41.-LOCALISATION DE LA COUPE EFFECTUEE DANS LA VALLEE DE LA NOGUERA RIBAGORZANA.



1 Dépôts fluvio-glaciaires. 2 Calcaires dévoniens. 3 Schistes siluriens.
4 Cornéenne à andalousite. 5 Granodiorite de la Maladeta.

Fig.42.-COUPE GEOLOGIQUE SUR LA RIVE GAUCHE DE LA NOGUERA RIBAGORZANA.

Une coupe effectuée sur la rive gauche de la Noguera Ribagorzana montre du Nord au Sud :

- la granodiorite du Massif de la Maladeta, étudié par J.M. CHARLET (1970),
- des schistes noirs métamorphiques,
- des calcaires siluro-dévoniens non différenciés,
- des calcaires noirs massifs dévoniens.

Les schistes noirs siluriens sont très métamorphisés; leur faciès est celui d'une cornéenne à andalousite. Cette cornéenne est le siège de nombreuses minéralisations, en particulier de la pyrite et de la galène.

Cette bande silurienne qui affleure dans la vallée de la Noguera Ribagorzana est le prolongement oriental de la Sierra de Llausset. Elle se poursuit vers l'Est dans la vallée de la Noguera de Tor.

III - CONCLUSIONS

Les terrains siluriens sont représentés dans l'ensemble de la région étudiée par une épaisse série de schistes noirs, fissiles, graphiteux à Graptolites.

La limite siluro-ordovicienne n'a pu être précisée en raison de la rareté des affleurements des terrains anté-siluriens. De plus, les terrains ordoviciens et les terrains siluriens sont en contact par failles verticales. Les niveaux du Silurien inférieur sont datés par des Graptolites appartenant à la zone 20 de G.L. ELLES & E.M.R.WOOD et rapportés au Llandovérien moyen.

La série monotone des schistes noirs se poursuit jusqu'au Ludlowien inférieur. Elle renferme constamment des empreintes de Graptolites bien visibles, lorsque la schistosité est parallèle à la stratification. Quelques intercalations de calcaires noirs à Orthocères et tiges d'Encrines surviennent dans la série schisteuse dès le Wenlockien supérieur.

Les terrains siluriens se terminent par une formation constituée d'une alternance de niveaux calcaires et de niveaux de schistes. La découverte de Conodontes dans les niveaux calcaires a permis d'attribuer à cette formation un âge ludlowien supérieur-gédinnien inférieur.

La puissance totale de cette série silurienne connue ne dépasse pas les 200 mètres, épaisseur déjà suggérée par de nombreux chercheurs (J.P. DESTOMBES & A. VAYSSE, 1947; P.H.W. MEY, 1967.).

DEUXIEME PARTIE

ETUDE PETROGRAPHIQUE

CHAPITRE PREMIER

ETUDE DES SCHISTES

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE DES ROCHES CARBONATEES

CHAPITRE TROISEME

ETUDE DE LA MATIERE ORGANIQUE DISPERSEE

CHAPITRE QUATRIEME

ETUDE DES ROCHES ERUPTIVES

CHAPITRE CINQUIEME

ETUDE DES ROCHES METAMORPHIQUES

CHAPITRE PREMIER

ETUDE DES SCHISTES

Sommaire :

I - ETUDE MICROSCOPIQUES DES SCHISTES

I-1. Description des minéraux

I.1.1. Les minéraux phylliteux

I.1.2. Le quartz

I.1.3. L'andalousite

I.1.4. Les chloritoïdes

I.1.5. Les minéraux opaques

I-2. Structure de la roche

II - ETUDE GEOCHIMIQUE DES SCHISTES SILURIENS

III - ETUDE DES MINERAUX ARGILEUX

IV - CONTENU PALEONTOLOGIQUE DES SCHISTES

V - CONCLUSIONS

BUS LILLE

Les schistes constituent la plus grande partie de la série stratigraphique du Silurien. Ce sont des schistes noirs, très fins, fissiles, tâchant les doigts.

A l'affleurement, ces schistes se présentent avec une patine d'altération de couleur rouille dûe au dépôt de limonite provenant certainement de l'altération de la pyrite. Parfois, de nombreux cristaux de gypse sont également observés dans les schistes graphiteux moins indurés.

I - ETUDE MICROSCOPIQUE DES SCHISTES

L'examen microscopique des schistes a révélé la présence de minéraux phylliteux (chlorite, séricite, biotite, muscovite), du quartz, d'andalousite, et de minéraux opaques (pyrite, galène, matière organique).

I-1. Description des minéraux (Pl. 3)

I-1.1. Les minéraux phylliteux

En lumière transmise, les minéraux phylliteux se présentent sous forme d'ovoïdes montrant une structure fibreuse. Ils sont constitués généralement de chlorite et de séricite étroitement associées et bien cristallisées.

Certains échantillons renferment des ovoïdes micacés :

- la biotite

En lumière polarisée, les teintes du minéral sont brunes et le pléochroisme direct est net. Le clivage est très fin, en forme de fuseau.

En lumière polarisée et analysée, les teintes de polarisation sont masquées par la teinte naturelle du minéral.

- la muscovite

Ce sont également des ovoïdes présentant un clivage en forme de fuseau. Incolore en lumière polarisée, les plages présentent un fort relief.

En lumière polarisée et analysée, les ovoïdes prennent des teintes de polarisation très vives du 2ème ordre.

En lumière réfléchie, les minéraux phylliteux présentent une réflectance faible et une teinte grisâtre avec de nombreuses petites paillettes très colorées.

I.1.2. Le quartz

En lumière transmise, le quartz se développe en lentille de petite taille dans lesquelles les cristaux sont xénomorphes,

engrenés les uns dans les autres.

Dans certains échantillons, le quartz cristallise en cristaux plus important dans de nombreuses fissures de la roche.

I-1.3. L'andalousite

La taille des cristaux d'andalousite varie selon les échantillons.

Généralement, les cristaux sont de petite taille et légèrement déformés par la tectonique. Sur les sections perpendiculaires à l'allongement, les plages d'andalousite présente un applatissement parallèle à la schistosité. Les sommets situés aux extrémités de la grande diagonale du losange sont plus ou moins bien cristallisés. Généralement, les cristaux d'andalousite présentent des inclusions de matière organique disposées en croix.

En lumière réfléchie, l'andalousite montre un aspect translucide. Sa couleur miel est nette quand elle est bien cristallisée. Les inclusions de matière organique ont un pouvoir réflecteur faible.

I-1.4. Les chloritoïdes

Les cristaux se présentent sous forme de petits bâtonnets incolores, à fort relief, disposés en rosettes. En lumière polarisée et analysée, de nombreuses macles polysynthétiques sont observées.

En lumière réfléchie, les bâtonnets de chloritoïdes ont un faible pouvoir réflecteur compris entre 0,45 et 0,75 %.

I-1.5. Les minéraux opaques

- La matière organique se présente sous forme de grains de taille variant entre 15 et 200 microns, ou sous forme de pellicule entourant les ovoïdes phylliteux et soulignant la schistosité.

En lumière réfléchie, les plages de matière organique prennent une teinte jaune verdâtre plus ou moins intense selon le pouvoir réflecteur.

Une étude détaillée de la matière organique est effectuée dans le 3ème chapître de cette partie.

- La pyrite

Elle est observée dans la plupart des échantillons. Elle présente une réflectance très forte et une couleur jaune très vif. Elle peut, par sa teinte et son pouvoir réflecteur ressembler à de la matière organique très évoluée. Cependant, elle présente souvent des plages hétérogènes.

- La galène

De réflectance très forte, la galène prend une teinte blanche en lumière réfléchie. Elle est souvent associée avec des plages de pyrite.

I-2. Structure de la roche

Une schistosité est présente dans tous les échantillons. Elle est soulignée par des alignements d'ovoïdes de minéraux phylliteux. Le clivage de ces ovoïdes est subparallèle à la schistosité.

La schistosité est également marquée par des alignements de minéraux opaques.

II - ETUDE GEOCHIMIQUE DES SCHISTES SILURIENS

Dans ce paragraphe, je me contenterai d'exposer les résultats d'analyses chimiques mentionnés dans les travaux de L. CAPDECOMME,(1943); L.U. DE SITTER,(1954)et W.F.J. KLEINSMIEDE,(1960)et effectuées sur des schistes siluriens des pyrénées centrales franco-espagnoles.

	A	B	C
SiO_2	40,40	?	?
TiO_2	1,48	1,20	1,15
P_2O_5	0,38	-	-
Al_2O_3	33,52	23,80	18,90
Fe_2O_3	2,43	?	7
FeO	4,28	-	-
MnO	0,10	-	-
MgO	1,32	1,64	2,00
CaO	1,42	0,18	0,20
Na_2O	1,90	0,64	1,75
K_2O	4,95	4,20	3,98
H_2O^+	6,72	-	-
M_2O	0,20	-	-
CO_2	-	-	-
S_2	0,39	trace	trace
C	0,34	5,80	0,32

Tabl.3.- ANALYSES GEOCHIMIQUES DES SCHISTES SILURIENS.

A = Echantillon de schiste légèrement carbonaté du Silurien du Rio Noguera Pallaresa (L.U. DE SITTER, 1954).

B - C = Schistes provenant du Silurien de Marignac (L. CAPEDECOMME 1943).

Les schistes siluriens sont caractérisés par une faible teneur en silice qui est nettement inférieure à 50 %. Dans la région du Valle de Aran, W.F.J. KLEINSMIEDE (1960) donne des résultats d'analyse chimique qui montrent que la teneur en silice diminue lorsque la finesse du schiste augmente.

Les schistes siluriens ont une teneur en fer très importante. Le fer est présent dans la roche sous forme de pyrite cristallisée

en cubes qui sont soit disséminés dans la matrice schisteuse, soit concentré en lits très fins.

Le fer, très solubles, se trouve à l'état de limonite à la surface des feuillets schisteux. Les eaux, descendant des monts de la Sierra Negra sont très ferrugineuses. Le fer précipite souvent au niveau des sources et cimente les éboulis schisteux pour former des brèches. (pl. III, fig. 7).

La teneur en alumine peut atteindre 33,50 %. Plus le schiste est fin, plus la teneur en alumine est élevée.

La teneur élevée en fer et alumine explique la faible teneur en silice des schistes siluriens. Ces schistes ont également une teneur élevée en carbone très caractéristique. Cette teneur en carbone varie de 0,34 à 6,10 %. L. CAPEDECOMME (1943), avait relevé une teneur en carbone qui pouvait atteindre 24,5 % dans des niveaux enrichis en matière organique. Il faut remarquer que les schistes siluriens peuvent être caractérisés par leur haute teneur en carbone qui est très différente de celle de l'Ordovicien et du Dévonien.

III - ETUDE DES MINERAUX ARGILEUX

L'étude des minéraux argileux, a été effectuée par C. VINCHON (1977). Elle a porté sur 12 échantillons prélevés sur l'ensemble de la Sierra Negra.

L'analyse minéralogique des argiles a été faite par diffraction des rayons X en laboratoire de Minéralogie de la Faculté de Mons (Belgique). Elle a révélé la présence de :

- l'illite, en quantité dominante ;
- la chlorite ;
- la kaolinite.

Ces minéraux sont en quantité plus ou moins importante selon les échantillons et leur lieu de prélèvement (fig. 43). Tous ces échantillons

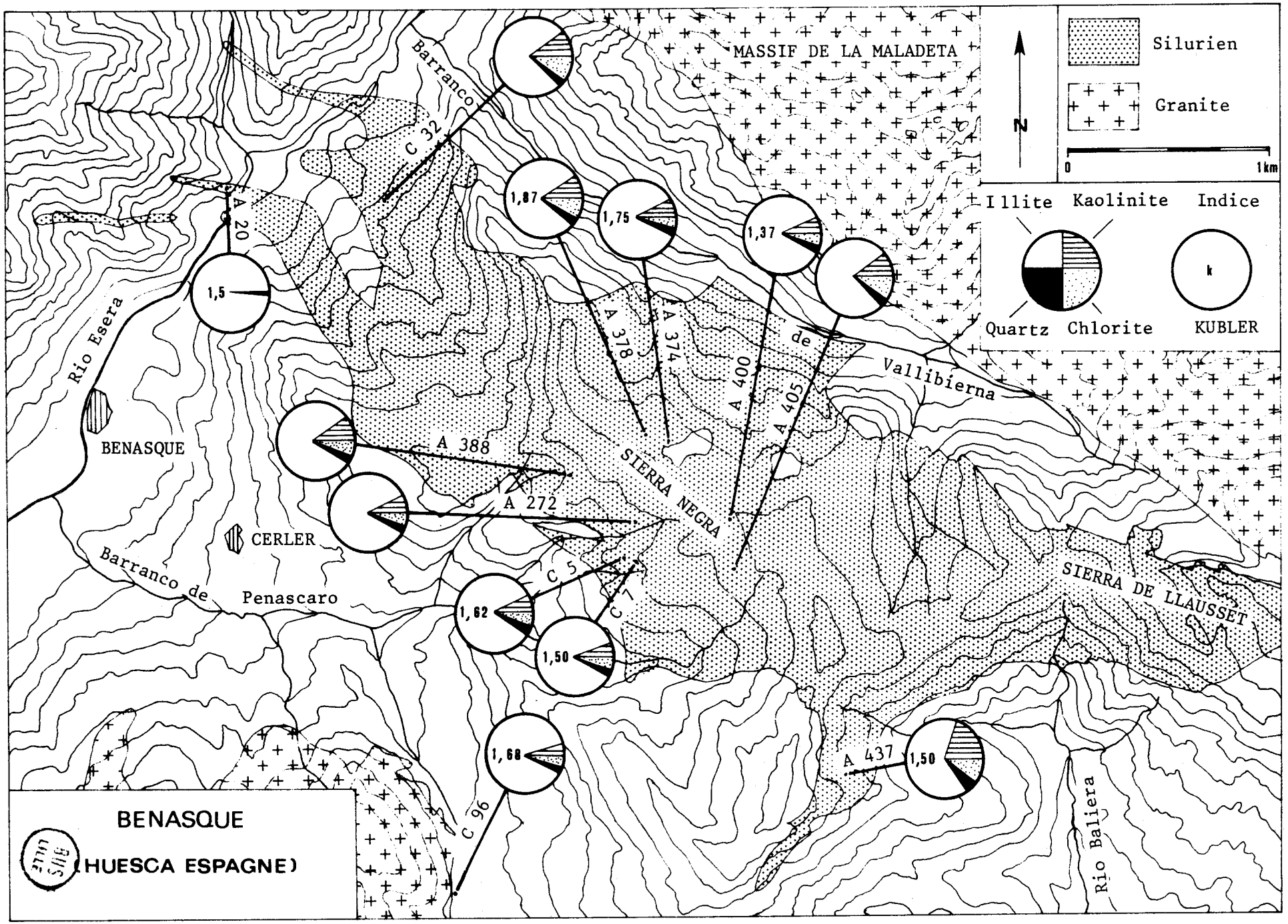


Fig. 43.- REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES MINERAUX ARGILEUX ET DES INDICES DE KUBLER(C.VINCHON,1977).

contiennent une grande quantité d'illite, peu de kaolinite, peu ou pas de chlorite. La teneur respective des différents minéraux de chaque échantillon est approximative. En effet, la détermination du pourcentage des différents minéraux est basée sur l'intensité et la largeur des pics lues sur les diffractogrammes, valeur qui dépendent également de la cristallinité des minéraux.

Le calcul de l'indice de cristallisation de l'illite encore appelé indice de B. KUBLER a permis de situer les échantillons dans la zone de l'épimétamorphisme.

IV - CONTENU PALEONTOLOGIQUE DES SCHISTES

Toute la série schisteuse du Silurien a pu être daté dans son ensemble par des Graptolites plus ou moins bien conservés du Llandoverien moyen au Wenlockien.

Cependant, la position stratigraphique précise de nombreux affleurements de schistes n'a pu être donnée en raison de l'absence d'empreinte de Graptolite, en particulier au niveau des charnières des plis où la schistosite est oblique par rapport à la stratification.

J'ai longuement recherché de la microfaune et plus spécialement des Acritarches et des Chitinozoaires. Des débris d'organismes très carbonisés ont été extraits des schistes mais aucun résultat positif n'a été obtenu. Actuellement, une recherche systématique d'Acritarches dans les schistes peu métamorphisés est en cours.

V - CONCLUSIONS

L'étude détaillée de l'illite par l'indice de KUBLER permet de situer tous les échantillons de schistes étudiés dans l'épizone. Aucune variation en relation avec les massifs granitiques environnants n'a pu être observée. Cependant, la proximité des filons de microgranite n'a pas

été pris en compte. Il faut toutefois remarquer que les échantillons étudiés renfermaient pour la plupart des cristaux d'andalousite.

La composition minéralogique en quartz, en minéraux argileux, et en matière organique des schistes et le milieu fortement réducteur dans lequel s'est effectuée la sédimentation rappellent le mode de dépôt de certaines vases d'estuaires.

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE DES ROCHES CARBONATEES

Sommaire :

I - ETUDE DES CALCAIRES

I-1. Les calcaires du Wenlockien et du Ludlowien inférieur

I-1.1. Généralités

I-1.2. Etude microscopique

I-1.3. Contenu paléontologique

I-2. Les calcaires du Silurien terminal

I-2.1. Généralités

I-2.2. Etude microscopique

I-2.3. Contenu paléontologique

II - ETUDE DES CALCSCHISTES

II-1. Les calcschistes du Silurien supérieur

II-1.1. Généralités

II-1.2. Etude microscopique

II-1.3. Contenu paléontologique

II-2. Les calcschistes du Dévonien inférieur

II-2.1. Généralités

II-2.2. Etude microscopique

II-2.3. Contenu paléontologique

III - CONCLUSION

I - ETUDE DES CALCAIRES

Les calcaires sont des roches peu abondantes dans la série stratigraphique du Silurien. Ils apparaissent en fines passées dans les schistes dès

le Wenlockien et se poursuivent jusqu'au Ludlowien supérieur.

I-1. Les calcaires du Wenlockien et du Ludlowien supérieur

I-1.1. Généralités

Ce sont des calcaires noirs, régulièrement lités, en bancs épais de 20 à 30 cm. Ils sont généralement situés à une trentaine de mètres du toit du Silurien. Les affleurements calcaires du Wenlockien-Ludlowien sont localisés dans la vallée du Rio Esera (Pont San Jaime), sur les versants occidental et septentrional de la Sierra Negra. Ils constituent un niveau repère dans l'épaisse série de schistes noirs. Malheureusement, ces calcaires apparaissent parfois en lentilles plus ou moins étirées par les déformations tectoniques.

I-1.2. Etude microscopique (pl. 3, fig. 1, 2)

Les calcaires sont finement cristallisés. La taille des grains est comprise entre 0,05 et 0,01 mm. Les cristaux sont développés dans un plan parallèle à la stratification. De nombreuses traces noires de matière organique soulignent l'orientation privilégiée des cristaux de calcite. Les grains de matière organique seront étudiés ultérieurement.

Ces calcaires renferment de nombreux débris d'organismes recristallisés en grandes plages de calcite spathique.

De nombreux cubes de pyrite sont visibles dans les échantillons calcaires. Leur taille est variable et peut atteindre 2 à 3 mm d'arête. Ces cristaux sont parfois régulièrement disposés suivant le plan de schistosité, parallèle à la stratification ou uniformément répartis dans la matrice calcaire. Généralement, les faces des cubes sont obliques par rapport à la stratification, ce qui traduit un léger déplacement des feuillets schisteux et une rotation des cristaux de pyrite. Des cristaux de calcite fibreuse disposés perpendiculairement aux faces du cristal de pyrite forment des halos dont l'allongement est parallèle à la schistosité.

I-1.3. Contenu paléontologique

Les calcaires renferment :

- des Orthocères :

Orthoceras bohemicum BARRANDE
Orthoceras pyrenaïcum LEYMERIE

- des articles de tige d'Encrines

- des Lamellibranches :

Cardiola interrupta SOWERBY

- des petits Gastéropodes.

I-2. Les calcaires du Silurien terminal

I-2.1. Généralités

Ces calcaires ont souvent été rapportés aux calcaires du Wenlockien supérieur-Ludlowien inférieur en raison de leur grande analogie de faciès.

Ce sont des calcaires noirs, très bien lités mais l'épaisseur des bancs ne dépassent pas 10 centimètres. Chaque banc est séparé par un lit de schistes noirs épais de 4 à 5 centimètres.

Ils affleurent dans la vallée du Rio Esera (Grange de Cavaler) et sur le versant méridional de la Sierra Negra. Comme les calcaires du Wenlockien, les calcaires du Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur apparaissent généralement en lentilles.

I-2.2. Etude microscopique

Les calcaires sont constitués de fins cristaux de calcite dont la taille est inférieure à 0,02 mm. Un plan de schistosité souligné par des minéraux argileux et des plages de matière organique est parallèle à la stratification.

Quelques plages de quartz, certainement d'origine secondaire, sont observées dans plusieurs échantillons. Des cristaux de pyrite sont également présents dans ces lits calcaires, mais ils sont nettement moins nombreux que ceux observés dans les calcaires du Wenlockien.

I-2.3. Contenu paléontologique

Les calcaires Siluro-dévonien ont pu être datés grâce à la découverte de Conodontes en particulier de l'association suivante :

Plectospathodus alternatus WALLISER

Ozarkodina denckmanni ZIEGLER
Lonchodina greilingi WALLISER
Trichonodella inconstans WALLISER
Spathognathodus steinhornensis ZIEGLER
Icriodus woschmidti ZIEGLER

qui est caractéristique des couches de passage du Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Ces calcaires renferment également :

- des Orthocères
- des Lamellibranches
- des Brachiopodes
- des articles de tiges d'Encrines
- des Chitinozoaires :

Eisenackitina bohemica (EISENACK)

II - ETUDE DES CALCSCHISTES

II-1. Les calcschistes du Silurien supérieur

II-1.1. Généralités

Les calcschistes du Silurien supérieur sont de couleur noire en cassure fraîche, et présentent à l'affleurement une teinte brunâtre. Ils affleurent dans la vallée du Rio Esera (entre les ruines du pont de Cuberre et le nouveau pont San Jaime), au sein d'une formation montrant une alternance de lits calcaires et de lits calcschisteux. La patine d'altération des calcaires est gris-bleuté. Les calcschistes, plus résistants aux agents d'érosion que les calcaires, apparaissent en relief.

II-1.2. Etude microscopique

Les calcschistes montrent une succession de lits de petits cristaux de calcite et de lits de minéraux argileux. De nombreuses plages de minéraux opaques (pyrite et matière organique) soulignent le plan de stratification.

II-1.3. Contenu paléontologique

Seuls des articles de tiges d'Encrines et des débris d'Orthocères très recristallisés ont été observés dans les échantillons.

II-2. Les calcschistes du Dévonien inférieur

II-2.1. Généralités

Les calcschistes du Dévonien inférieur, de couleur grisâtre en cassure fraîche, affleurent sur le flanc sud du Pic Castanesa sur la Sierra Negra et dans la vallée du Rio Baliera.

A l'affleurement, ils prennent une teinte ocre jaune et se débitent en fines plaquettes de 1 à 2 cm d'épaisseur.

II-2.2. Etude microscopique

La proportion en minéraux argileux et en quartz est nettement moins importante que dans les calcschistes du Silurien supérieur. La taille des grains de calcite est inférieure à 0,01 mm. Les débris d'organismes sont totalement constitués de calcite spathique.

II-2.3. Contenu paléontologique

Ces calcschistes renferment :

- des articles de tige d'Encrines
- des petits Brachiopodes
- des petits Gastéropodes
- des fantômes d'Ostracodes
- des Trilobites (en cours de détermination).

III - CONCLUSIONS

La sédimentation calcaire est très sporadique. Elle n'intervient qu'au Silurien supérieur au sein d'une épaisse série schisteuse. La faible épaisseur des calcaires et surtout le dépôt de calcschistes montrent que les conditions de sédimentation du calcaire étaient précaires.

Les calcaires, à grains très fins, ont certainement subi une recristallisation secondaire de la calcite. En effet, tous les cristaux sont orientés dans le plan de schistosité.

CHAPITRE TROISIEME

ETUDE DE LA MATIERE ORGANIQUE DISPERSEE

Sommaire :

I - GENERALITES

II - TECHNIQUES D'ETUDE DE LA MATIERE ORGANIQUE DISPERSEE

II-1. Préparation des échantillons

II-1.1. Préparation des surfaces polies de blocs de roches

II-1.2. Préparation des échantillons en grains extraits des schistes

II-1.3. Préparation des échantillons en grains extraits des roches carbonatées

II-2. La mesure de la réflectance

II.2.1. Le principe de la mesure de la réflectance

II 2.2. Enregistrement et calcul de la réflectance

III - OBSERVATION DE LA MATIERE ORGANIQUE DISPERSEE

IV - RESULTATS ET INTERPRETATIONS

IV-1. Détermination du rang de la matière organique

IV-2. Répartition géographique des valeurs du pouvoir réflecteur maximal

IV-3. Evaluation des paléotempératures

IV-4. La cristallinité de la matière organique

IV-5. Interprétation des résultats

V - CONCLUSIONS

I - GENERALITES

Les schistes et les calcaires siluriens renferment de la matière organique dispersée sous forme :

- de grains anguleux dont la taille, variable, peut atteindre 2 mm de diamètre;
- de grains xénomorphes aux bords très indentés;
- de fines particules dont la taille est généralement inférieure à 5 microns.

L'étude de la matière organique dispersée dans les sédiments fut longtemps négligée. Seules, des études portant sur des filets charbonneux ou des veinules ont été effectuées dans les formations siluriennes des Pyrénées centrales françaises (L. CAPDECOMME,1943). La texture du graphite y avait été mise en évidence.

Depuis quelques années, à la suite de très nombreuses recherches sur les tourbes, les lignites et les houilles, l'étude de la matière organique dispersée présente de plus en plus un très grand intérêt en pétrologie. En tenant compte des différents facteurs agissant sur son évolution, la matière organique dispersée est un véritable thermomètre géologique à maximum (B. ALPERN, B. DURAND, J. ESPITALIE & B. TISSOT, 1972). L'étude des propriétés physiques et plus particulièrement, l'étude de la réflectance maximale de la matière organique, permet d'apprécier les paléotempératures auxquelles les sédiments ont été portés (J. KARWEIL, 1956; I.I. AMMOSOV, 1968; M. TEICHMULLER & R. TEICHMULLER, 1968; P.A. HACQUEBART & J.R. DONALDSON, 1970; J. BARLIER, 1974). Par ailleurs, l'évolution de la matière organique dispersée varie en fonction de la nature du sédiment dans lequel elle s'est trouvée emprisonnée (P. BLANQUART, 1974; N.H. BOSTICK & N. FOSTER, 1975).

Quelques études détaillées de la matière organique dispersée dans les sédiments siluriens ont été entreprises dans les Pyrénées basques (C. HEDDEBAUT, comm.orale) et dans les Pyrénées centrales espagnoles (C. VINCHON, 1977).

II - TECHNIQUES D'ETUDE DE LA MATIERE ORGANIQUE DISPERSEE

Le degré d'évolution de la matière organique dispersée est déterminé à partir de la réflectance mesurée sur des surfaces polies de blocs de roches ou d'échantillons en grains enrobés dans une résine.

II-1. Préparation des échantillons

II-1.1. Préparation des surfaces polies de blocs de roches

La méthode de confection et de polissage des surfaces polies de blocs de schiste ou de calcaire a été exposée dans les travaux de E. MERIAUX (1969) et P. BLANQUART (1974).

II-1.2. Préparation des échantillons en grains extraits des schistes

Pour séparer la matière organique dispersée dans les schistes, il est nécessaire de travailler sur des éléments de granulométrie homogène. La granulométrie optimale pour la suite des opérations d'extraction doit être comprise entre 100 et 500 microns.

L'échantillon est traité dans un concasseur à machoires; le produit obtenu est passé sur un tamis de 800 microns. Le refus du tamis est ensuite broyé (broyeur à cones réglables).

Les grains de matière organique dispersée sont séparés des grains de schistes par l'emploi d'une cellule de flottation dont le principe est le suivant :

Les particules de matière organique, mises au contact d'un mélange composé d'un réactif collecteur (fuel oil) et d'un réactif moussant (méthyl-isobutil-carbinol) adhérent à la surface de bulles d'air; l'accrochage des grains de matière organique reste indépendant de la densité des grains (P.BLANQUART, 1974).

Le réactif collecteur permet un accrochage préférentiel des grains de matière organique dispersée mais des grains de schistes peuvent être également entrainés par la remontée des bulles d'air. Une amélioration de la concentration de la matière organique peut être effectuée par une décantation dans une ampoule emplie d'eau et par tri sous la loupe binoculaire.

En raison de la faible quantité de grains de matière organique obtenue après le tri sous la loupe binoculaire, les grains sont concentrés dans un volume réduit pour permettre la fabrication

d'une surface polie et pour faciliter l'observation de la matière organique. Les grains sont enrobés dans une résine moulée dans une cellule de 1 cm de diamètre. Dès le durcissement de la résine, la pastille obtenue est incluse dans un bloc de résine pour faciliter le polissage.

La suite des opérations pour la confection des surfaces polies obtenues à partir de grains isolés est identique à celle pour la confection de surfaces polies de roches.

II-1.3. Préparation des échantillons en grains extraits des roches carbonatées

La désagrégation de la matière calcaire se fait par attaque par l'acide acétique dilué à froid.

L'échantillon est déposé au fond d'un erlen-meyer empli au 3/4 d'une solution d'acide acétique obtenue en ajoutant 1volume d'acide acétique à 5 volumes d'eau. L'attaque se poursuit jusqu'à désagrégation complète de l'échantillon. Le résidu est abondamment lavé puis séché à l'étuve à une température voisine de 50°C.

La séparation de la matière organique se fait uniquement sous la loupe binoculaire.

La confection de la surface polie nécessite également l'obtention d'une pastille où les grains de matière organique dispersée sont concentrés et la fabrication d'un bloc. Les différentes opérations de polissage ont été exposées dans les travaux de E. MERIAUX (1969).

II-2. La mesure de la réflectance

Toutes les mesures de la réflectance ont été effectuées sur le macéral le plus homogène du groupe de la vitrinite : la gélocollinite.

II-2.1. La principe de la mesure de la réflectance

Le réflectance ou le pouvoir réflecteur d'une substance est égale à la valeur du rapport entre l'intensité de la lumière réfléchie et celle de la lumière incidente tombant perpendiculairement sur une surface plane.

On détermine la valeur de la réflectance par rapport à une substance étalon de réflectance connue.

La réflectance s'exprime par :

$$Rx = Re \frac{Ax}{Ae}$$

Rx : réflectance du macéral
Re = réflectance de l'étalon
Ax = déviation du galvanomètre lors de la mesure sur le macéral
Ae = déviation du galvanomètre lors de la mesure sur l'étalon.

Les grains de matière organique étudiés présentent une anisotropie; deux valeurs de la réflectance seront donc déterminées: la valeur du pouvoir réflecteur maximal ou PRM et celle du pouvoir réflecteur minimal ou PRm.

Pour un échantillon donné, la réflectance de la gélocollinite varie autour d'une certaine valeur qui sera déterminé en effectuant de nombreuses mesures. Généralement, 100 mesures sont nécessaires pour évaluer la valeur de la réflectance d'un échantillon. Pour certaines surfaces polies, la matière organique dispersée est parfois rare et 50 ou 75 mesures seulement ont pu être effectuées.

II-2.2. Enregistrement et calcul de la réflectance (fig. 44)

Le zéro et la valeur de la réflectance de l'étalon étant fixés, la plage occupée par l'enregistrement est divisée en classes égales à 0,05 % de pouvoir réflecteur. Le nombre de points dans chaque classe ainsi défnie sont regroupés dans un tableau (Tabl. 4).

Les mesures effectuées permettent de construire un réflectogramme représentatif de l'échantillon (fig. 45).

Il reste enfin à calculer la valeur moyenne M du pouvoir réflecteur minimal et celle du pouvoir réflecteur maximal.

$$M = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N}$$

n_i = nombre de points d'une classe i
x_i = valeurs moyennes de la classe i
N = nombre total de mesures.



BUS LILLE

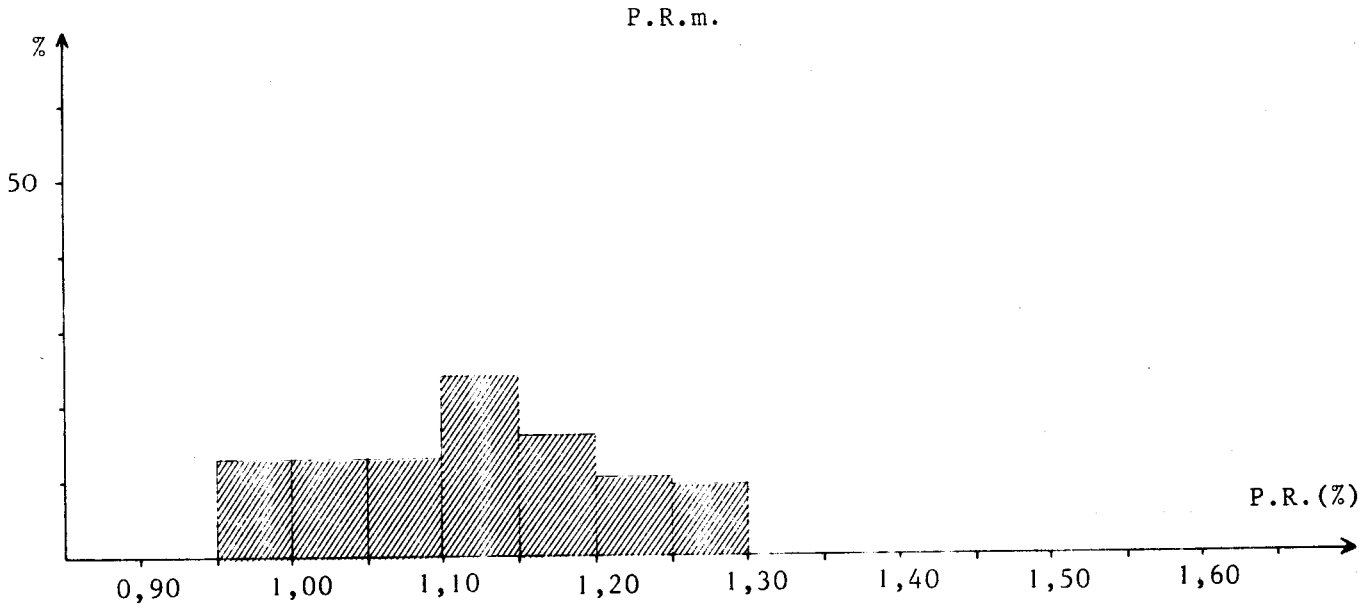
Fig. 44.- ENREGISTREMENT DES VALEURS MINIMALES ET MAXIMALES DU POUVOIR REFLECTEUR DE L'ECHANTILLON A172.

1 = Origine; 2 = Pouvoir réflecteur de l'étalon (0,595 %);
3 = Pouvoir réflecteur minimal; 4 = Pouvoir réflecteur maximal.

P.R.	Classes de mesures	1ère série	2ème série	3ème série	n_i	x_i	$n_i.x_i$
P.R.m.	0,95 - 1,00	2	2	6	10	0,975	9,750
	1,00 - 1,05	3	4	3	10	1,025	10,250
	1,05 - 1,10	3	3	4	10	1,075	10,750
	1,10 - 1,15	8	5	5	18	1,125	20,250
	1,15 - 1,20	6	2	4	12	1,175	14,100
	1,20 - 1,25	3	3	2	8	1,225	9,800
	1,25 - 1,30	0	6	1	7	1,275	8,925
	Total	25	25	25	75		83,825
P.R.M.	1,15 - 1,20	0	1	1	2	1,175	2,350
	1,20 - 1,25	0	0	2	2	1,225	2,450
	1,25 - 1,30	1	1	0	2	1,275	2,550
	1,30 - 1,35	3	5	2	10	1,325	13,250
	1,35 - 1,40	8	6	11	25	1,375	34,375
	1,40 - 1,45	5	3	5	13	1,425	18,525
	1,45 - 1,50	6	7	2	15	1,475	22,125
	1,50 - 1,55	2	1	1	4	1,525	6,100
	1,55 - 1,60	0	1	1	2	1,575	3,150
	Total	25	25	25	75		104,875

Tabl. 4.- NOMBRE DE MESURES EFFECTUEES SUR L'ECHANTILLON A172.

BUS LILLE



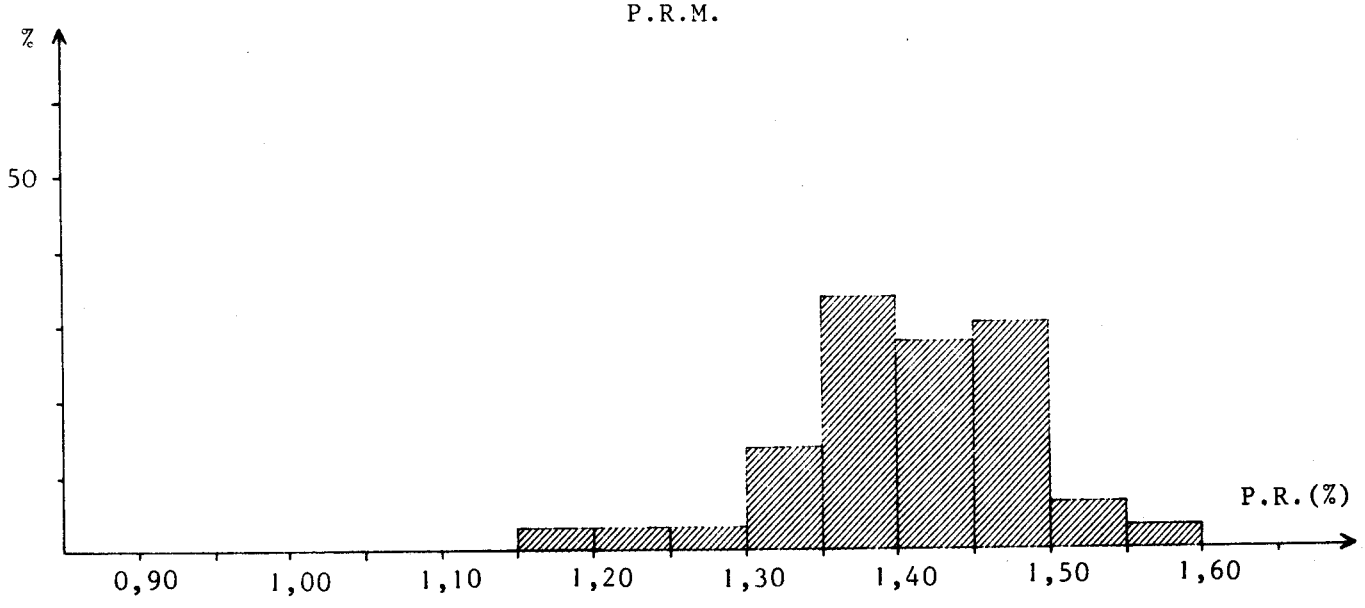


Fig. 45.- REFLECTOGRAMME DE L'ECHANTILLON A172.

BIU LILLE

pour l'exemple choisi, l'échantillon A 172 présente :

PRm : 1,117 %

PRM : 1,398 %

La biréflectance est égale à la différence des pouvoirs réflecteurs maximal et minimal, soit :

1,398 - 1,117 = 0,281 %

III - OBSERVATION DE LA MATIERE ORGANIQUE DISPERSEE

Sous le microscope métallographique, la matière organique se présente sous différents aspects en fonction de sa composition en macéraux.

Différents macéraux ont été reconnus, en particulier, la collinite et la micrinite. Des plages plus claires ont été rapportées à la semi-fusinite.

La collinite est le macéral choisi pour effectuer les mesures et permettre les comparaisons des pouvoirs réflecteurs.

La gélocollinite est un macéral du groupe de la vitrinite. Elle ne présente aucune structure cellulaire dans les conditions normales de réflexion.

De couleur grise à blanche en lumière réfléchie, le pouvoir réflecteur varie de 0,5 à 8 % en immersion dans l'huile sous lumière verte (λ = 525 nm), en fonction de l'évolution de la matière organique.

Les grains de collinite généralement, sont des plages très homogènes, de taille comprise entre 0,1 et 0,2 mm, de forme variée et souvent anguleuse. Dans certains échantillons calcaires, la gélocollinite se présente sous forme de petites lentilles de plusieurs centimètres de longueur.

Dans les schistes métamorphiques, les grains de collinite sont souvent de très petite taille, souvent inférieure à 30 microns. Les grains sont de texture moins homogène et à contours plus ou moins

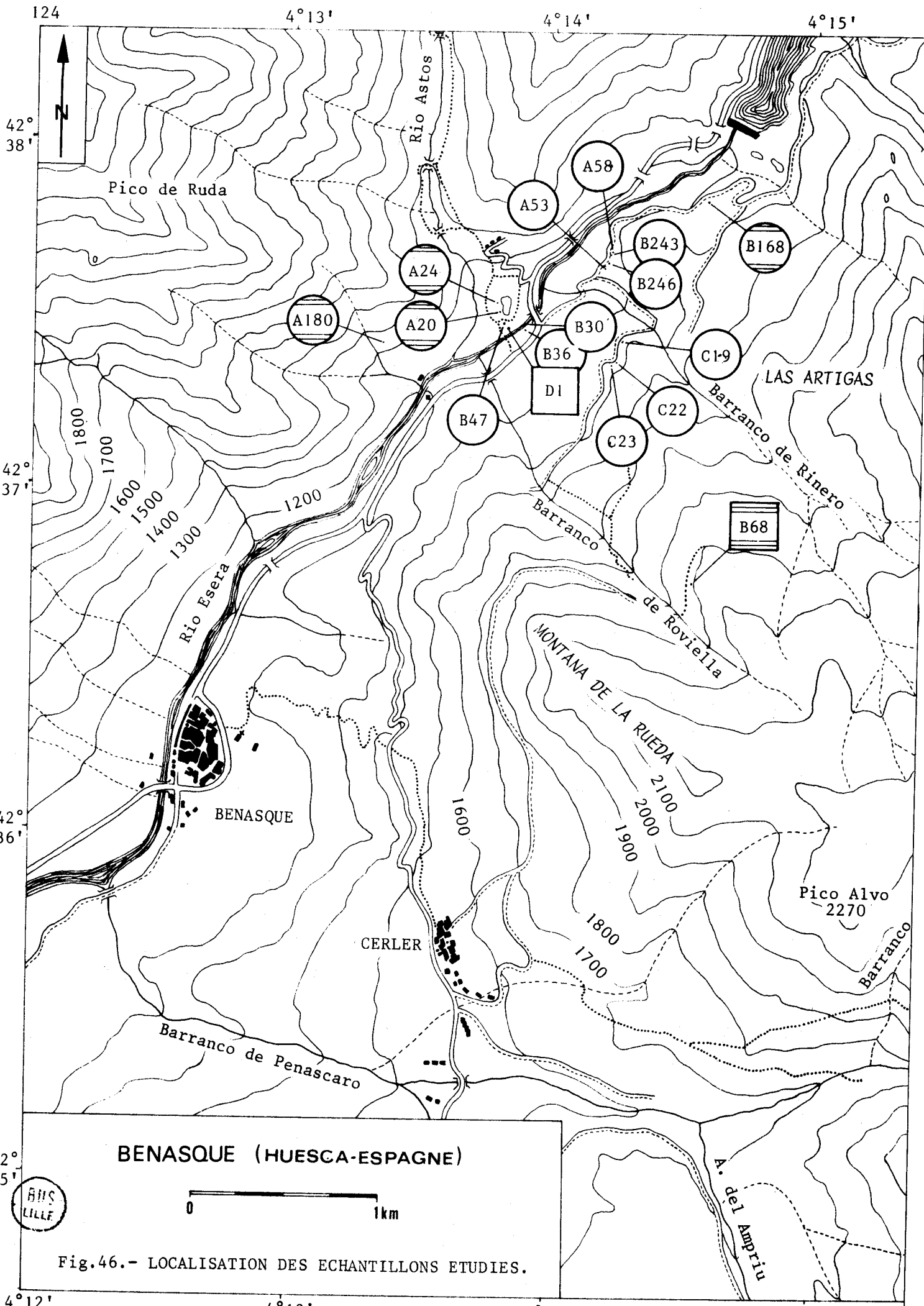
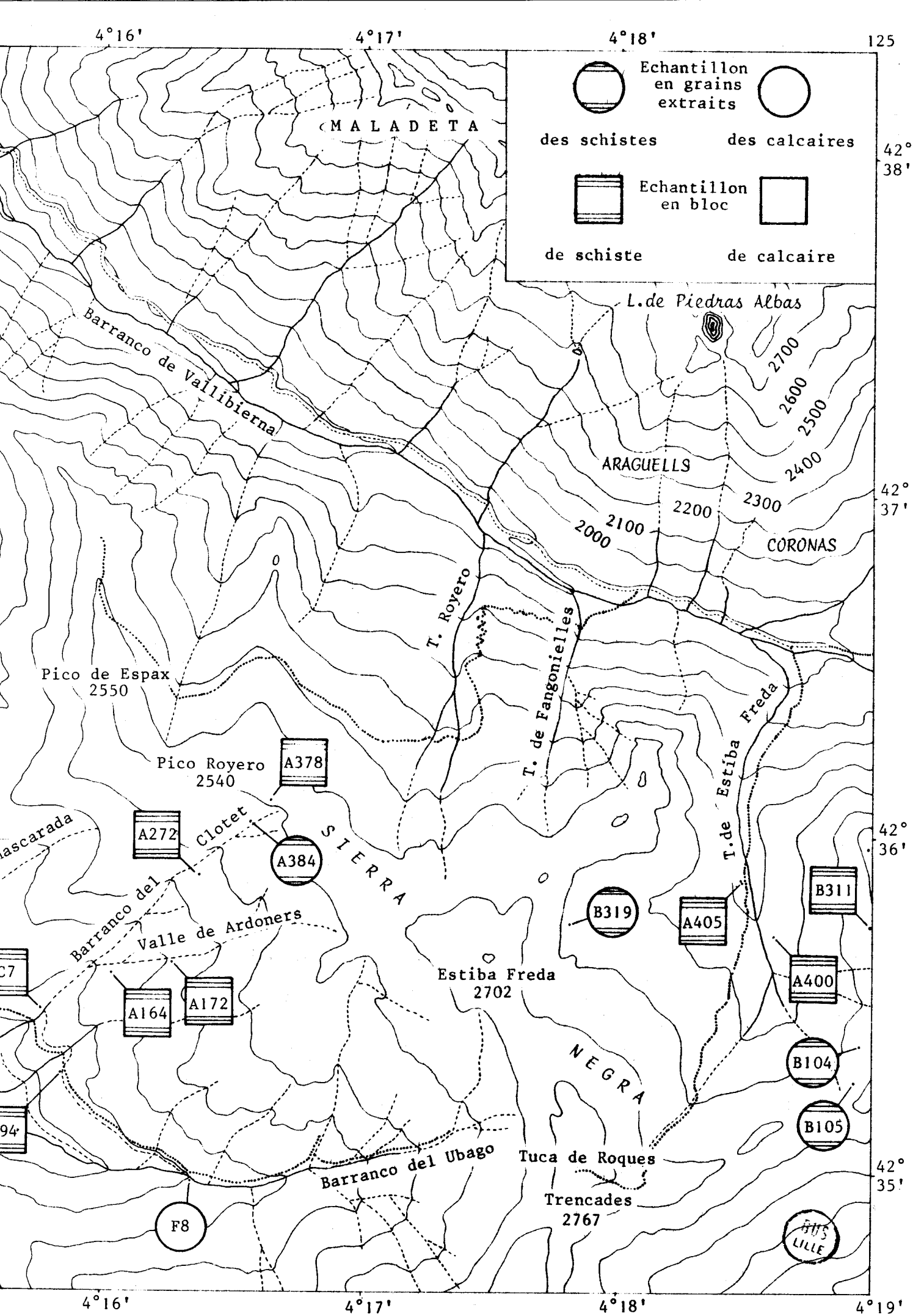


Fig.46.- LOCALISATION DES ECHANTILLONS ETUDIES.


4°16'
4°17'
4°18'
4°19'
42° 38'
42° 37'
42° 36'
42° 35'
Echantillon en grains extraits
des schistes
des calcaires
Echantillon en bloc
de schiste
de calcaire
MALADETA
L.de Piedras Albas
Barranco de Vallibierna
ARAGUELLS
CORONAS
2700
2600
2500
2400
2300
2200
2100
2000
T. Royero
T. de Fangonielles
T.de Estiba Freda
Pico de Espax
2550
Pico Royero
2540
A378
A272
Clotet
A384
SIERRA
Barranco del
Valle de Ardoners
A164
A172
B319
A405
B311
A400
B104
B105
Estiba Freda
2702
NEGRA
Barranco del Ubago
Tuca de Roques
Trencades
2767
F8

	Schiste	Calcaire	PRm	PRM	Type
A 20	○		1,02	1,53	1
A 24	○		1,18	1,66	1
A 53		○	5,25	5,94	2
A 58		○	5,15	5,83	2
A 94	□		1,95	2,28	1
A 164	□		1,08	1,39	1
A 172	□		1,12	1,40	1
A 180	○		1,11	1,40	1
A 272	□			7,9	3
A 378	□			6,8	3
A 384	○		1,18	1,41	1
A 400	□			6,2	3
A 405	□			7,5	3
B 30		○	4,12	4,35	2
B 36		○	4,01	4,22	2
B 47		○	3,74	3,98	2
B 68	□		1,23	1,52	1
B 104	○		1,55	1,74	1
B 105	○		1,21	1,55	1
B 168	○		1,08	1,25	1
B 243		○	3,96	4,22	2
B 246		○	3,94	4,15	2
B 311	□		1,30	1,55	1
B 319	○		1,11	1,33	1
C 7	□			7,68	3
C 19		○	4,76	5,10	2
C 22		○	3,92	4,25	2
C 23		○	5,65	6,12	2
D 1		□	4,33	4,58	2
F 8		○	5,15	5,45	2

BUS LILLE

Tabl.5.- VALEURS MINIMALES ET MAXIMALES DES POUVOIRS REFLECTEURS DES DIFFERENTS ECHANTILLONS ETUDIES.

alvéolés. Les grains de matière organique apparaissent en creux dans les schistes, les limites des grains apparaissent floues.

Les échantillons étudiés renferment de grandes quantités de matière organique, mais malheureusement, celle-ci se présente souvent sous de fines poussières sur lesquelles il est difficile de faire des observations. Sur les 50 surfaces polies réalisées sur des échantillons en blocs ou en grains isolés, seules 30 surfaces ont permis l'observation des particules ou des grains de collinite. Certaines mesures ont été effectuées par C. VINCHON (1977).

IV - RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Les valeurs des différents pouvoirs réflecteurs maximal et minimal des échantillons sont rassemblés dans un tableau (tabl. 5). La nature pétrographique de la roche est précisée ainsi que le mode de réalisation de la surface polie.

Les valeurs du pouvoir réflecteur de la collinite révèlent 3 populations de grains.

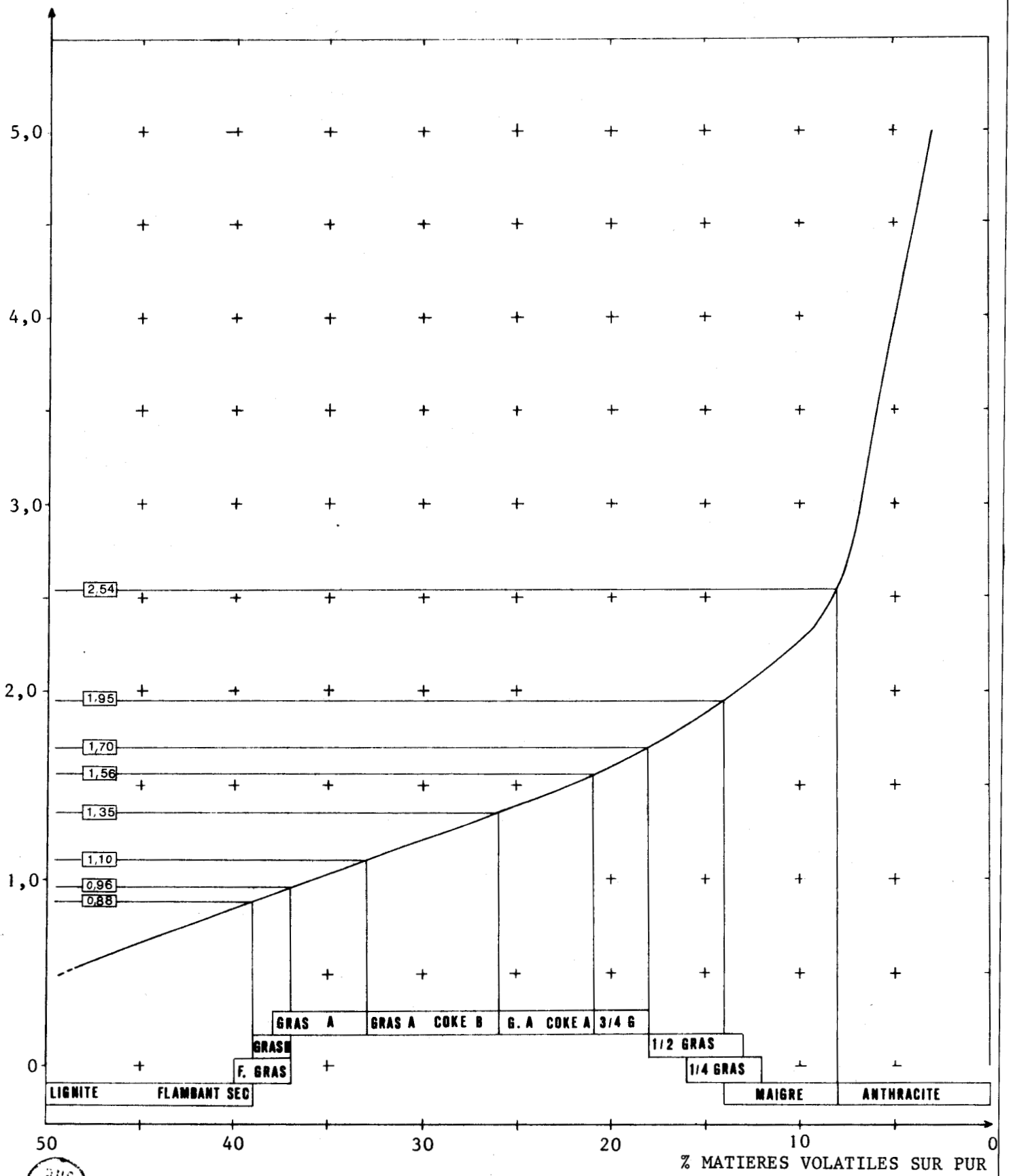
- le type 1 : Ce sont des grains généralement anguleux, de petite taille ou des grains à bords diffus. Le pouvoir réflecteur maximal de ces grains est compris entre 1,25 et 2,20 %. Ce type de grains n'est rencontré que dans des schistes ne renfermant pas de cristaux d'andalousite.

- le type 2 : Les grains de collinite sont de forme variable, toujours anguleux.
  Le pouvoir réflecteur maximal varie entre 4 et 7 %.
  Ce type de grains est rencontré dans les roches carbonatées.

- le type 3 : Ce sont des grains de très petite taille, souvent inférieurs à 30 microns. Les limites de grains sont nettes mais très alvéolées.
  Le pouvoir réflecteur maximal est très élevé et supérieur à 7 %.
  Ces grains sont observés dans des schistes à andalousite, au contact des filons de microgranite.

IV-1. Détermination du rang de la matière organique

En reportant la valeur du pouvoir réflecteur maximal sur la courbe générale des pouvoirs réflecteurs des charbons français (fig. 47), le rang de la matière organique atteint est différent pour la matière organique extraite des schistes et pour celle extraite des roches carbonatées.



BIS LILLE

Fig.47.- POUVOIR REFLECTEUR DES CHARBONS FRANCAIS (B.ALPERN,1969).

Dans les schistes peu métamorphiques, la matière organique est peu évoluée. Le rang qu'elle atteint est celui des charbons gras A à coke B.

Dans les roches carbonatées, la matière organique est nettement plus évoluée. Elle atteint le rang des anthracites.

Quant à la matière organique des schistes à andalousite , son rang est celui du graphite.

IV-2. Répartition géographique des valeurs du pouvoir réflecteur maximal (fig. 48).

Une carte schématique présente les valeurs du pouvoir réflecteur maximal des différents échantillons étudiés. Seul le massif granitique de la Maladeta a été figuré. Il faut cependant noter que de nombreux filons de microgranite parcourent l'ensemble de la Sierra Negra.

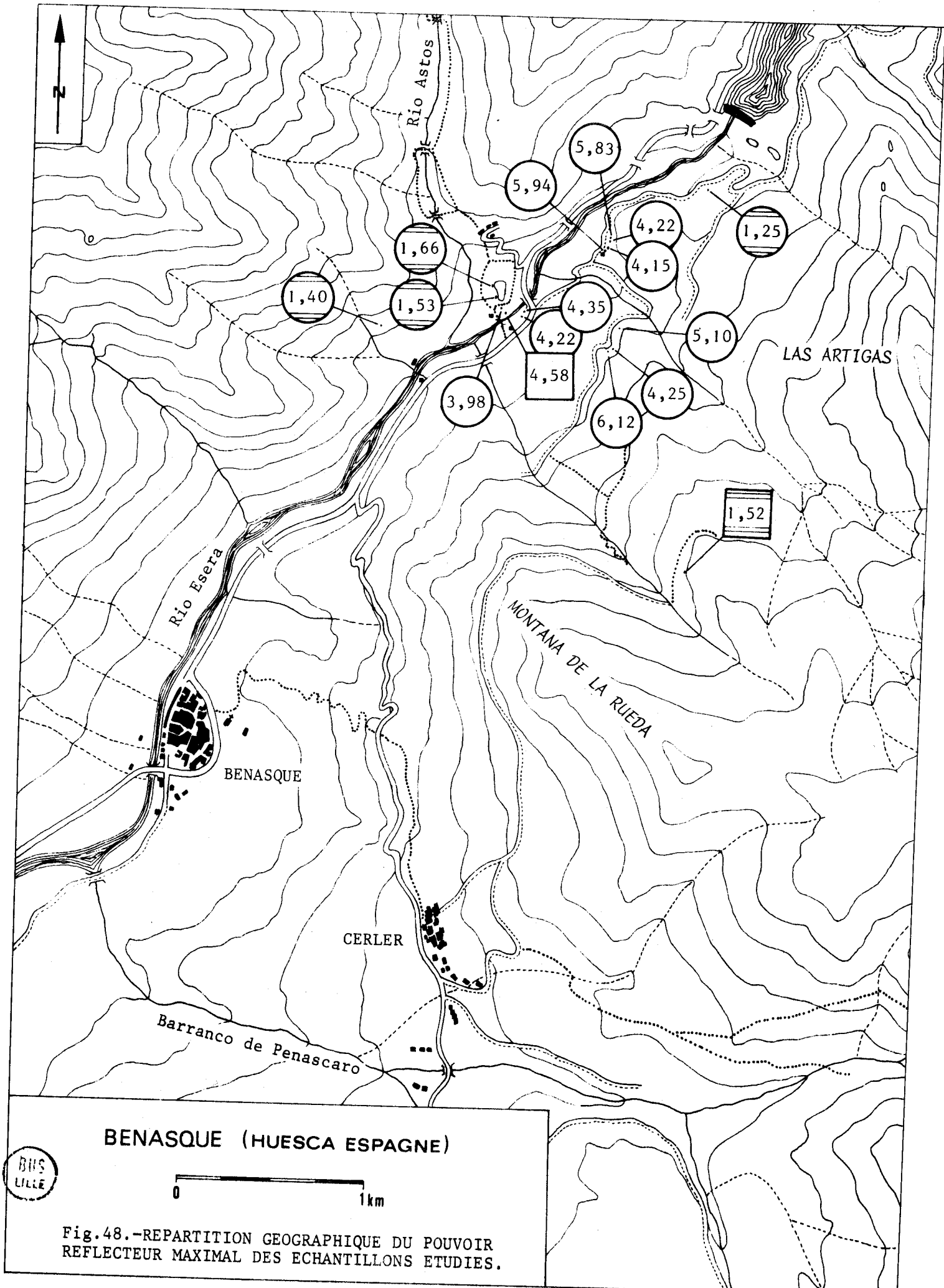
Pour permettre des comparaisons entre les différentes valeurs du pouvoir réflecteur, j'ai figuré par des signes différents la lithologie des échantillons ainsi que le mode de confection de la surface polie.

IV-3. Evaluation des paléotempératures

La température est le facteur principal de la carbonification. Les réaction de carbonification engendrées par une élévation de la température lors de l'enfouissement des sédiments dans l'écorce terrestre sont irréversibles. Les grains de matière organique sont par conséquent des témoins du degré maximal d'évolution correspondant néanmoins à une température maximale atteinte par la roche qui les contient.

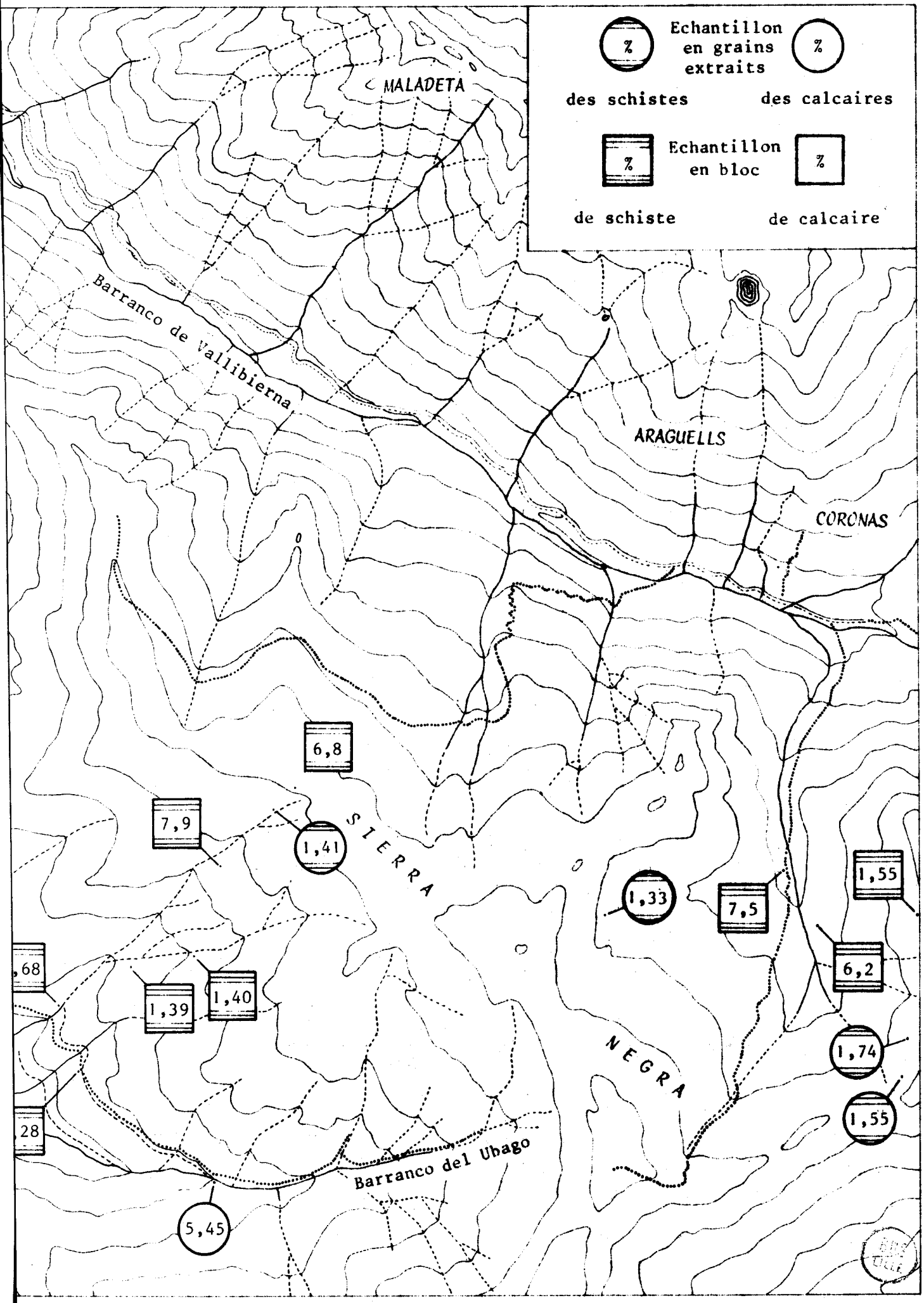
La courbe utilisée est celle de N.B. WASSOJEWITSCH, Y.I. KORCHAGINA, N.V. LOPATIN et V.V. CHERNYSHEV, 1970 (fig.49).

En reportant les différentes valeurs de la température maximale atteinte par les sédiments, on s'aperçoit que les calcaires auraient dû être portés à une température plus élevée



BIUS LILLE

Fig.48.-REPARTITION GEOGRAPHIQUE DU POUVOIR REFLECTEUR MAXIMAL DES ECHANTILLONS ETUDIES.


Echantillon en grains extraits
%
des schistes
%
des calcaires
Echantillon en bloc
%
de schiste
%
de calcaire
MALADETA
Barranco de Vallibierna
ARAGUELLS
CORONAS
6,8
7,9
1,41
SIERRA
1,33
7,5
1,55
6,2
1,74
1,55
,68
1,39
1,40
28
NEGRA
Barranco del Ubago
5,45

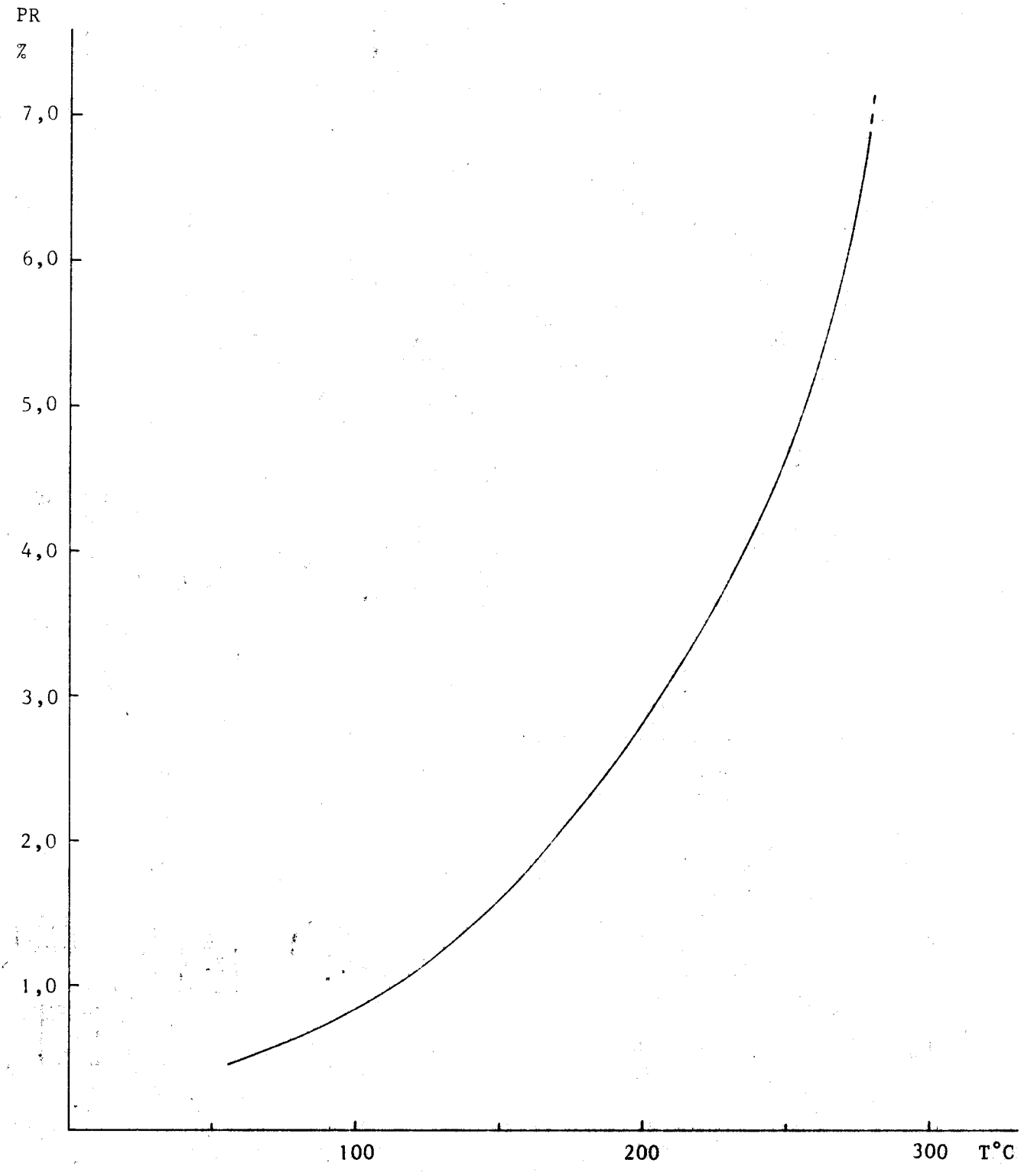


Fig.49.- VARIATION DU POUVOIR REFLECTEUR EN FONCTION DE LA TEMPERATURE (N.B.WASSOJEWITSCH et al.,1970).

que celle des schistes. De plus, la différence des températures enregistrée par la matière organique des schistes et des calcaires ne s'explique pas par la situation géographique par rapport aux massifs granitiques. Il faut cependant noter que toute la Sierra Negra est parcourue par de nombreux filons de roches éruptives qu'il est difficile parfois de cartographier et dont l'influence sur la matière organique reste difficile à évaluer.

IV-4. La cristallinité de la matière organique

L'étude de la cristallinité de la matière organique a été effectuée par C. VINCHON (1977). Elle a porté sur des échantillons schisteux métamorphiques.

Les principaux résultats obtenus montrent que la matière organique a déjà atteint un degré de cristallinité élevée (fig. 52) qui est celui du graphite d_1 ou d_1A. Quelques échantillons présentent déjà une structure de graphite.

La détermination du rang de la matière organique basée sur la dimension du feuillet élémentaire du cristal de la matière organique montre que ce rang varie du méta-anthracite au graphite.

IV-5. Interprétation des résultats

Le pouvoir réflecteur maximal des grains de type 1, généralement faible laisse à penser que la température maximale lors de la carbonification était peu élevée.

Le pouvoir réflecteur maximal des grains de type 2, relativement élevé, contenus dans les roches carbonatées, peut s'expliquer par :

- une conductibilité de flux thermique plus importante dans les roches carbonatées
- une évolution de la matière organique plus rapide lors du dépôt de celle-ci.

Le pouvoir réflecteur maximal des grains de type 3, très élevé, s'explique par les fortes températures régnant au contact des intrusions granitiques.

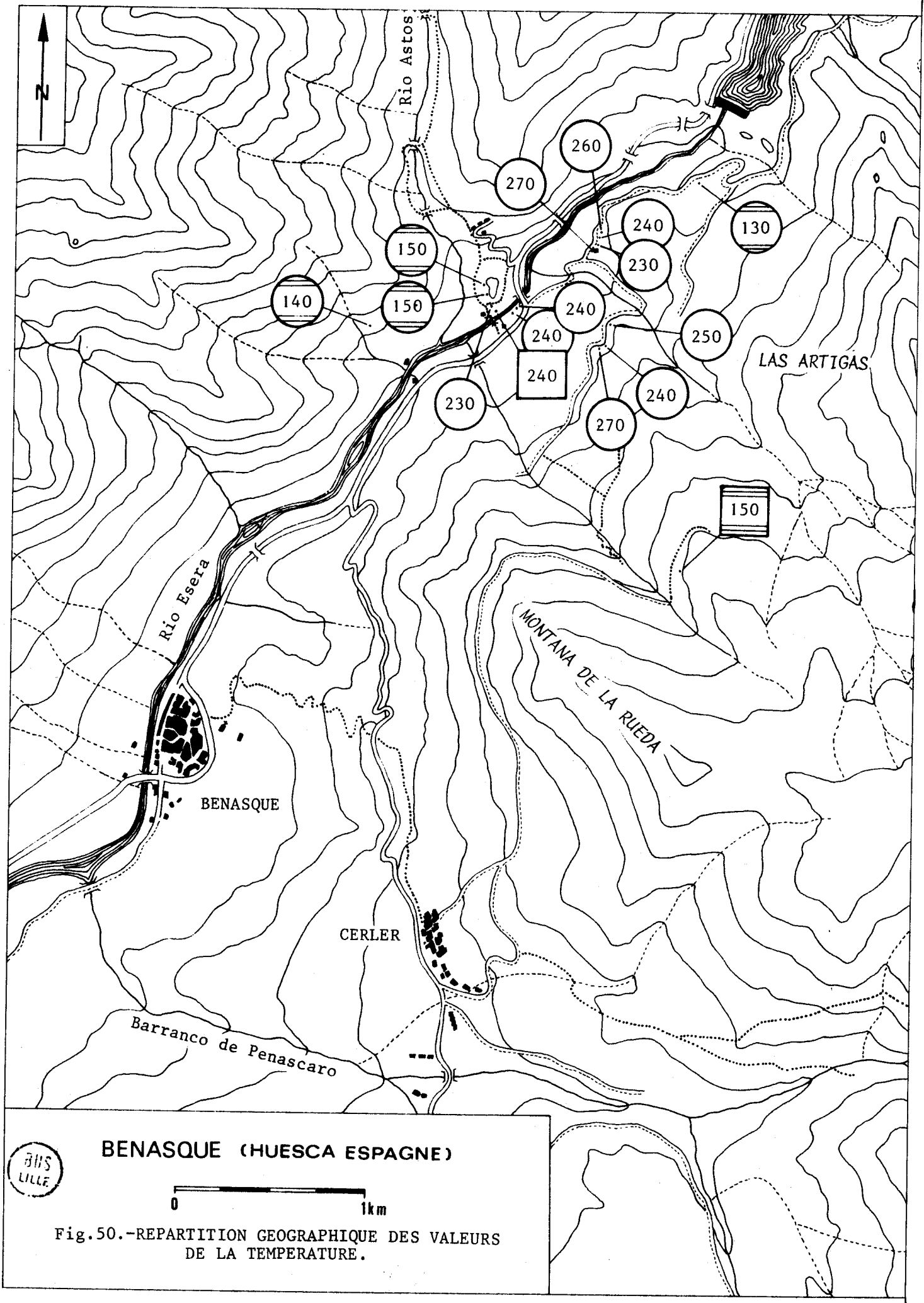
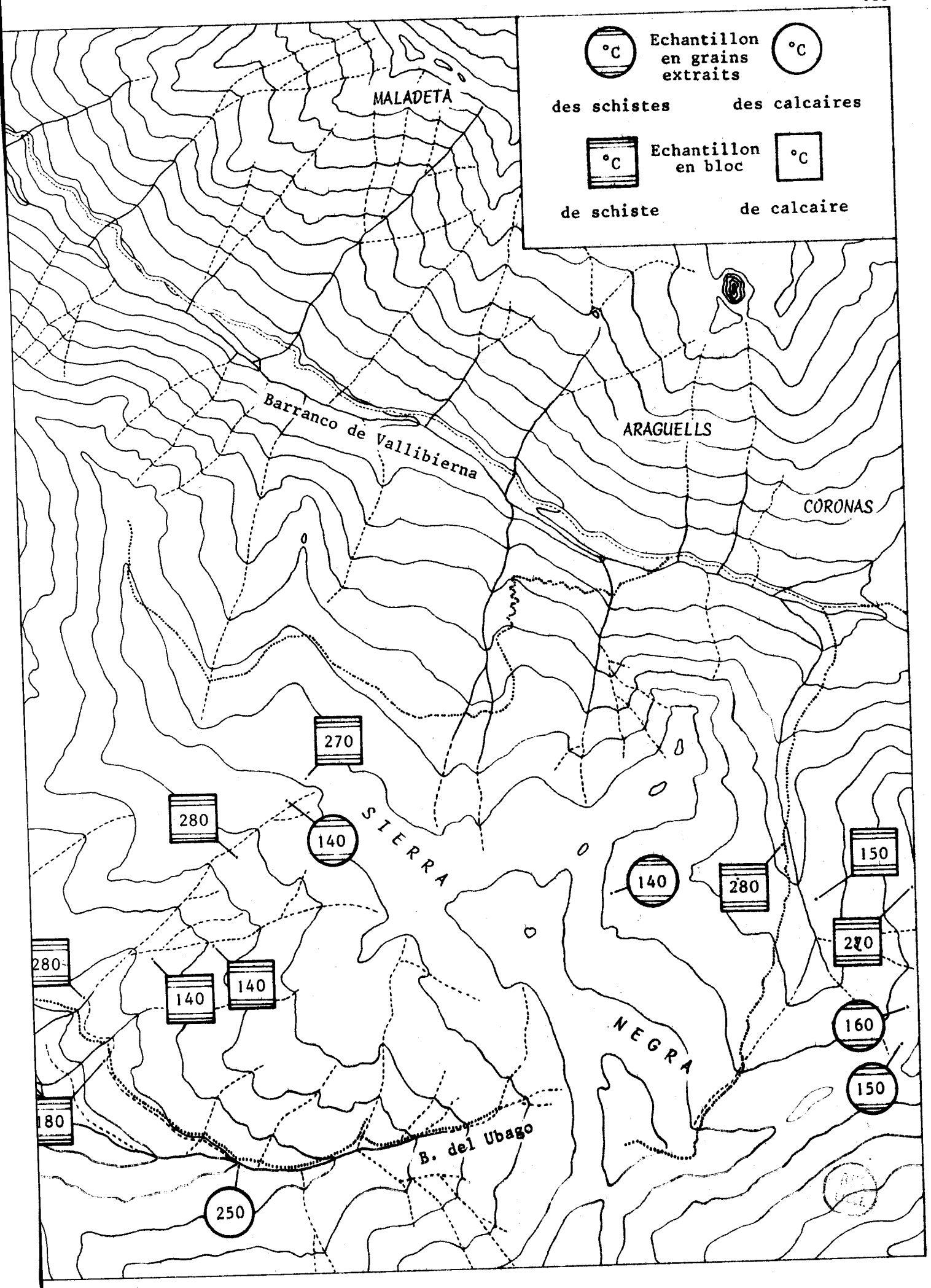


Fig.50.-REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES VALEURS DE LA TEMPERATURE.


°C
Echantillon en grains extraits
°C
des schistes
des calcaires
°C
Echantillon en bloc
°C
de schiste
de calcaire
MALADETA
Barranco de Vallibierna
ARAGUELLS
CORONAS
270
280
140
SIERRA
140
280
150
280
140
140
280
160
NEGRA
150
180
B. del Ubago
250

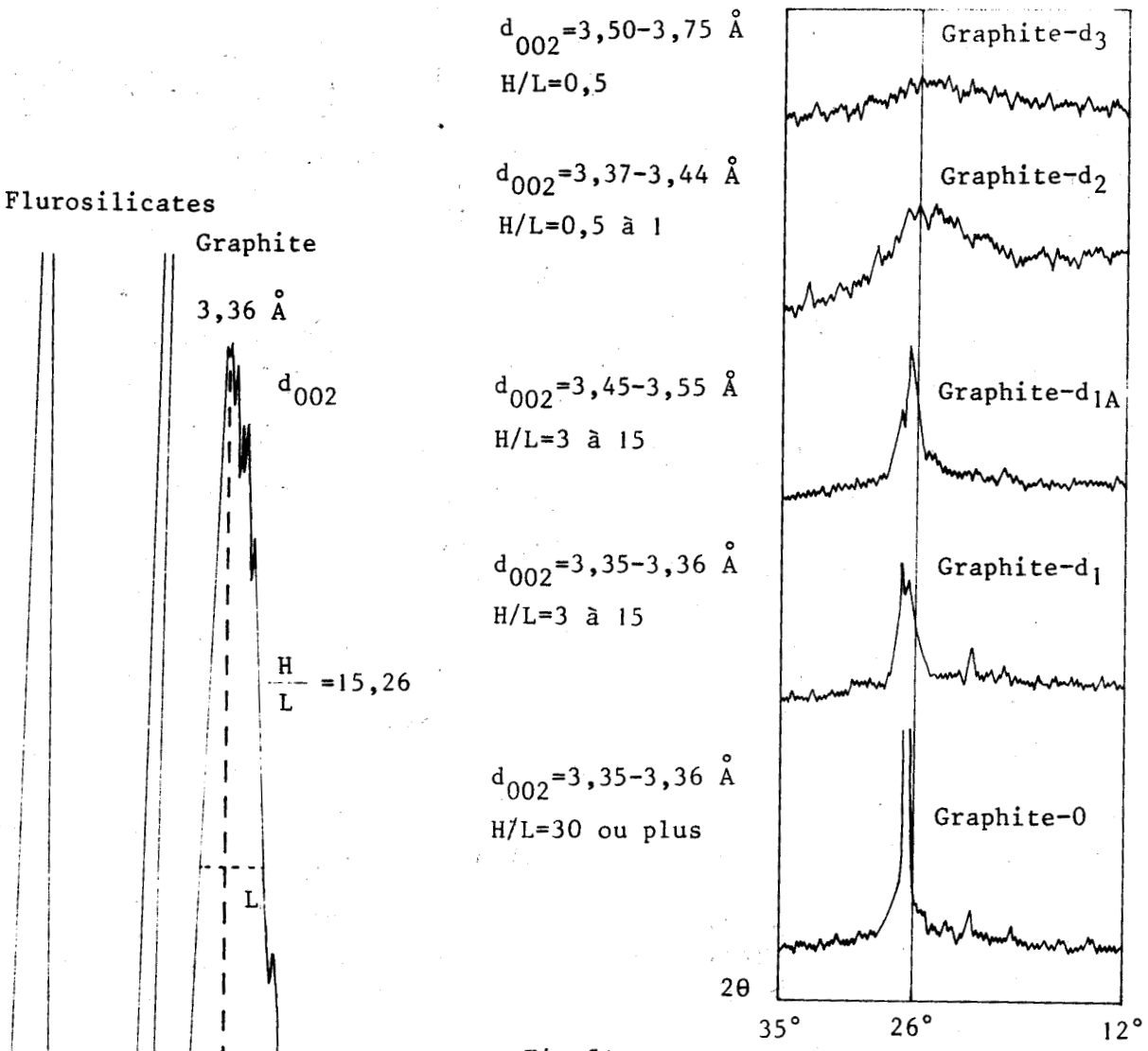


Fig.51.- DEGRE DE DESORDRE DE LA MATIERE ORGANIQUE (G.A.LANDIS,1971).

BUS LILLE

Fig.52.- DIFFRACTOGRAMME DE LA MATIERE ORGANIQUE DE L'ECHANTILLON A 400 (C.VINCHON,1977).

Les variations de température enregistrées par les grains de matière organique dispersée peut s'expliquer par l'éloignement relatif des intrusions granitiques, mais aussi par une mauvaise conduction du flux thermique lorsque celui-ci se propage perpendiculairement aux feuillets des schistes (E. MERIAUX,1969; M. TEICHMULLER & T. TEICHMULLER, 1968; H.J. KISCH, 1968). La conductibilité du flux thermique est plus élevé dans les calcaires que dans les schistes.

La différence du pouvoir réflecteur maximal des schistes et des calcaires s'explique également lors de la carbonification au moment du dépôt. En effet, la houillification biochimique est beaucoup plus importante dans un calcaire que dans un schiste. De plus, il faut certainement poser le problème de l'origine de la matière organique dispersée. En effet, selon l'origine animale ou végétale de la matière organique, l'évolution biochimique et géochimique est surement différente.

V - CONCLUSIONS

Il semble que les terrains siluriens renferment une seule grande famille de matière organique dispersée mais qui, suivant la proximité relative des massifs granitiques et suivant la composition lithologique des sédiments dans lesquels elle se trouve emprisonnée, peut présenter plusieurs types de grains discernables par leur pouvoir réflecteur.

L'évolution de la matière organique est dès son dépôt différente dans les schistes et dans les calcaires. Elle serait plus rapide dans les roches carbonatées. Cependant, cette observation n'explique pas à elle seule la très grande différence entre les valeurs du pouvoir réflecteur maximal enregistrée.

Le métamorphisme a joué également un rôle prépondérant dans la carbonification de la matière organique. La propagation du flux thermique, faible dans les schistes, est nettement plus importante dans les calcaires.

CHAPITRE QUATRIEME

ETUDE DES ROCHES ERUPTIVES

Sommaire:

I - LES MASSIFS INTRUSIFS
I-1. - Généralités
I-2. - Description des roches

II - LES ROCHES FILONNIENNES
II-1. - Généralités
II-2. - Description minéralogique des roches filonniennes

III - CONCLUSIONS

L'ensemble des monts de la Sierra Negra, constituée par une épaisse formation schisteuse noire, est parcouru par un chevelu dense de filons de roches éruptives. Ces roches ont été étudiées en détail par J.M. CHARLET (1970).

I - LES MASSIFS INTRUSIFS

I-1. Généralités

Peu nombreux, ces massifs intrusifs sont situés sur le versant septentrional de la Sierra Negra, dans le fond de la vallée du torrent de Estiba Freda. Ils affleurent sur quelques centaines de m^2 et forment des chicots, au sein des schistes noirs à andalousite (fig.53).

I-2. Description des roches

Ce sont des diorites et des granodiorites à grains moyens, à biotite et amphibole qui peuvent présenter des aspects variés :

- de microgranite aphanitique , pyriteux

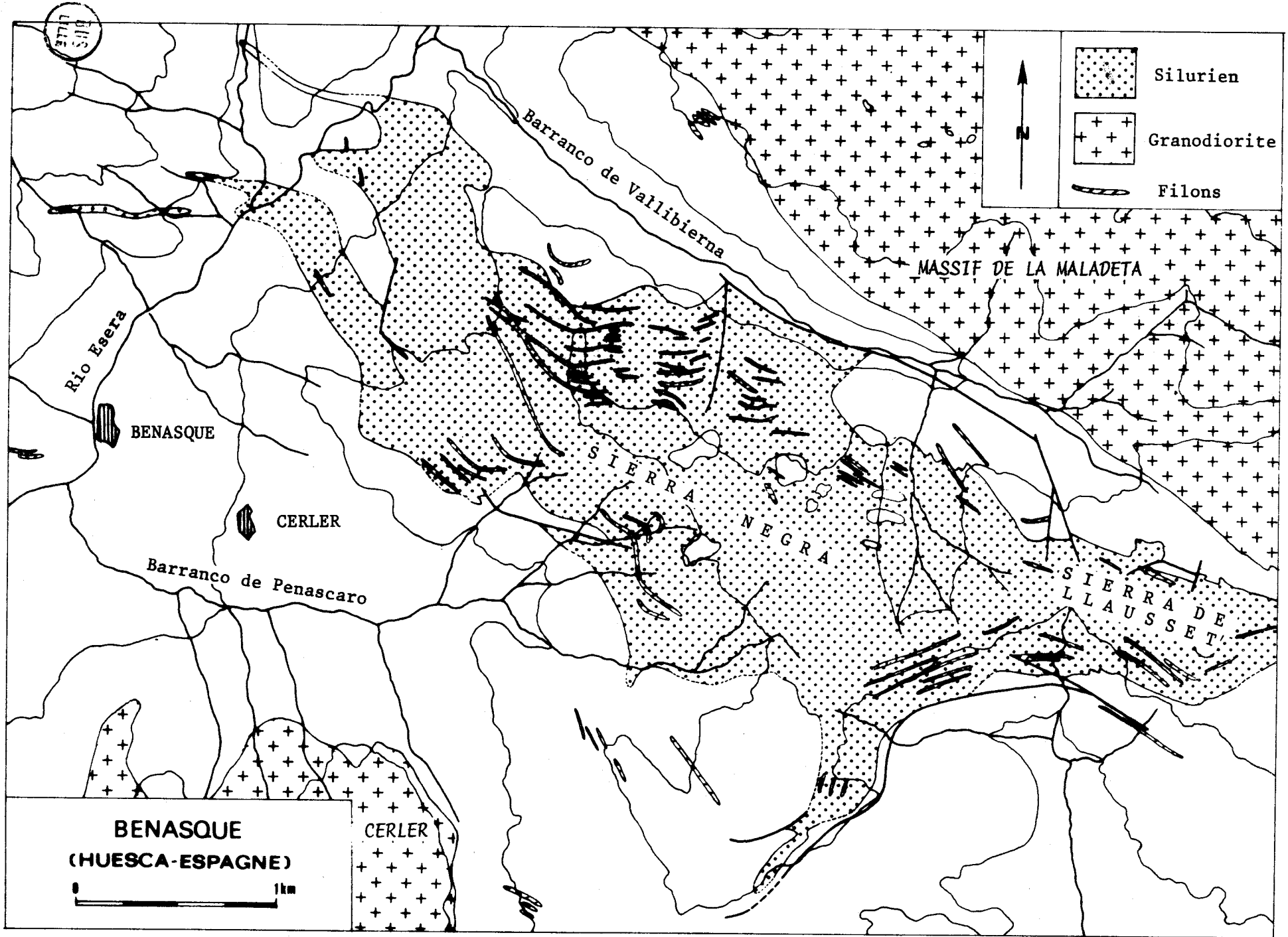


Fig.53.- REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES AFFLEUREMENTS DES ROCHES ERUPTIVES.

- de microgranite à quartz automorphe millimétrique
- de granite à grains fins, à biotite et plages calcitiques
- de granite à grains fins, à mica blanc
- de granite à grandes lamelles de biotite et à quartz automorphe
- de diorite riche en hornblende brune.

II - LES ROCHES FILONNIENNES

II-1. Généralités

Les roches filonniennes sont rencontrées sur l'ensemble des monts de la Sierra Negra et plus particulièrement, en un réseau très dense près du massif granitique de la Maladeta, sur le versant septentrional de la Sierra Negra. Ces filons sont nettement repérables dans le paysage grâce à leur dureté et surtout à leur patine claire qui tranche sur la teinte sombre des schists noirs.

II-2. Description minéralogique des roches filonniennes

Ce sont des microgranites aphanitiques dont la pâte est parfois piquée de petites taches chloriteuses ou de cristaux de quartz.

Ils renferment en grande quantité des cristaux cubiques de pyrite.

De grandes paillettes de mica blanc sont parfois visibles à l'oeil nu dans ces microgranites.

Des filons d'aplite blanchâtre sont également reconnus dans la série schisteuse.

Microscopiquement, on observe dans les microgranites aphanitique, du quartz, des plagioclases, de la chlorite, muscovite, épidote, calcite, apatite et rutile.

III - CONCLUSIONS

Les massifs intrusifs du versant Nord de la Sierra Negra sont

contemporains de la mise en place de la granodiorite de la Maladeta et du Pic Cerler.

Par contre, les filons de microgranite, d'origine certainement magmatique, se sont mis en place ultérieurement.

CHAPITRE CINQUIEME

ETUDE DES ROCHES METAMORPHIQUES

Sommaire:

I - LES SCHISTES
I-1. La cornéenne à andalousite
I-2. Les schistes à andalousite

II - LES CALCAIRES METAMORPHIQUES
II-1. Les calcaires à dipyre
II-2. Les calcaires à actinote

III - CONCLUSIONS

Les roches métamorphiques sont localisées au Nord de la Sierra Negra, au contact du massif granitique de la Maladeta et des filons de microgranite.

I - LES SCHISTES (pl. 3)

I-1. La cornéenne à andalousite

Le faciès "cornéenne" est peu répandu. Il se rencontre dans la vallée du Torrent de Gorgutes, au Nord du plan de l'Hopital, et dans la haute vallée de la Noguera Ribagorzana.

A l'affleurement, la roche est noire, massive et très diaclasée. Les cristaux d'andalousite sont très abondants et leurs sections transversales atteignent généralement 0,5 cm2.

Au microscope, la cornéenne à andalousite présente une structure granoblastique à phénoblastes d'andalousite poecilitique à gouttelettes de quartz, dans une matrice constituée de quartz, biotite, muscovite

et magnetite. Des observations au microscope métallographique ont révélé la présence de galène associée à de la pyrite.

La schistosité de la cornéenne est très fruste.

I-2. Les schistes à andalousite

Le faciès "schiste à andalousite" est très étendu dans l'ensemble de la Sierra Negra. Il se présente sous des formes très variées :

Des schistes à andalousite en voix de cristallisation jusqu'aux schistes présentant de grands cristaux d'andalousite dont la section carrée atteint parfois 0,5 cm2. Les cristaux d'andalousite présentent des inclusions de matière charboneuse disposée en croix, caractéristiques de la variété "chiastolite".

Les schistes à andalousite renferment également de la biotite, muscovite, quartz et des minéraux phylliteux dont l'étude aux rayons X a révélé la présence d'illite, de chlorite et de séricite. De petits grains de matière organique dispersée, au pouvoir réflecteur élevé, souligne la schistosité toujours présente dans ces roches. Quelques échantillons de schistes à andalousite renferment de petits cristaux de chloritoïde plus ou moins bien formés. Des traces de schistosité subsistent au sein des cristaux d'andalousite, soulignées par la disposition du quartz et de la séricite.

II - LES CALCAIRES METAMORPHIQUES

Presque la totalité des calcaires du Silurien présente une recristallisation secondaire de la calcite. Cependant, au contact du massif granitique de la Maladeta, des minéraux typiques du métamorphisme apparaissent dans les roches carbonatées. Malheureusement, je n'ai pas rencontré de calcaires siluriens au contact du granite de la Maladeta. Je n'ai donc étudié que quelques roches carbonatées du Dévonien en bordure des monts de la Sierra Negra.

II-1. Les calcaires à dipyre

Ce sont des roches peu abondantes dans le secteur étudié. Ces calcaires affleurent au Nord de la Sierra Negra, dans la vallée du Torrent del Muidor.

Le dipyre se développe en prisme quadratique dans les calcaires métamorphiques du Dévonien inférieur. C'est un uniaxe négatif. La valeur de l'indice Ng est voisin de 1,57.

II-2. Les calcaires à actinote

Les calcaires à actinote sont observés dans le secteur étudié dans la vallée du Rio Esera, au pied du barrage du plan de Senarta.

L'actinote se développe en cristaux aciculaires, perpendiculairement aux épontes, dans des fissures ou des joints de tension. Elle apparaît dans l' "épidote hornfels faciès".

III - CONCLUSIONS

L'étude du pouvoir réflecteur de la matière organique a permis de différencier deux types de grains de matière organique au pouvoir réflecteur différent. La famille de grains à la réflectance élevée a été extraite de schistes renfermant des cristaux d'andalousite. Au contact du massif granitique de la Maladeta et des filons de microgranite, la température déduite du pouvoir réflecteur varie entre 275 et 300°C.

L'étude de la cristallinité de l'illite, présente dans tous les échantillons de schistes, avait placé l'ensemble de la Sierra Negra dans le métamorphisme epizonal. Il semble donc que les minéraux argileux ont évolués plus rapidement que la matière organique. Cependant, la présence de l'andalousite et de grains de matière organique dispersée à forte réflectance permet de conclure à un métamorphisme important au contact du massif granitique de la Maladeta et des filons de microgranite.

TROISIEME PARTIE

ETUDE TECTONIQUE

et

ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE

CHAPITRE PREMIER

ETUDE TECTONIQUE

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE

CHAPITRE PREMIER

ETUDE TECTONIQUE

Sommaire :

I - LE CONTEXTE STRUCTURAL DE LA REGION ETUDIEE

II - LES DIFFERENTES STRUCTURES OBSERVEES

II-1. Le synclinal de Vallibierne

II-2. L'anticlinal de Espax

II-3. Le synclinal de Castanesa

II-4. L'anticlinal du flanc sud du Pic Castanesa

III - LES FAILLES

IV - LA MICROTECTONIQUE

V - LE ROLE TECTONIQUE DU SILURIEN

VI - CONCLUSIONS

I - LE CONTEXTE STRUCTURAL DE LA REGION ETUDIEE

La totalité des terrains siluriens étudiés fait partie de l'unité structurale de la Sierra Negra définie par P.H.W. MEY (1967) (fig. 54). Cette unité est située au Sud du massif granitique de la Maladeta. Elle est limitée au Sud par la faille de Cerler reliée à l'Est par la faille de Bordas qui la sépare de l'unité de Baliera.

L'unité de la Sierra Negra est caractérisée par des plis isoclinaux, orientés sensiblement E-W, à pendage vers le Nord, dans lesquels s'est développée une importante schistosité de plan axial.

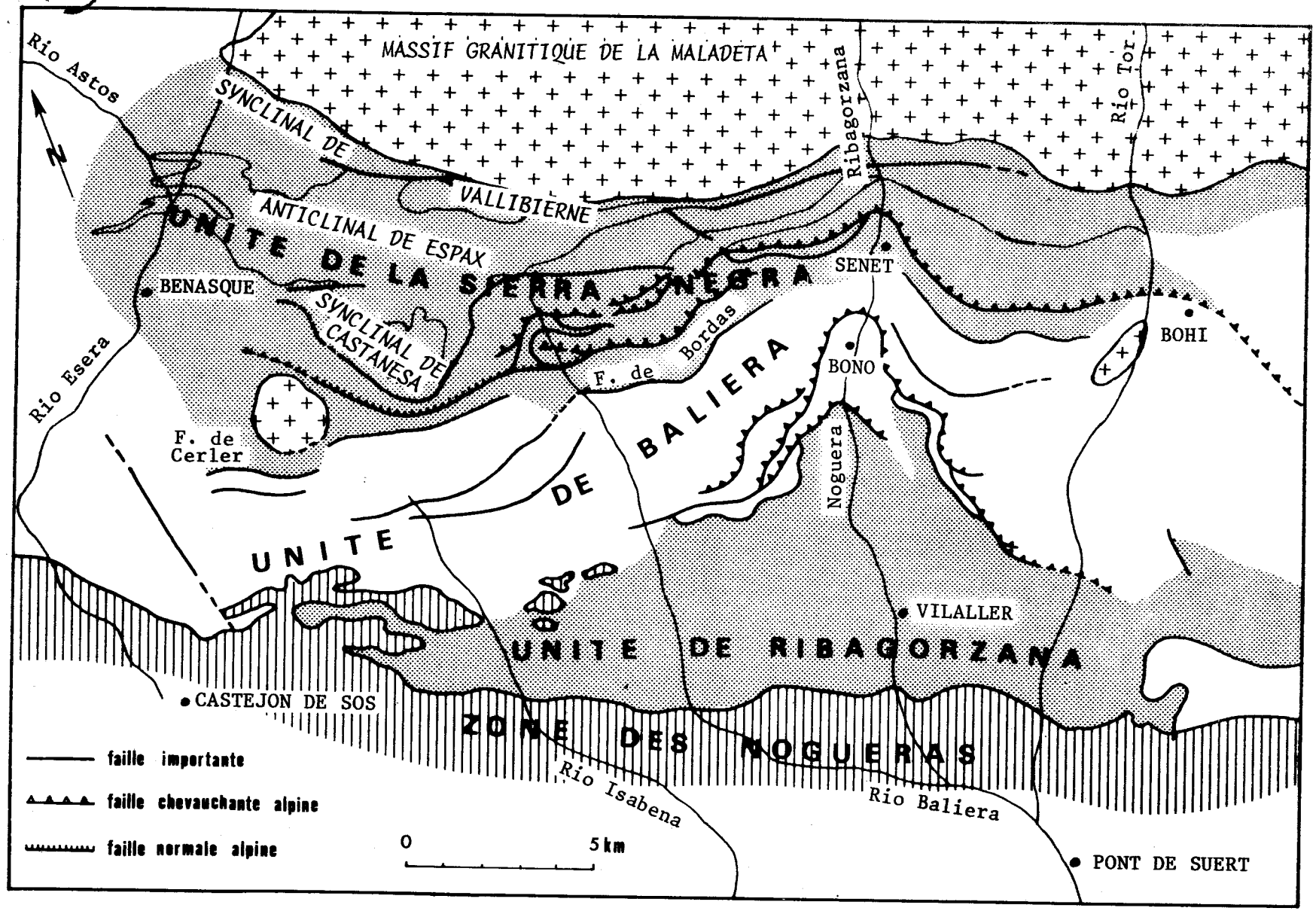
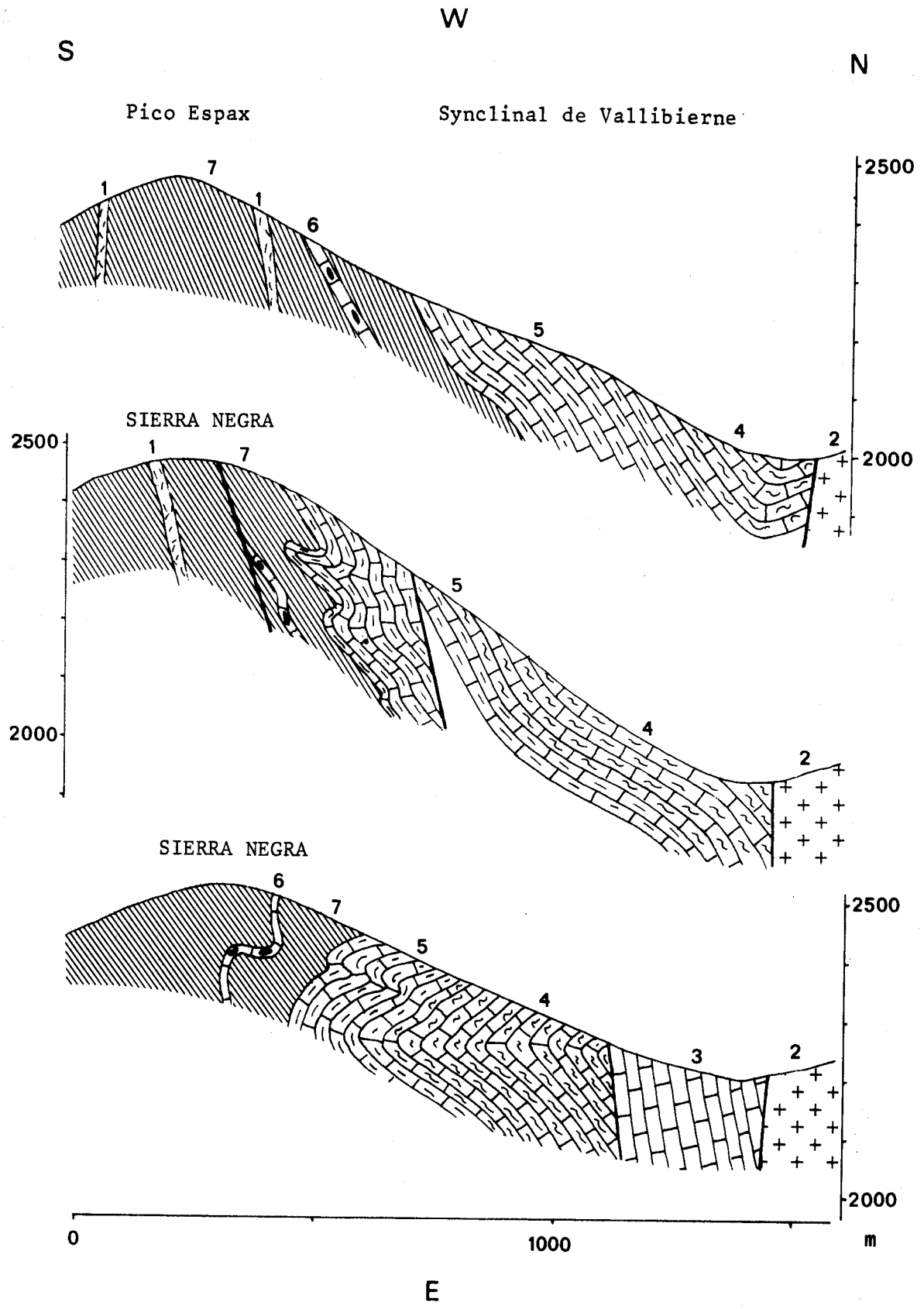


Fig.54.- SCHEMA STRUCTURAL DE LA REGION ETUDIEE(P.H.W.MEY,1967).



1.-Microgranite; 2.-Granodiorite; 3.-Calcaires du Dévonien supérieur;
4.-Calcaires du Dévonien moyen; 5.-Calcschistes du Dévonien inférieur;
6.-Calcaires noirs à Orthocères; 7.-Schistes noirs du Silurien.

BUS LILLE

Fig.55.- COUPES SERIEES DU SYNCLINAL DE VALLIBIERNE.

Dans l'unité de la Sierra Negra, de nombreuses structures anticlinales et synclinales, séparées par des failles, ont été détruites. P.H.W. MEY distingue du Nord vers le Sud :

- le massif granitique de la Maladetta
- le synclinal de Vallibierne
- l'anticlinal de Espax
- le synclinal de Castanesa
- la structure sud de bordure.

II - LES DIFFERENTES STRUCTURES OBSERVEES

II-1. Le synclinal de Vallibierne (fig.55)

Le synclinal de Vallibierne s'étend au SW du massif de la Maladeta, entre le torrente de Royera et le Pico Blanca de Vallibierna. Le flanc septentrional de ce synclinal est occupé par l'intrusion granodioritique de la Maladeta. Les terrains les plus récents connus sont ceux du Dévonien moyen.

II-2. L'anticlinal de Espax (fig.56)

L'étude stratigraphique détaillée des terrains siluriens dans la vallée du Rio Esera a permis de préciser les structures à l'extrémité occidentale de l'anticlinal de Espax. J'ai distingué du Nord au Sud :

- le repli anticlinal du pic de Espax
- le repli anticlinal du Bosquet
- le repli anticlinal du pont San Jaime
- le repli anticlinal du Barranco de Roviella.

C'est grâce à une faille d'effondrement située à l'extrémité de la Sierra Negra que cette structure complexe a pû être définie. Sur les monts de la Sierra Negra, quelques affleurements de terrains dévoniens permettent de suivre les structures synclinales.

II-3. Le synclinal de Castanesa

Il est constitué de terrains du Dévonien inférieur et moyen et occupe le sommet de la Sierra del Cubilar, au Sud de l'anticlinal de Espax.

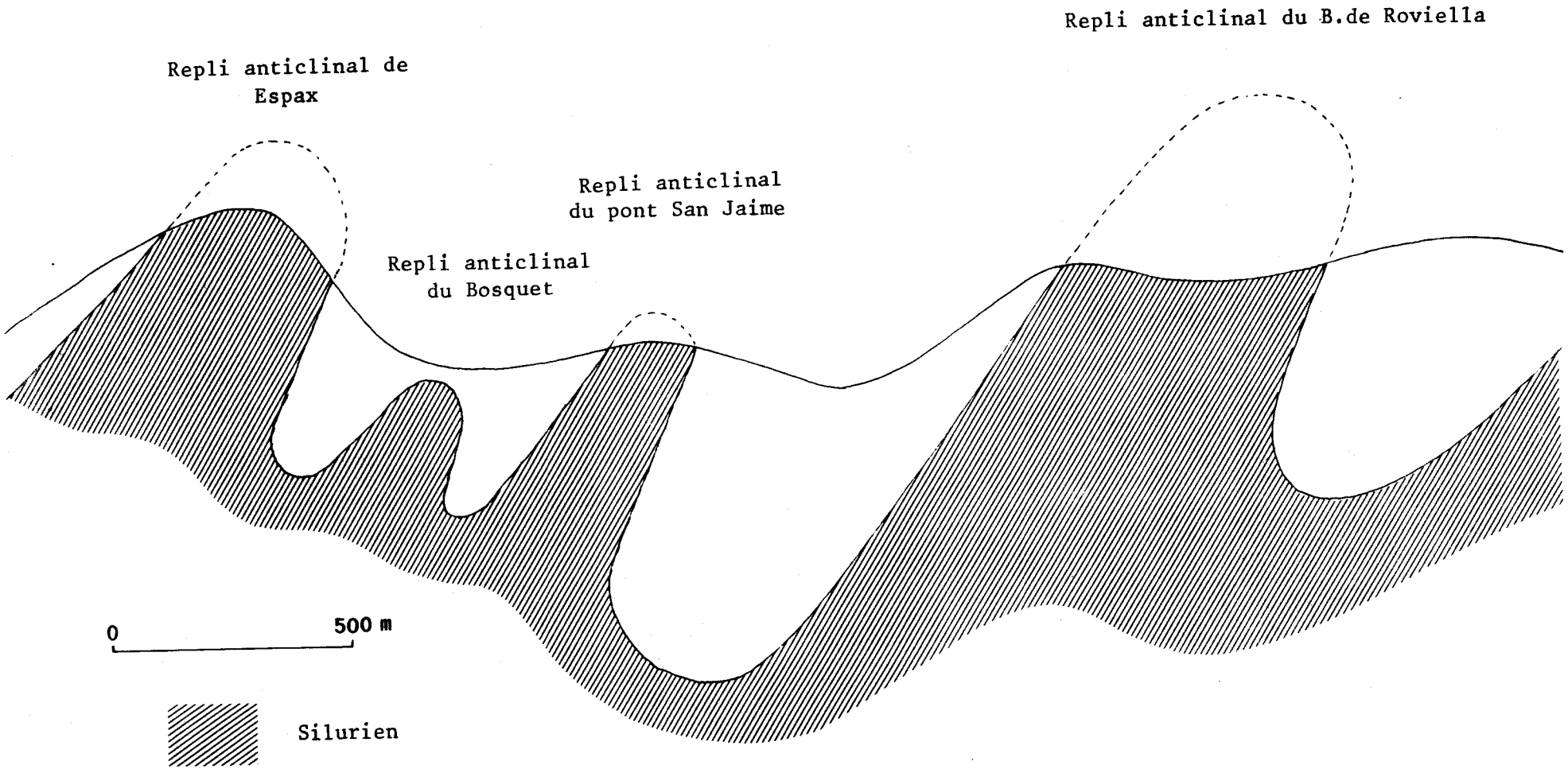


Fig.56.-COUPE SCHEMATIQUE DE L'ANTICLINAL DE ESPAX.

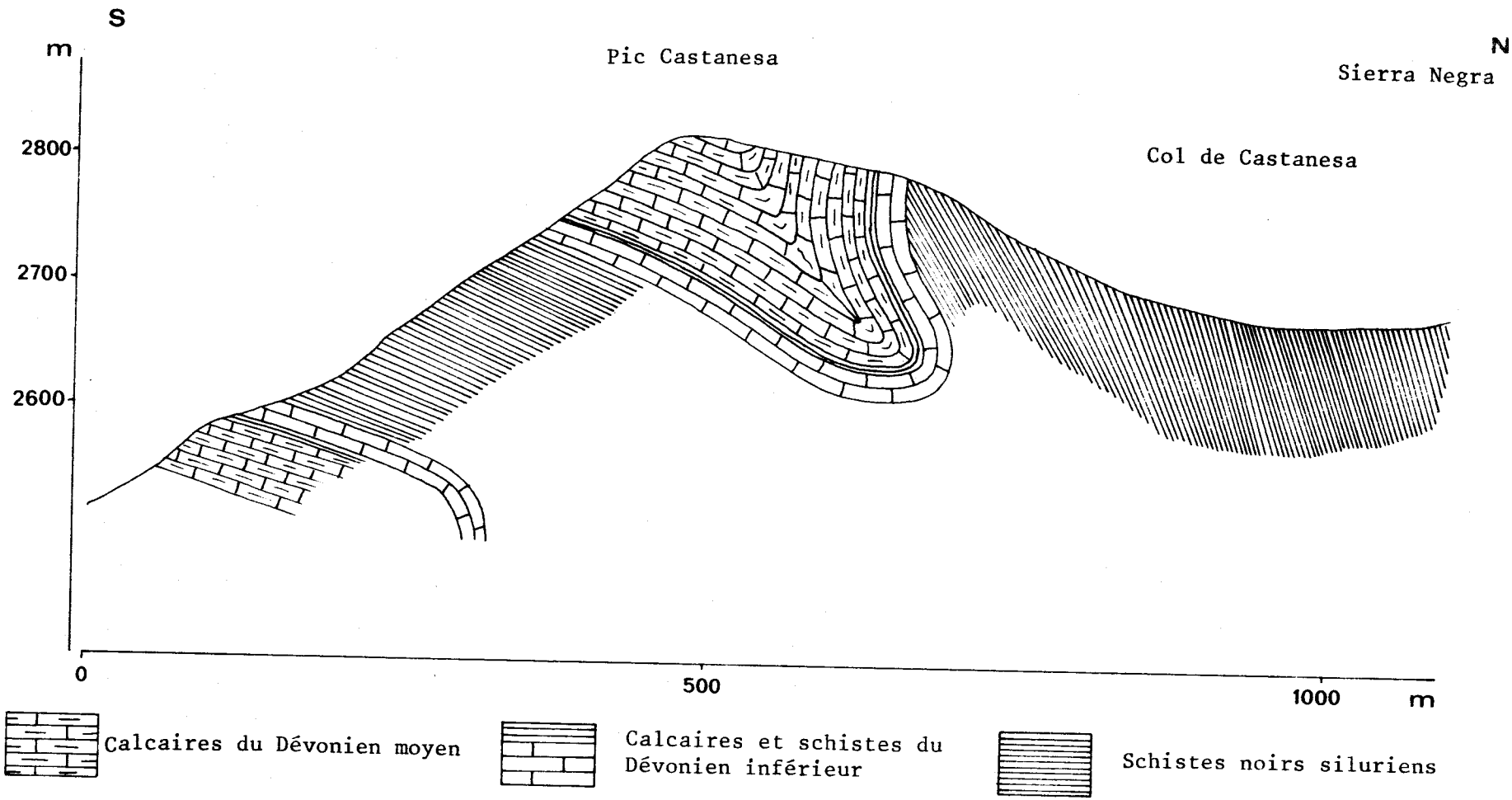


Fig.57.- COUPE DU VERSANT SUD DU PIC CASTANESA.

II-4. L'anticlinal du versant sud du Pic Castanesa (fig.57)

C'est un anticlinal couché où les terrains siluriens affleurent au centre de terrains du Dévonien inférieur.

Latéralement, l'anticlinal du versant sud du Pic Castanesa est limité par la faille de Castanesa.

III - LES FAILLES

Deux grandes familles de failles subverticales sont représentées.

Les failles de la première famille ont pour orientation N 110°. Elles ont sensiblement la même orientation que celle des structures précédemment reconnues. Elles sont particulièrement fréquentes dans le synclinal de Vallibierne et l'anticlinal de Espax.

Les failles de la seconde famille sont plutôt orientées N-S. Ce sont des failles d'effondrement qui recoupent l'ensemble des structures.

IV - LA MICROTECTONIQUE

L'étude de la microtectonique n'a pas été abordée dans ce travail. Celle-ci sera faite dans un prochain travail.

Les microdéformations sont très importantes dans les terrains siluriens. J'ai observé :

- une schistosité de plan axial
- des crénulations
- une déformation des cristaux d'andalousite
- une rotation des cristaux de pyrite
- une lamination des schistes.

V - LE ROLE TECTONIQUE DU SILURIEN

Les terrains siluriens représentés essentiellement par des schistes, roches incompétentes, sont comprimés entre des calcaires et des quartzites du Dévonien et du Cambro-Ordovicien qui sont des roches compétentes lors de la tectogenèse.

Il résulte donc un étirement des couches schisteuses sur les flancs des

plis et une accumulation désordonnée au niveau des charnières des plis.

Des exemples de bourrage et d'étirement sont souvent observés . Les calcaires situés à la partie supérieure de ces schistes sont étirés ; des figures de mobilité de flux sont observées sur la tranche des bancs calcaires. De plus, il y a formation de lentilles calcaires très étirées qui peuvent migrer plus ou moins dans la partie supérieure de la série schisteuse.

L'étirement maximal des schistes siluriens conduit à la formation de contacts anormaux entre le Cambro-Ordovicien et le Dévonien.

VI - CONCLUSIONS

La structure générale des monts de la Sierra Negra est un vaste anticlinorium constitué de nombreux plis isoclinaux orienté N 120° et à pendage N, affectés par une schistosité de plan axial.

Le comportement capricieux des terrains siluriens explique les grandes accumulations désordonnées de la Sierra Negra et la faible épaisseur des schistes sur les flancs.

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE

Sommaire :

I - ASPECT MORPHOLOGIQUE DES TERRAINS SILURIENS

II - EVOLUTION MORPHOLOGIQUE

II-1. Le fauchage des têtes de couches

II-2. La formation de coupes de glissement

I - ASPECT MORPHOLOGIQUE DES TERRAINS SILURIENS

Généralement les terrains siluriens, compris entre les quartzites et schistes indurés du Cambro-Ordovicien et des calcaires du Dévonien, apparaissent au centre de dépressions dans le paysage. Cependant, la forte densité des filons de microgranite dans la Sierra Negra forme une ossature résistante à l'érosion. Il faut toutefois remarquer les reliefs des terrains siluriens qui sont généralement mous, aux formes arrondies.

II - EVOLUTION MORPHOLOGIQUE

II-1. Le fauchage des têtes de couches

En parcourant les monts de la Sierra Negra, il faut remarquer que la direction de la schistosité est généralement perpendiculaire à la ligne de plus grande pente des différents monts. Ceci s'explique par le fauchage, sous l'action de la pesanteur et d'agents d'érosion en particulier l'eau, des têtes des couches très schisteuses.

De plus, l'ensemble des terrains siluriens sur les monts de la Sierra

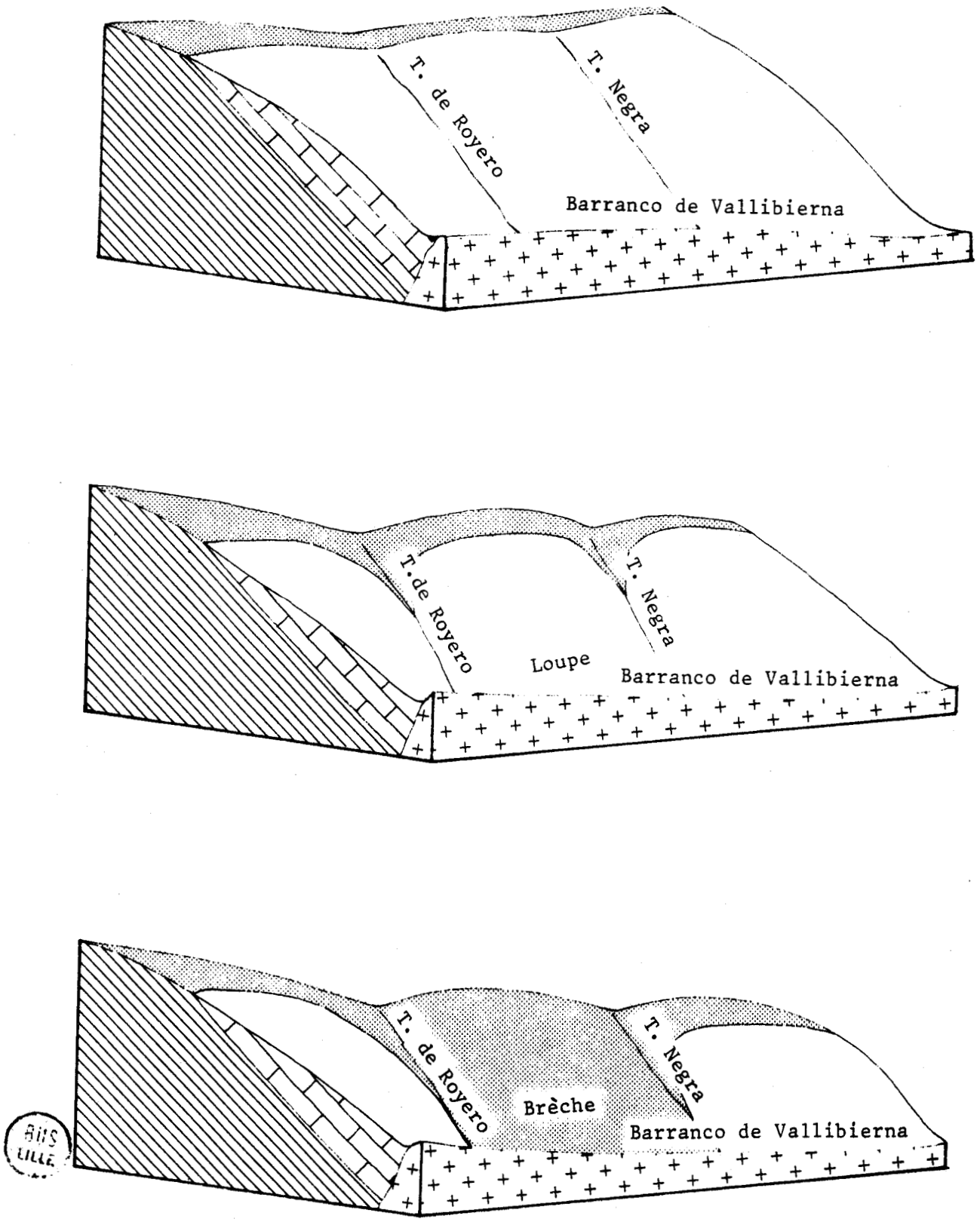


Fig.58.-EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE SUR LE VERSANT SEPTENTRIONAL DE LA SIERRA NEGRA.

Negra semble n'être qu'un amas d'éboulis. Pour observer la roche en place, il faut se contenter des affleurements au niveau des roches filoniennes et des fonds de talweg.

II-2. La formation de loupes de glissement

Un exemple de loupe de glissement nous est fourni dans la vallée du Rio Vallibierna. Entre le talweg descendant du pic Royero et le torrent de Royero, s'étend une brèche à éléments anguleux de schistes cimentés par des oxydes de fer. A la base de cette formation, se localise un niveau de sources ferrugineuses.

Le bloc diagramme (fig.58) nous montre les principales étapes de la formation de cette loupe de glissement.

Dans un premier stade, les eaux de ruissellement des torrents de Royero et Negra ravinent les couches calcaires du Dévonien inférieur.

Dans un deuxième stade, des eaux atmosphériques s'infiltrent dans les schistes siluriens, sous les calcaires dévoniens. Ces eaux infiltrées forment un niveau de décollement préférentiel des schistes.

Sous l'action de la pesanteur, les niveaux calcaires glissent lentement vers la vallée du Rio Vallibierna en broyant plus ou moins les schistes sous-jacents.

Au stade actuel, au niveau de la loupe de glissement, ne subsiste qu'une brèche de schiste dépourvue de couverture dévonienne, couverture que l'on peut suivre de la vallée du Rio Esera au Pico Blanca de Vallibierna.

QUATRIEME PARTIE

ETUDE PALEONTOLOGIQUE

CHAPITRE PREMIER

ETUDE DES CONODONTES

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE DES GRAPTOLITES

CHAPITRE PREMIER

ETUDE DES CONODONTES

Sommaire:

I - GENERALITES

II - TECHNIQUES D'EXTRACTION DES CONODONTES

II-1. Rappel sur les différentes techniques utilisées

II-2. Techniques d'extraction adaptée aux faciès siluro-dévoniens du secteur étudié

II-2.1. Attaque de l'échantillon

II-2.2. La récolte des Conodontes

II-2.3. Conclusions

III - INVENTAIRE DES GISEMENTS A CONODONTES DE LA SIERRA NEGRA

IV - ETUDE SYSTEMATIQUE DES CONODONTES RENCONTRES

V - REPARTITION BIOSTRATIGRAPHIQUE DES CONODONTES ETUDIES

I - GENERALITES

Les Conodontes sont des organes de métazoaires marins mal connus et qui sont rencontrés dans les sédiments d'âge paléozoïque et triasique. Des Conodontes ont cependant été signalés dans le Crétacé du Cameroun (K. DIEBEL, 1956) et le Jurassique supérieur du Japon (S. NOHDA & T. SETOGUCHI, 1967), mais ces découvertes ne furent pas confirmées (L.C. MOSHER, 1967; K.J. MULLER & L.C. MOSHER, 1971). L'apogée de ce groupe se situe au Dévonien supérieur.

M. LINDSTROM (1964), dans son ouvrage intitulé "Conodonts" a dressé un historique sur l'étude des Conodontes. Nous rappellerons ici un bref historique qui permettra de connaître l'évolution de ces études en France et principalement dans les Pyrénées.

Les premières descriptions de Conodontes reviennent à C.M. PANDER (1856) qui publia une monographie sur ces organes, les assimilant à des dents de poissons en raison de leur analogie morphologique.

Dès 1879, G.J. HINDE émettait l'hypothèse selon laquelle des espèces différentes de Conodontes pouvaient appartenir à un seul animal. Cette hypothèse fut reprise par M. SCHMIDT (1934) en Allemange et H.W. SCOTT (1934) aux Etats-Unis qui découvrirent les premiers assemblables naturels. La découverte de nombreux assemblages permirent à F.M.T. RHODES (1954) d'établir une classification des différents types d'assemblages.

Les natures chimiques et minéralogiques furent étudiées par J.P. ELLISON (1944) qui révéla la composition en cristaux microscopiques de phosphate de calcium du groupe des apatites. Ces découvertes ne permirent pas cependant de préciser les fonctions exactes des Conodontes.

A partir de 1950, la mise au point de nouvelles techniques dans l'extraction des microfossiles à partir de roches calcaires donna un nouvel essor à l'étude des Conodontes.

En France, l'étude des Conodontes débuta avec les travaux de M. LYS & B. SERRE (1957) qui étudièrent des Conodontes provenant d'un sondage saharien. Grâce à l'établissement de tableaux biostratigraphiques, les Conodontes deviennent rapidement l'un des principaux outils de la biostratigraphie du Paléozoïque et du Trias. Ainsi, de nombreux auteurs ont recherché les Conodontes en divers points de la chaîne pyrénéenne :

- Massif du Mouthoumet (M.L. REMARCK-PETITOT, 1960; W. ZIEGLER, 1959; J. LEFEVRE, 1964),

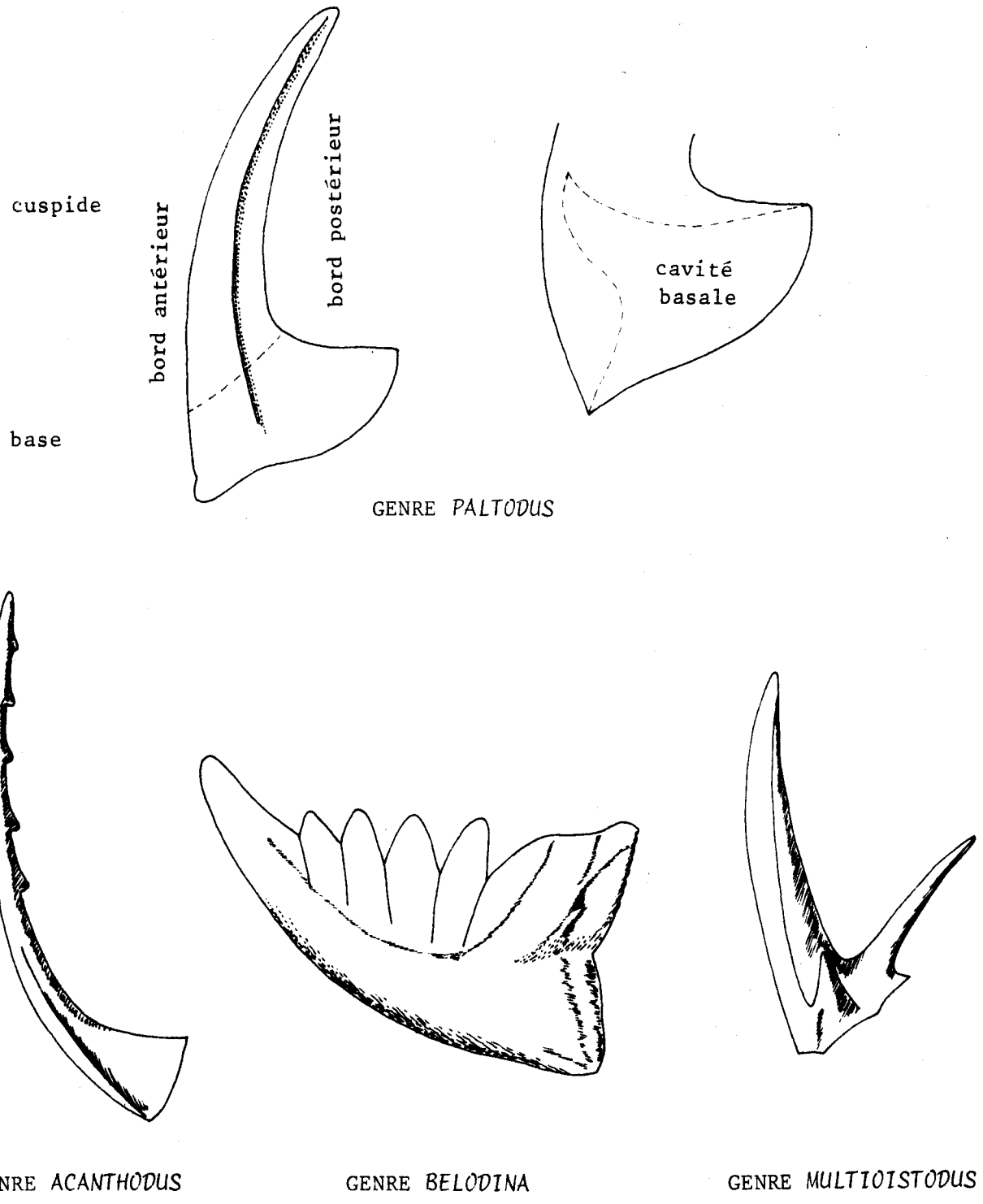
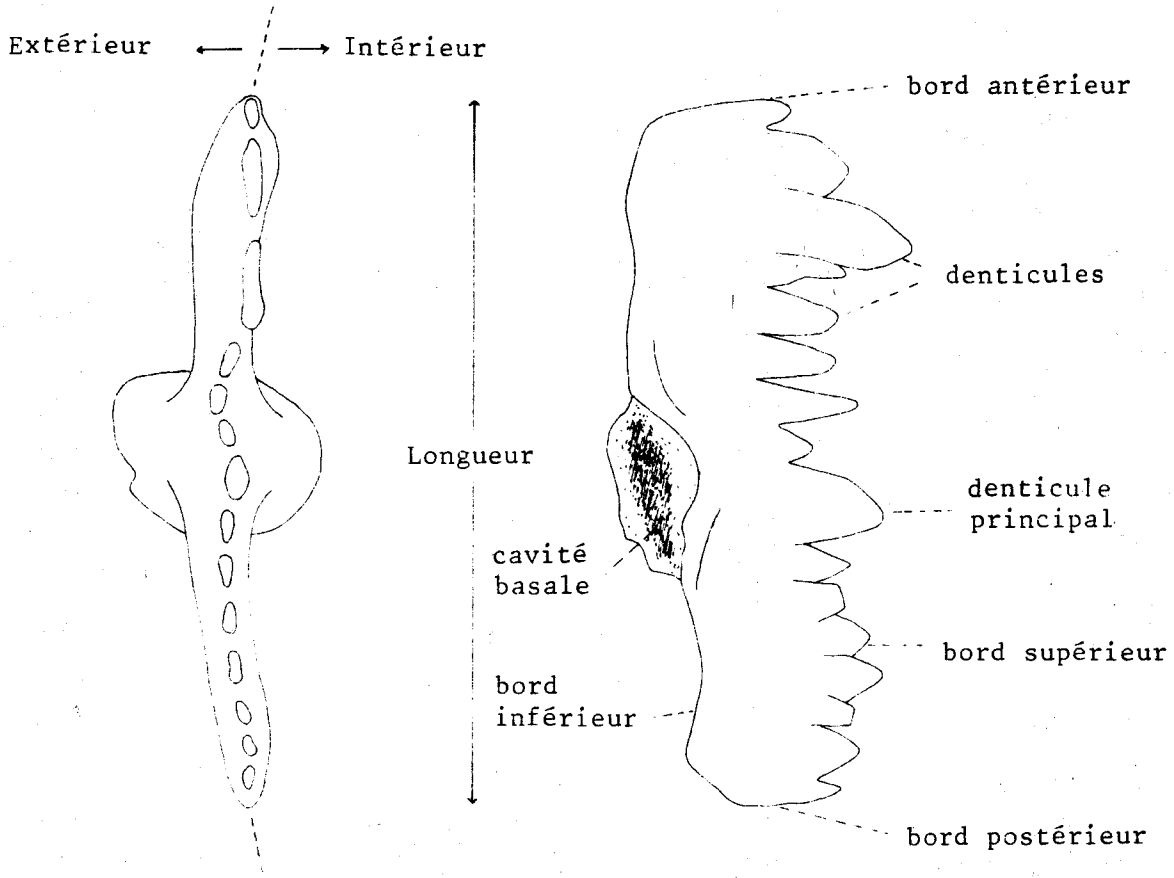
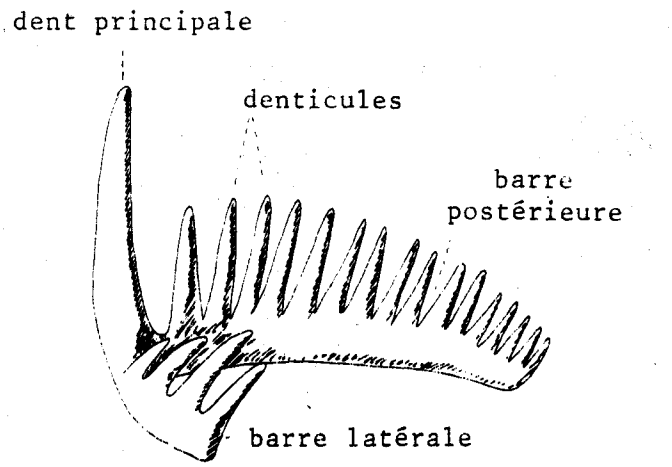


Fig.59.- MORPHOLOGIE DES CONODONTES SIMPLES(M.LINDSTROM,1964).

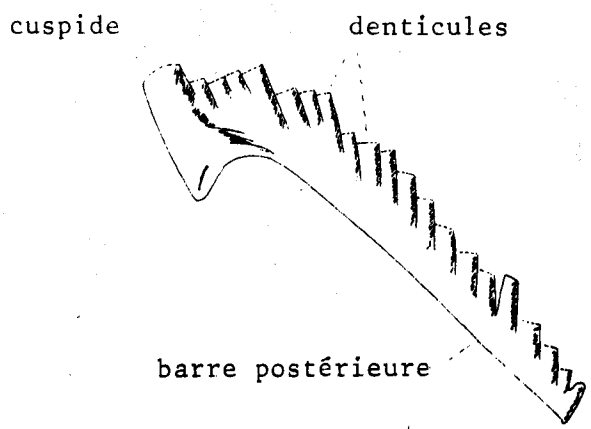
BIUS LILLE



GENRE *SPATHOGNATHODUS*



GENRE *LIGONODINA*



GENRE *NEOPRIONIODUS*

Fig.60.- MORPHOLOGIE DES CONODONTES A LAMES.

BIUS LILLE

face orale

face aborale

antérieur

coté intérieur

coté extérieur

rangée latérale

rangée médiane

cavité aborale

éperon

partie élargie de la cavité basale

postérieur

GENRE *ICRIODUS*

face orale

face aborale

noeud central

carène

carène secondaire

quille

cavité basale

plateforme externe

plateforme interne

quille secondaire

lame

lignes concentriques

GENRE *PALMATOLEPIS*

BIUS LILLE

Fig.61.- MORPHOLOGIE DES CONODONTES A PLATEFORME.

- Massif du Saint Barthélémy (A. MANGIN, 1967)
- Pla de Lasset (D. STOPPEL & S. KRYLATOV, 1968),
- Massif de l'Arize (G. BARROUQUERE, 1968),
- Région d'Arreau (R. CUBAYNES, 1970),
- Région de la haute vallée d'Ossau (P.F. PERRET, 1973),
- Région de Gavarnie (J.JOSEPH,1973),
- Gave de Brousset, Gave d'Aspe (R. MIROUSE, 1962),
- Pays basque (K.KLARR, 1971; C. HEDDEBAUT, 1973),
- Pyrénées centrales (S. KRYLAVOV & D. STOPPEL, 1971; C. BOUQUET & D. STOPPEL, 1975),
- Pyrénées Andorranes (J.J.A. HARTEVELT, 1970).

II - TECHNIQUES D'EXTRACTION DES CONODONTES

Jusqu'en 1950, les Conodontes furent observés à la surface de fragments de schistes ou de roches carbonatées. Les descriptions étaient souvent incomplètes parce que les organes n'étaient pas représentés dans les trois directions de l'espace.

Depuis 1950, grâce à l'emploi de nouvelles techniques d'extractions, les observations sont faites sur des individus dégagés de leur gangue carbonatée ou schisteuse.

II -1. Rappel sur les différentes techniques utilisées (C. COLLINSON, 1963)

Selon la lithologie, différentes méthodes sont couramment employées:

- pour les calcaires, les meilleurs résultats sont obtenus en utilisant les acides acétique, monochloracétique et formique;
- pour les échantillons schisteux, on utilise des solvants comme le solvant "Stoddard" ou l'hypochlorite de sodium;
- pour les roches siliceuses, on employe l'acide fluorhydrique.

L'extraction des Conodontes contenus dans les roches calcaires comporte différentes opérations :

- le broyage de l'échantillon.

  L'échantillon est broyé grossièrement afin d'obtenir un granulat dont le diamètre des grains est voisin de 1 cm. Le broyat obtenu est placé sur une grille fixée à un support plastique.

- l'attaque de l'échantillon.

  La solution acide est réalisée par une dissolution à 15 % d'acide acétique. Le broyat est plongé dans l'acide acétique pendant une durée variable jusqu'à dissolution complète de l'échantillon.

- la récolte des Conodontes.

Le résidu de l'attaque est lavé sur une colonne de tamis dont les diamètres sont respectivement 0,250 mm, 0,160 mm et 0,100 mm. Le contenu de chaque tamis est récupéré sur papier filtre et séché à l'air.

Les Conodontes sont ensuite séparés par gravité dans une liqueur dense puis triés à la loupe binoculaire.

II -2. Technique d'extraction adaptée aux faciès siluro-dévoniens du secteur étudié.

Les échantillons sont des calcaires noirs, recristallisés et légèrement métamorphiques. Les tentatives d'extraction de Conodontes en utilisant la méthode exposée ci-dessous restèrent vaines. Des modifications de la technique d'extraction ont dû être apportées.

II-2.1. Attaque de l'échantillon

Dans un erlenmeyer rempli aux 3/4 d'une solution d'acide acétique dilué à 14 % obtenue en additionnant 1 volume d'acide acétique pur cristallisable à 6 volumes d'eau, l'échantillon de roche calcaire, est déposé sur le fond, sans broyage préalable.

De nombreux essais ont montré que la fréquence des individus fracturés était plus importante dans les échantillons concassés.

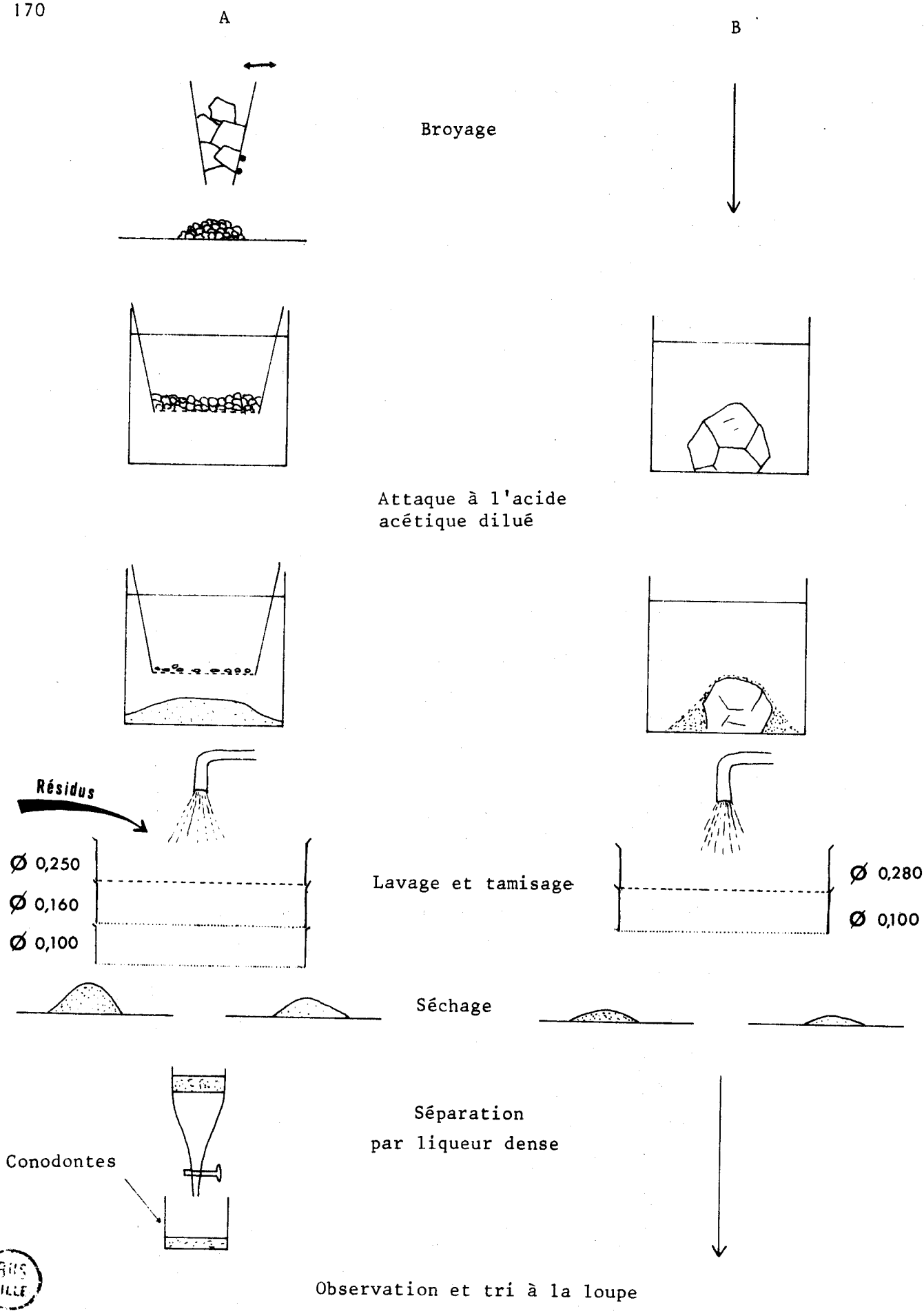
La durée de l'attaque ne dépasse pas 6 heures dans le cas d'échantillons légèrement métamorphiques. Des observations de fantomes de Conodontes ont montré la vulnérabilité des Conodontes sous l'action des acides faibles

Toutes les 6 heures, la boue sédimentée au fond de l'erlenmeyer est prélevée sur une colonne de 2 tamis de diamètre 0,280 et 0,100 mm; le reste de l'échantillon reste dans le bain d'acide. Suivant l'intensité de l'attaque, la solution d'acide acétique est changée au bout de 18 ou 24 heures.

II-2.2. La récolte des Conodontes

Le contenu de chaque tamis (environ 15 g) est récupéré sur papier filtre et mis à sécher à l'étuve dont la température n'exède pas 50°C.

Les Conodontes dégagés présentent de nombreuses aspérités sur toute leur surface et deviennent difficilement mouillants.



BUS LILLE

Fig.62.-COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES UTILISEES.

A.- Méthode couramment employée;

B.- Méthode modifiée en vue de l'extraction des Conodontes de calcaires plus ou moins métamorphiques.

Ils sont de plus très fragiles. Pour ces deux raisons, le tri des Conodontes s'effectue sous la loupe binoculaire sans séparation préalable par une liqueur dense.

II - 23. Conclusions

La technique employée ci-dessus est plus simple puisque plusieurs étapes dans la préparation des échantillons et dans la séparation des Conodontes ont été supprimées. Cependant, la durée totale de l'étude d'un échantillon est longue puisqu'elle nécessite plusieurs prélèvements et surtout un tri sur la totalité du résidu. Cette méthode présente un double avantage; elle permet :

- d'obtenir des Conodontes non fragmentés par le broyage et l'emploi de la liqueur dense,
- d'observer les Conodontes ayant échappé à la dissolution partielle sous l'action de l'acide acétique dilué.

Cette méthode a permis d'extraire des Conodontes dans des terrains où toutes les autres techniques avaient échoué.

III - INVENTAIRE DES GISEMENTS A CONODONTES DE LA SIERRA NEGRA

Gisement n° 1 : Gisement de la Grange de Cavalèr

- à 4,300 kilomètres au Nord de Benasque, sur l'ancienne poste qui mène aux Bains de Benasque, en empruntant la rive gauche du Rio Esera. L'affleurement est situé sur le talus oriental de la piste, à la hauteur de la grange de Cavalèr (4°14'10" - 42°37'35"). Altitude : 1290 m.
- Ludlowien supérieur -Gédinnien inférieur
- Conodontes.

Icriodus woschmidti ZIEGLER, 1960
Ligonodina cf.*elegans* WALLISER, 1964
Ligonodina salopia RHODES, 1953
Ligonodina silurica BRANSON & MEHL, 1933
Lonchodina cf.*cristagalli* ZIEGLER, 1960
Lonchodina detorta WALLISER, 1964
Lonchodina cf. *greilingi* WALLISER, 1957
Neoprioniodus bicurvatus (BRANSON & MEHL, 1933)
Neoprioniodus cf.*latidentatus* WALLISER, 1964
Neoprioniodus multiformis WALLISER, 1964
Ozarkodina cf.*fundamentata* (WALLISER, 1957)

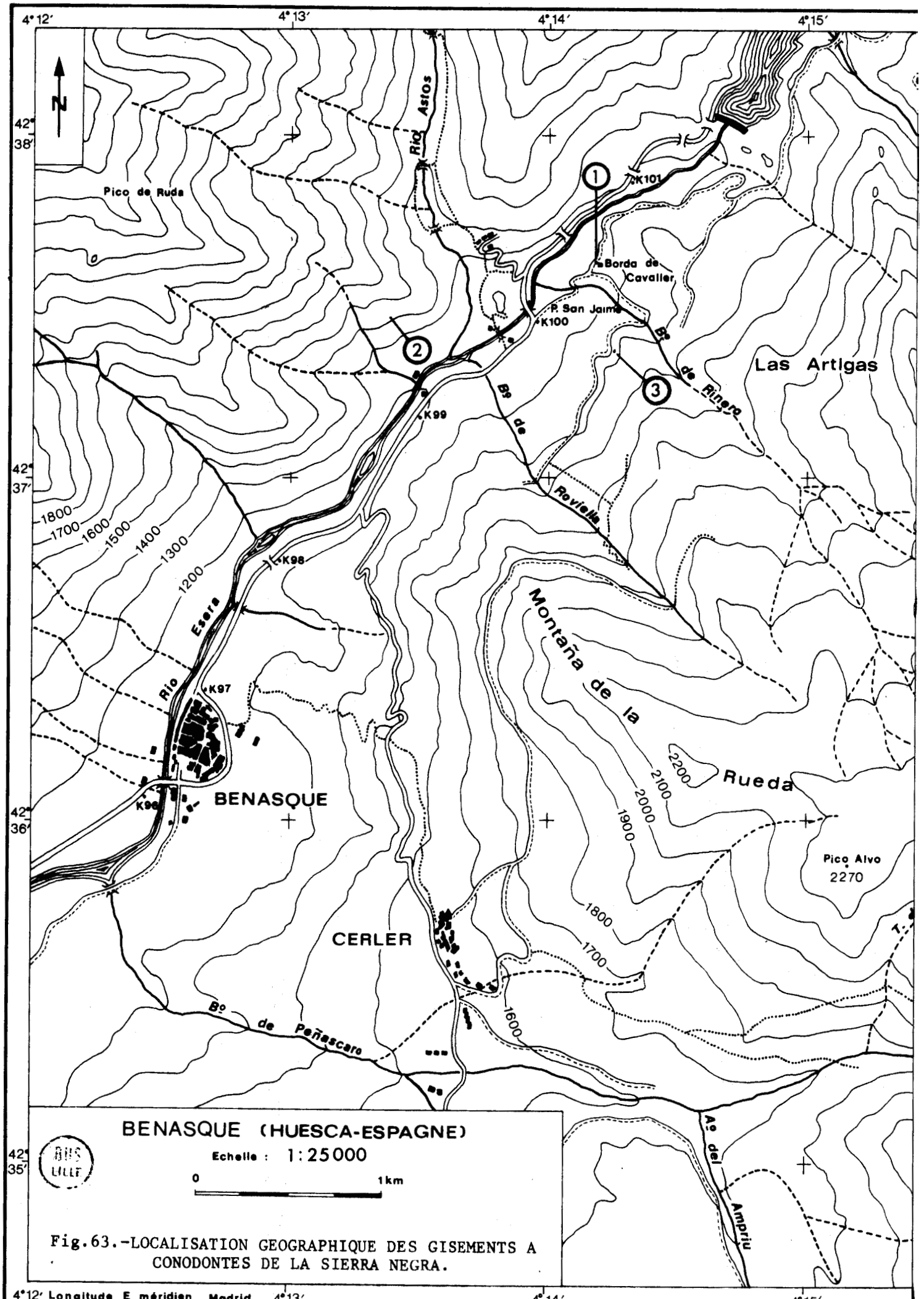
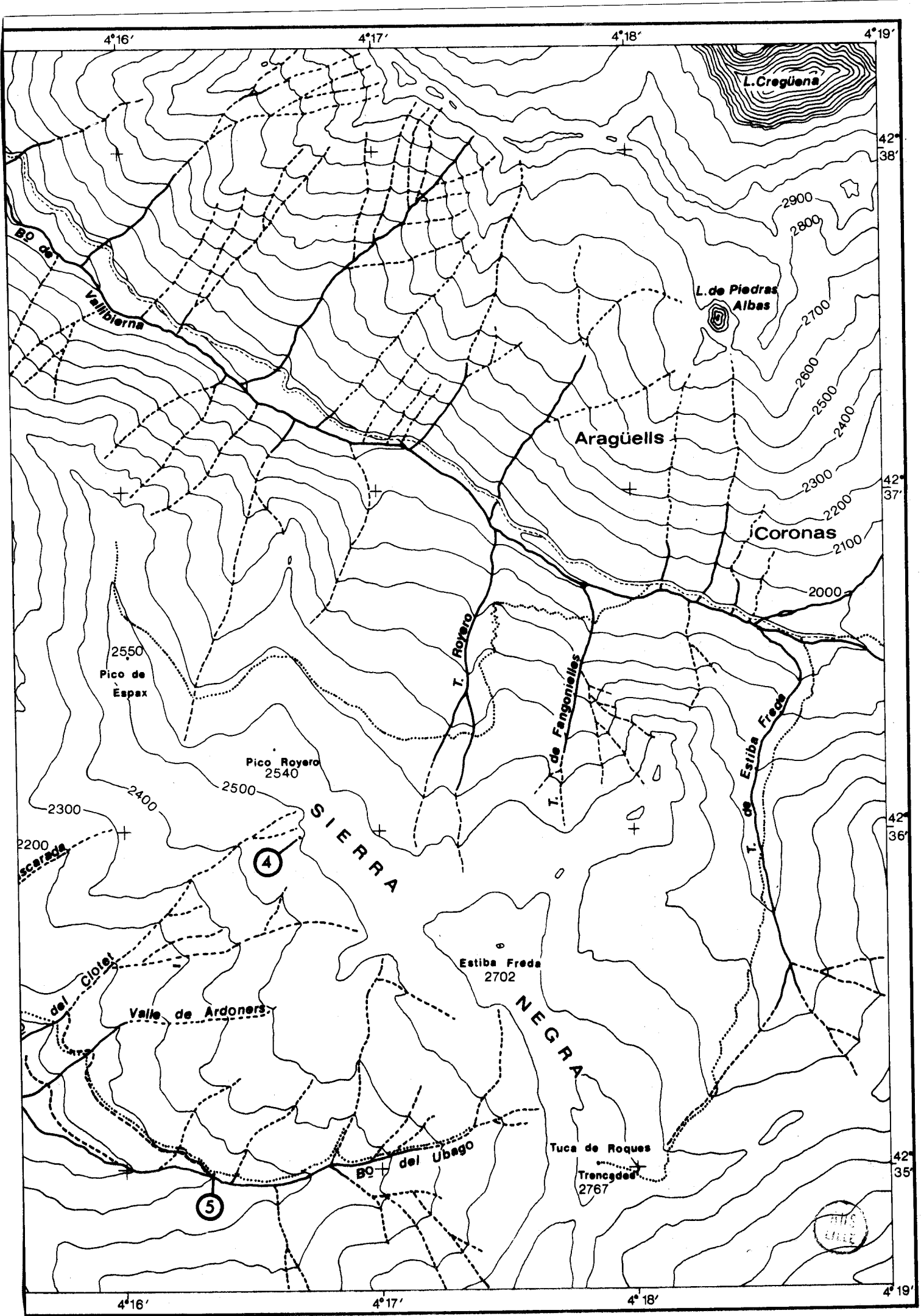


Fig.63.-LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES GISEMENTS A CONODONTES DE LA SIERRA NEGRA.



4°16′
4°17′
4°18′
4°19′
42° 38′
42° 37′
42° 36′
42° 35′
L.Cregüena
L.de Piedras Albas
Aragüells
Coronas
Bº de Vallibierna
2900
2800
2700
2600
2500
2400
2300
2200
2100
2000
T. Royero
T. de Fangonielles
T. de Estiba Freda
2550
Pico de Espax
Pico Royero
2540
SIERRA NEGRA
Estiba Freda
2702
Valle de Ardoners
del Clotet
Bº del Ubago
Tuca de Roques
Trencades
2767
4
5

Ozarkodina media WALLISER, 1957
Ozarkodina typica denckmanni ZIEGLER, 1956
Ozarkodina cf. *ziegleri* WALLISER, 1957
Plectospathodus alternatus WALLISER, 1964
Plectospathodus extensus RHODES, 1953
Plectospathodus flexuosus BRANSON & MEHL, 1933
Spathognathodus inclinatus inclinatus (RHODES, 1953)
Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis WALLISER, 1964
Spathognathodus steinhornensis remscheidensis ZIEGLER, 1960
Trichonodella cf. *inconstans* WALLISER, 1957

Conservation : Conodontes noirs; état de conservation moyen.

Gisement n° 2 : Gisement à la base du Pic de Ruda

- Sur la rive droite du Rio Esera, à 230 m au Nord-Ouest de la confluence du Rio Astos avec le Rio Esera (4°13'30" - 42°37'23"). Altitude : 1320 m.
- Ludlowien supérieur - Gédinnien inférieur
- Conodontes :

Lonchodina detorta WALLISER, 1964
Lonchodina cf. *greilingi* WALLISER, 1957
Neoprioniodus bicurvatus (BRANSON & MEHL, 1933)
Neoprioniodus cf. *latidentatus* WALLISER, 1964
Plectospathodus flexuosus BRANSON & MEHL, 1933
Spathognathodus inclinatus inclinatus (RHODES, 1953)
Spathognathodus steinhornensis remscheidensis ZIEGLER, 1960
Synprioniodina silurica WALLISER, 1964

- Conservation : Conodontes noirs, légèrement déformés, en mauvais état de conservation.

Gisement n° 3 : Gisement du flanc occiental de la Sierra Negra

- A 1'extrémité occidentale de la Sierra Negra, le long de la piste qui monte en direction de la Montagne de la Rueda, à 250 m environ au Sud du passage a gué du Barranco de Rinero (4°14'15'' - 42°37'29''). Altitude : 1380 m.
- Ludlowien supérieur : Gédinnien inférieur

- Conodontes :

Icriodus sp. indét.
Ligonodina salopia RHODES, 1953
Lonchodina detorta WALLISER, 1957
Ozarkodina typica denckmanni ZIEGLER, 1956
Spathognathodus inclinatus inclinatus (RHODES,1953)
Spathognathodus steinhornensis remscheidensis ZIEGLER,1960

- Conservation : Conodontes très noirs, en état de conservation moyen.

Gisement n° 4 : Gisement du Col de Ardones

- A 100 m au Sud-Ouest du Col de Ardones, à l'Est du pic Royero (4°16'35'' - 42°36'00''). Altitude :2480 m.

- Ludlowien supérieur- Gédinnien inférieur

- Conodontes :

Neoprioniodus bicurvatus (BRANSON & MEHL, 1933)
Plectospathodus cf. *extensus* RHODES, 1953
Plectospathodus flexuosus BRANSON & MEHL, 1933

- Conservation : Conodontes en très mauvais état de conservation.

Gisement n° 5 : Gisement de la vallée du Barranco de Peñascaro

- Sur le flanc droit de la vallée du Barranco de Peñascaro, légèrement en amont de l'entrée du canal d'irrigation (4°16'22" - 42°35'00"). Altitude : 2100 m

- Ludlowien supérieur - Gédinnien inférieur

- Conodontes :

Lonchodina cf. *cristagalli* ZIEGLER, 1960
Lonchodina detorta WALLISER, 1964
Neoprioniodus cf. *latidentatus* WALLISER, 1964
Ozarkodina cf. *fundamentata* (WALLISER, 1957)
Plectospathodus alternatus WALLISER, 1964
Spathognathodus inclinatus inclinatus (RHODES,1953)
Spathognathodus steinhornensis cf. *eosteinhornensis* WALLISER,1964
Spathognathodus steinhornensis remscheidensis ZIEGLER,1960

- Conservation : Conodontes en état de conservation moyen.

IV - ETUDE SYSTEMATIQUE DES CONODONTES RENCONTRES

Pour l'étude systématique, les différents genres sont classés par ordre alphabétique ainsi que les différentes espèces à l'intérieur de chaque genre.

GENRE *ICRIODUS* BRANSON & BRANSON, 1938

Icriodus woschmidti ZIEGLER, 1960

(pl. V fig. 1,2)

1960 *Icriodus woschmidti* n. sp.; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattelo, p. 185, pl. 15, fig. 16-18, 20-22.

1962 *Icriodus woschmidti* ZIEGLER; WALLISER, Conodonten chronologie Siluro tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung Formationsgrenze, p. 184, Pl. 1, fig. 34.

1964 *Icriodus woschmidti* ZIEGLER 1960; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 38, pl. 9, fig. 22; pl. 11, fig. 14-22.

1975 *Icriodus woschmidti* ZIEGLER, 1960; BOUQUET & STOPPEL, Contribution étude Paléozoïque Pyrénées centrales, p. 48.

Diagnose : Une espèce du genre *Icriodus* à plateforme étroite portant trois rangées longitudinales de tubercules accollés latéralement pour former des crêtes transversales et avec un processus postéro-latéral à une seule rangée de denticules.

Description : La plateforme effilée vers l'extrémité antérieure avec un processus latéro-postérieur à une seule rangée de petits denticules.

Chaque rangée latérale possède 4 à 6 denticules.

Les denticules de la carène sont petits et arrondis, soudés aux denticules des rangées latérales pour former des crêtes transversales.

La cavité basale s'étend en forme de lame sous toute la longueur de la plateforme.

Rapports et différences : *Icriodus woschmidti* ZIEGLER se distingue de *Icriodus latialatus* WALLISER, 1964 par la forme des parois de la cavité basale. Chez *Icriodus latialatus* WALLISER, les parois latérales de la cavité basale se développent en des processus ornés de tubercules.

Association : Dans les échantillons, *Icriodus woschmidti* est récolté en compagnie de *Lonchodina greilingi* WALLISER 1957, *Ozarkodina typica denckmanni* ZIEGLER, 1956, *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER, 1960.

Répartition : En Bohême, en Allemagne : Zone à *Icriodus woschmidti* (Dévonien)

Dans les Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra, gisements n° 1 et 3. Ludlowien supérieur- Gédinnien inférieur

Matériel : 3 individus et quelques fragments.

Genre *LIGONODINA* ULRICH & BASSLER, 1926

Ligonodina cf. *elegans* WALLISER, 1964

(pl. VI fig. 1)

1964 *Ligonodina elegans* n. sp.; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 41, pl. 9, fig. 19; pl. 32, fig. 16-21.

1969 *Ligonodina elegans* WALLISER, 1964; JEPPSSON, Notes Upper Silurian multielement conodonts, p. 21, fig. 4.

1971 *Ligonodina* cf. *elegans* WALLISER, 1964; BULTYNCK, Silurien supérieur Dévonien inférieur Sierra Guadarrama Espagne centrale, p. 2, pl. 2, fig. 3.

1972 *Ligonodina elegans* WALLISER, 1964, sensu JEPPSSON, 1969; JEPPSSON, Silurian conodont apparatuses possible conodont dimorphism, p.61, fig. 4.

Description : Conodontes en forme de lame denticulée avec une dent principale. La barre postérieure légèrement arquée porte 10 denticules.

La cavité basale est réduite à un trou sous la cuspide.

Rapports et différences : Dans *Ligonodina elegans* WALLISER, 1964, le bord inférieur de la barre postérieure est rectiligne tandis que dans notre spécimen, il est légèrement arqué.

Association : *Ligonodina* cf. *elegans* a été récolté en compagnie de *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Neoprioniodus bucurvatus* BRANSON & MEHL, 1933, *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER, 1960.

Répartition : En Bohême, zone à *Spathognathodus crispus* WALLISER, 1964 et zone à *Spathognathodus steinhornensis* ZIEGLER, 1956.

En Suède : base de la zone à *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964.

En Espagne, Barcelone : zone à *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER.

Sierra de Guadarrama : Ludlowien supérieur-Emsien inférieur

Sierra Negra, Gisement n° 1 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 4 conodontes dont 1 figuré.

Ligonodina salopia RHODES, 1953

(Pl. V , fig. 6)

1953 *Ligonodina salopia* n. sp.; RHODES, British Lower Palaeozoic conodont faunas, p. 307, pl. 23, fig. 245, 257, 260.

1957 *Ligonodina diversa* n. sp.; WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 36, pl. 2, fig. 11-14.

1958 *Ligonodina diversa* WALLISER; KOCKEL, Conodonten Paläozoikum Malaga Spanien, p.258.

1958 *Ligonodina* cf. *diversa* WALLISER; KOCKEL, Conodonten Paläozoikum Malaga Spanien, p. 259.

1958 *Ligonodina* cf. *salopia* RHODES; KOCKEL, Conodonten Paläozoikum Malaga Spanien, p. 159.

1960 *Ligonodina diversa* WALLISER. ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 186, pl. 14, fig. 8, 12.

1960 *Ligonodina* n. sp. WALLISER; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 187, pl. 14, fig. 9-10.

1960 *Ligonodina* n. sp. a; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 187, pl. 14, fig. 13.

1960 *Ligonodina* sp.; WALLISER, Scolecodonts Conodonts Vertebrate, p. 30, pl. 7, fig. 13.

1962 *Ligonodina diversa* WALLISER, Conodontenchronologie Silurs tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung Formationsgrenze, p. 283, pl.1, fig. 16.

1964 *Ligonodina salopia* RHODES 1953 ; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 41, pl. 8, fig. 9 ; pl. 32, fig. 5,10.

Diagnose : Une espèce du genre *Ligonodina* à cuspide bien développée et nettement recourbée et à branche postérieure portant des denticules inclinées vers l'Intérieur.

Description : Conodonte à 2 lames.

la lame postérieure porte 9 à 10 denticules inclinés vers l'intérieur du Conodonte ; la lame antérieure, perpendiculaire à la lame principale, porte 5 à 6 denticules. La cavité basale est réduite à un trou.

Rapports et différences : *Ligonodina salopia* RHODES ressemble beaucoup à *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL, 1933 par l'allure générale des branches. Ces deux espèces se différencient par la disposition des denticules sur la branche postérieure. Chez *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL, les denticules sont implantés plus perpendiculairement sur la branche. La branche postérieure est également plus longue chez *Ligonodina salopia* RHODES.

Association : *Ligonodina salopia* RHODES a été récolté en compagnie de *Lonchodina detorta* WALLISER, *Neoprioniodus biburvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Ozarkodina* cf. *fundamentata* (WALLISER, 1957), *Ozarkodina typica denckmanni* ZIEGLER, 1956, *Spathognathodus steinhornensis easteinhornensis* WALLISER, 1964.

Répartition : En Bohême, dans les Alpes carniques de la zone à *Ozarkodina crassa* WALLISER, 1964 jusqu'au Dévonien inférieur.
En Espagne, Barcelonne : zone à *Ozarkodina crassa* WALLISER, 1964 jusqu'au Dévonien inférieur.
Sierra Negra, gisements n° 1, 3 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 8 individus dont 1 figuré.

Ligonodina silurica BRANSON & MEHL, 1933
(Pl. V , fig. 4)

1933 *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL, n. sp. ; BRANSON & MEHL, Conodont studies, p. 48, pl. 3, fig. 18-20.

1957 *Ligonodina ingens* n. sp. ; WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 37, pl. 2, fig. 20.

1957 *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL; WALLISER, Conodonten Oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 38, pl. 2, fig. 10.

1958 *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL; KOCKEL, Conodonten Paläozoikum Malaga Spanien, p. 258-259.

1962 *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL; ETHINGTON & FURNISH, Silurian Devonian Conodonts Spanish Sahara, p. 1272.

1962 *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL; REICHSTEIN, Conodonten Graptolithen Kalk-Mergal-Geschiebe Unter-Ludlow, p. 538.

1964 *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL 1933; WALLISER, Conodont Silurs, p. 42, pl. 8, fig. 13; pl. 32, fig. 15.

1969 *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL; PHILIP, Silurian Conodonts Dirk Hartog Formation Western Australia, p. 291, pl. 18, fig. 4, 7-8.

Diagnose : Une espèce du genre *Ligonodina* à cuspide bien développée, à branche postérieure légèrement arquée et portant des denticules subverticaux.

Description : La lame postérieure est arquée et porte 12 denticules situés dans le plan vertical de la branche et inclinés légèrement vers l'arrière du Conodonte.

La lame latérale perpendiculaire à la lame postérieure, est courte et porte 5 à 6 denticules verticaux.

Rapports et différences : *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL ressemble beaucoup à *Ligonodina salopia* RHODES, 1953. Ces deux espèces se distinguent par la position des denticules sur les différentes lames. Sur la lame postérieure, les denticules sont inclinés vers l'extérieur et l'arrière du Conodonte chez *Ligonodina salopia* RHODES, tandis que ceux de *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL sont seulement inclinés vers l'arrière du Conodonte.

Association : *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL a été récolté dans le même échantillon en compagnie de *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Plectospathodus flexosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1953), *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964.

Répartition : Alpes carniques, Sahara espagnol : de la zone à *Ozarkodina crassa* WALLISER, 1964 au Dévonien inférieur.
Espagne : Malaga : de la zone à *Ozarkodina crassa* WALLISER 1964 au Dévonien inférieur.
Sierra Negra, gisement n° 1 : Ludowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 6 individus dont 1 figuré.

Genre *LONCHODINA* ULRICH & BASSLER 1926

Lonchodina cf. *cristagalli* ZIEGLER, 1960

(pl. VI , fig. 2)

1960 *Lonchodina cristagalli* n. sp.; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 189, pl. 14, fig. 1, 3, 5.

1964 *Lonchodina cristagalli* ZIEGLER; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 43, pl. 9, fig. 23.

Description : *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER présente deux branches portant des denticules cylindriques. La branche antérieure est légèrement déportée vers l'extérieur du conodonte peu avant la cuspide qui est peu individualisée. La cavité basale est étroite et légèrement tordue.

Rapports et différences : *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER diffère de *Lonchodina cristagalli* ZIEGLER, 1960 par la flexure entre les deux branches plus importantes. *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER ressemble à *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, par la flexure très importante des deux branches. Elles se différencient par le développement de la cavité basale qui est moins important chez *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER.

Association : *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER a été récolté dans le même échantillon en compagnie de *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Ligonodina* cf. *salopia* RHODES, 1953, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Neoprioniodus* cf. *multiformis* WALLISER 1964, *Ozarkodina* cf. *fundamentata* (WALLISER, 1957), *Ozarkodina media* WALLISER, 1957, *Plectospathodus alternatus* WALLISER, 1964, *Plectospathodus extensus* RHODES, 1953.

Répartition : Dans les Alpes Carniques : zone à *Icriodus woschmidti* ZIEGLER 1960.

En Espagne : Sierra Negra, Gisement n° 1: Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 3 individus dont 1 figuré.

Lonchodina detorta WALLISER, 1964

(pl. V , fig. 8)

1957 *Lonchodina* n. sp. (a); WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 39, pl. 3, fig. 29, 30.

1964 *Lonchodina detorta* n. sp.; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 43, pl. 9, fig. 20; pl. 30, fig. 34-37.

Diagnose : Une espèce du genre *Lonchodina* à cuspide peu individualisée et à branches dissymétriques : la branche antérieure est repliée et se développe dans un plan perpendiculaire au plan de la branche postérieure. La cavité basale, bien développée, est fortement tordue.

Description : La branche antérieure forme un angle compris entre 60 et 90° avec la branche postérieure.

Les denticules de la branche antérieure sont cylindriques et verticaux tandis que ceux de la branche postérieure sont inclinés vers l'extérieur et vers l'arrière du Conodonte.

La cavité basale est très largement développée au niveau de la courbure entre les deux branches. Elle se prolonge par un sillon étroit sous chacune des branches.

Rapports et différences : *Lonchodina detorta* WALLISER se distingue de *Lonchodina greilingi* WALLISER, 1957 et de *Lonchodina cristagalli* ZIEGLER, 1960 par la forte pliure entre les branches antérieure et postérieure.

Association : *Lonchodina detorta* WALLISER a été extrait des échantillons en compagnie de *Ligonodina salopia* RHODES, 1953, *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER, 1960, *Lonchodina* cf. *greilingi* WALLISER, 1957, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933),

Ozarkodina cf. *fundamentata* (WALLISER, 1957), *Ozarkodina media* WALLISER, 1957, *Plectospathodus alternatus* WALLISER 1964, *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER, 1960, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1953), *Synprioniodina silurica* WALLISER, 1964.

Répartition : En Allemagne : de la zone à *Polygnathoides siluricus* BRANSON & MEHL 1933, à la zone à *Spathognathus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964.

En Espagne : Sierra Negra, Gisement n° 1, 2, 3, 5 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 8 individus dont 1 figuré.

Lonchodina cf. *greilingi* WALLISER, 1957

(pl. V , fig. 7)

1957 *Lonchodina greilingi* n. sp.; WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 38, pl. 3, fig. 20-26

1958 *Lonchodina greilingi* WALLISER; KOCKEL, Conodonten Paläozoikum Malaga Spanien, p. 258, 259.

1960 *Lonchodina greilingi* WALLISER; WALLISER, Scolecodonts Conodonts Vertebrates in BOUCUT and al., p. 31, pl. 8, fig. 17, 18.

1960 *Lonchodina greilingi* WALLISER; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 188, pl. 14, fig. 15,16,18,20.

1962 *Lonchodina greilingi* WALLISER; ETHINGTON & FURNISH, Silurian Devonian conodonts Spanish Sahara, p. 1274, pl. 173, fig. 10.

1962 *Lonchodina greilingi* WALLISER; WALLISER, Conodontenchronologie Silurs Tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung Formationsgrenze, p. 283, fig. 1, n° 22.

1964 *Lonchodina greilingi* WALLISER 1957, WALLISER, Conodonten Silurs, p. 44, pl. 8, fig. 7; pl. 30, fig. 7-8.

1965 *Lonchodina greilingi* Walliser; PHILIP, Lower Devonian conodonts Tyers area Gippsland Victoria, p. 104, pl. 9, fig. 22.

1969 *Lonchodina greilingi* Walliser; PHILIP, Silurian conodonts Dirk Hartog Formation Western Australia, p. 292, fig. 12;pl.17, fig.17-18,21.

Description : *Lonchodina* cf. *greilingi* WALLISER présente deux branches assymétriques portant des denticules cylindriques; les deux branches ne sont pas contenues dans le même plan. La cavité basale est étroite et légèrement tordue. On observe un petit bourrelet latéral formé par le rapprochement des lèvres supérieures de la cavité basale.

Rapports et différences : La forme observée diffère de *Lonchodina greilingi* WALLISER par une flexure plus importante entre les branches antérieure et postérieure.

Lonchodina cf. *greilingi* WALLISER ressemble à *Trichonodella inconstans* WALLISER, 1957 par la présence d'un bourrelet latéral. Ces deux espèces se différencient par l'assymétrie des branches chez *Lonchodina* cf. *greilingi* WALLISER et par un fort développement du bourrelet latéral chez *Trichonodella inconstans* WALLISER, 1957.

Association : *Lonchodina* cf. *greilingi* WALLISER a été extrait des échantillons en compagnie de *Lonchodina detorta* WALLISER 1964, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1953), *Spathognathodus steinhornensis steinhornensis* WALLISER, 1964, *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER, 1960.

Répartition : En Allemagne, en France, au Portugal : de la zone à *Kockelella patula* WALLISER, 1964 à la zone à *Polygnatoides siluricus* BRANSON & MEHL, 1933.
En Australie : Ludlowien supérieur.
En Espagne, Sierra Negra, gisement n° 1 - 2 : Ludlowien supérieur- Gédinnien inférieur.

Genre *NEOPRIONIODUS* RHODES & MULLER, 1956

Neoprioniodus bicurvatus (BRANSON & MEHL, 1933)

(Pl. V , fig. 9)

1933 *Prioniodus bicurvatus* BRANSON & MEHL n. sp.; BRANSON & MEHL, Conodont studies, p. 44, pl. 3, fig. 9-12.

1956 *Prioniodina tropa* (STAUFFER); ZIEGLER, Unterdevonische Conodonten insbesondere Schörauer Zorgensis-Kalk, p. 104, pl. 6, fig. 29; pl. 7, fig. 29.

non 1957 *Prioniodina bicurvata* (BRANSON & MEHL); WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 46, pl.2, fig. 18, 19.

non 1958 *Prioniodina bicurvata* (BRANSON & MEHL); KOCKEL, Conodonten Paläozoikum Malaga Spanien, p. 258, 259.

1960 *Prioniodina bicurvata pronoides* WALLISER; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 193, pl. 15, fig. 8,9.

1960 *Prioniodina* n. sp.; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Rhemscheider Sattels, p. 193, pl. 15, fig. 23.

1960 *Prioniodina bicurvata pronoides* n. subsp.; WALLISER, Scolerodonts Conodonts Vertebrates in BOUCUT and al., p. 33, pl. 8, fig. 8-10.

1962 *Neoprioniodus* sp.; ETHINGTON & FURNISH, Silurian Devonian conodonts Spanish Sahara, p. 1275, pl. 173, fig. 3.

1964 *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL); WALLISER, Conodonten Silurs, p. 46, fig. 5d, pl. 9, fig. 13; pl. 29, fig. 27-33.

1965 *Neoprioniodus bicurvatus* (Branson & Mehl); PHILIP, Lower Devonian Conodonts Tyers area Gippsland Victoria, p. 105, pl. 9, fig. 13, 18, 20.

1966 *Neoprioniodus bicurvatus* (Branson & Mehl); PHILIP, Lower Devonian Conodonts Moore Creek Limestone Northern New-South-Wales, p. 446, pl. 3, fig. 12-16.

1969 *Neoprioniodus bicurvatus* (Branson & Mehl); PHILIP, Silurian conodonts Dirk Hartog Formation Western Australia, p. 292, pl. 17, fig. 15.

1971 *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933); BULTYNCK, Silurien supérieur Dévonien inférieur Sierra de Guadarrama Espagne centrale, p. 3, pl. 4, fig. 7, 16.

Diagnose : Une espèce du genre *Neoprioniodus* à une seule branche postérieure très fortement incurvée.

Description : La dent principale est très développée. Les denticules, au nombre de 5, sont cylindriques et bien individualisés. Ils sont parallèles à la dent principale. La lame postérieure est très fortement inclinée par rapport à l'axe de la dent principale. La cavité basale est située sous la dent principale et se prolonge par un étroit sillon sous la lame postérieure.

Rapports et différences : *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL) diffère de *Neoprioniodus excavatus* (BRANSON & MEHL, 1933) par l'absence de denticule sur la partie antérieure de la cuspide. *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL) ressemble à *Neoprioniodus multiformis* WALLISER, 1964 et *Neoprioniodus latidentatus* WALLISER, 1964 mais en diffère par la flexure plus importante de la lame postérieure.

Association : *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL) a été extrait des échantillons calcaires en compagnie de *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Lonchodina* cf.*greilingi* WALLISER, 1957, *Neoprioniodus multiformis* WALLISER, 1964, *Ozarkodina media* WALLISER, 1957, *Ozarkodina fundamentata* (WALLISER, 1957), *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Plectospathodus extensus* RHODES, 1953, *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER, 1960, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1953), *Synprioniodina silurica* WALLISER, 1964.

Répartition : En Bohême et dans les Alpes carniques : de la zone à *Spathognathodus crispus* WALLISER, jusqu'au Dévonien inférieur.
En Australie : Ludlowien supérieur - Dévonien inférieur.
En Espagne, Sierra Negra, gisements n° 1, 2, 4 : Ludlowien supérieur - Gédinnien inférieur.

Matériel : 6 individus dont 1 figuré.

Neoprioniodus cf. *latidentatus* WALLISER, 1964
(pl. V , fig.12)

1957 *Prioniodina excavata* (BRANSON & MEHL) ; WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands karnischen Alpen, p. 46, pl. 2, fig. 17.

1958 *Prioniodina excavata* (BRANSON & MEHL) ; KOCKEL, Conodonten Paläozoikum Malaga Spanien, p. 259.

1960 *Prioniodina excavata* (BRANSON & MEHL) ; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 192, pl. 15, fig. 5.

1964 *Neoprioniodus latidentatus* n. sp. ; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 50, fig. 56, pl. 8, fig. 15 ; pl. 29, fig. 34-35.

1965 *Neoprioniodus* (?) sp. ; PHILIP, Lower Devonian Conodonts Tyers aera Gippsland Victoria, p. 105, pl. 9, fig. 14.

1969 *Neoprioniodus latidentatus* Walliser; PHILIP, Silurian conodonts Dirk Hartog Formation Western Australia, p. 293, fig. 1f; pl. 17, fig. 7-11,16.

Description : La cuspide est bien développée.

La lame postérieure, légèrement incurvée, porte 7 à 8 denticules cylindriques insérés perpendiculairement à l'axe de la lame. Deux denticules sont implantés sur le bord antérieur de la cuspide.

La cavité basale est très développée sous la cuspide et se prolonge sous la lame postérieure en un sillon étroit.

Rapports et différences : *Neoprioniodus* cf. *latidentatus* diffère de *Neopriodiodus latidentatus* WALLISER, 1964 par la présence de denticules sur le côté antérieur de la cuspide. *Neoprioniodus* cf. *latidentatus* WALLISER ressemble à *Neoprioniodus excavata* (BRANSON & MEHL 1933) par la présence d'un embryon de lame antérieure. Ces deux espèces se différencient par la flexure de la lame postérieure plus prononcée chez *Neoprioniodus excavata* (BRANSON & MEHL) et un développement plus large de la cavité basale chez *Neoprioniodus* cf. *latidentatus* WALLISER.

Association : *Neoprioniodus* cf.*latidentatus* WALLISER a été extrait des échantillons calcaires en compagnie de *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Synprioniodina silurica* WALLISER, 1964.

Répartition : En Australie : Ludlowien supérieur-Dévonien inférieur
En Bohême, dans les Alpes carniques, au Portugal : de la zone à *Ancoradella ploeckensis* WALLISER, 1964, jusqu'au Dévonien inférieur.
En Espagne, Sierra Negra, gisements n° 1, 2, 5 : Ludlo ien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 5 individus dont 1 figuré.

Neoprioniodus multiformis WALLISER, 1964
(pl. VI , fig. 3)

1957 *Prioniodina excavata* (BRANSON & MEHL); WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 46, pl. 2, fig. 16.

1964 *Neoprioniodus multiformis* n. sp.; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 50, fig. 5a; pl. 8, fig. 10; pl. 29, fig. 14, 16-25.

Diagnose : Une espèce du genre *Neoprioniodus* à une seule lame postérieure, faiblement incurvée portant des denticules cylindriques.

Description : La cuspide est fortement développée.

La lame postérieure porte des denticules cylindriques insérés perpendiculairement à l'axe de la lame. Quelques denticules sont observés à l'avant de la cuspide.

La cavité basale est bien développée et apparente sous la dent principale. Elle se prolonge sous la lame postérieure.

Rapports et différences : *Neoprioniodus multiformis* WALLISER ressemble beaucoup à *Neoprioniodus* cf. *latidentatus* WALLISER, 1964. Ces deux espèces se distinguent par la flexure de la lame postérieure qui est très faible chez *Neoprioniodus multiformis* WALLISER.

Association : *Neoprioniodus multiformis* WALLISER a été observé en compagnie de *Ligonodina salopia* RHODES, 1953, *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER, 1960, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Plectospathodus alternatus* WALLISER, 1964, *Plectospathodus extensus* RHODES, 1953, *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964.

Répartition : En Bohême, dans les Alpes carniques : de la zone à *Ozarkodina crassa* WALLISER, 1964 jusqu'à la zone à *Polygnatoides siluricus* BRANSON & MEHL, 1933.

En Espagne : Sierra Negra, Gisement n° 1 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 3 individus dont 1 figuré.

Genre *OZARKODINA* BRANSON & MEHL, 1933

Ozarkodina cf. *fundamentata* (WALLISER, 1957)

(Pl. VI, fig. 4)

1957 *Spathognathodus fundamentatus* n. sp.; WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 47, pl. 1, fig. 11-14 (non 15).

? 1960 *Spathognathodus* cf. *fundamentatus* WALLISER; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 196, pl. 13, fig. 18.

? 1962 *Spathognathodus fundamentatus* WALLISER; ETHINGTON & FURNISH, Silurian Devonian Conodonts Spanish Sahara, p. 1286, pl. 172, fig. 3.

1964 *Ozarkodina fundamentata* (WALLISER, 1957); WALLISER, Conodonten Silurs, p. 56, pl. 7,fig. 18; pl. 23, fig. 5-24.

1969 *Ozarkodina* sp. affin. *O. fundamentata* (Walliser, 1957); PHILIP, Silurian conodonts Dirk Hartog Formation Western Australia, p.293, pl. 18, fig. 1, 6, 11, 13, 17, 21-22.

Description : Les deux branches sont très aplaties latéralement et portent des denticules insérés subperpendiculairement à l'axe des branches.

La lame antérieure est garnie de denticules ayant la même taille. La lame postérieure est nettement plus courte et porte des denticules dont la taille décroit rapidement.

La cuspide est légèrement plus développée que les denticules de la lame antérieure.

Rapports et différences : L'individu observé est incomplet et mal conservé; le lobe supérieur de la cavité basale n'est plus visible sur l'échantillon. Seule la courbure entre les 2 branches permet de rapporter l'individu à *Ozarkodina fundamentata* WALLISER.

Association : *Ozarkodina fundamentata* WALLISER a été observé dans le même échantillon en compagnie de *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL, 1933, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER, 1960, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Neoprioniodus multiformis* WALLISER, 1964, *Ozarkodina media* WALLISER, 1957, *Plectospathodus alternatus* WALLISER, 1964, *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Plectospathodus extensus* RHODES, 1953, *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1953).

Répartition : En Bohême, dans les Alpes carniques, dans le Sahara espagnol : de la zone à *Ozarkodina crassa* WALLISER, 1964 à la zone à *Polygnathoides siluricus* BRANSON & MEHL, 1933.
En Australie : Ludlowien supérieur-Dévonien inférieur.
En Espagne : Sierra Negra, gisements n° 1, 5 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 3 individus dont 1 figuré.

Ozardodina media WALLISER, 1957
(pl. V fig. 10)

1953 *Ozarkodina* sp.; RHODES, British Lower Palaeozoic conodont faunas pl. 23, fig. 244.

1957 *Ozarkodina media* n. sp.; WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 40-41, pl. 1, fig. 21-25.

1958 *Ozarkodina media* WALLISER; KOCKEL, Conodonten Paläozoikum Malaga, Spanien, p. 258.

1962 *Ozarkodina media* WALLISER; ETHINGTON & FURNISH, Silurian Devonian Conodonts Spanish Sahara, p. 1278, pl. 173, fig. 9.

1962 *Ozarkodina media* WALLISER; WALLISER, Conodonten chronologie Silurs tieferen Devons mit besonderer Berucksichtigung Formationsgrenze, p. 283, fig. 1, n° 18.

1964 *Ozarkodina media* WALLISER 1957; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 58, pl. 8, fig. 5, pl. 26, fig. 19-34.

1971 *Ozarkodina media* WALLISER, 1957; BULTYNCK, Silurien inférieur Dévonien inférieur Sierra de Guadarrama Espagne centrale, p. 3, pl. 2, fig. 4-8.

Diagnose : Une espèce du genre *Ozarkodina* avec branches de longueur approximativement égale, formant un angle supérieur à 120°. Le limbe antérieur, dirigé vers le bas, porte des denticules plus développés.

Description : La branche antérieure porte 4 gros denticules légèrement inclinés vers l'arrière. Les denticules de la branche postérieure sont moins développés et insérés perpendiculairement sur la branche.

La cavité basale est largement développée sous la cuspide.

Rapports et différences : *Ozarkodina media* WALLISER ressemble à *Ozarkodina ziegleri* WALLISER, 1957 par la courbure des lames et l'allure des denticules qui sont fins et séparés. *Ozarkodina media* WALLISER se différencie de *Ozarkodina ziegleri* WALLISER par la cavité basale qui n'occupe que le dessous de la cuspide chez *Ozarkodina media* WALLISER.

Association : *Ozarkodina media* WALLISER a été extrait du même échantillon en compagnie de *Ligonodina salopia* RHODES, 1953, *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL, 1933, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER 1960, *Neoprioniodus* cf. *fundamentata* (WALLISER, 1957); *Plectospathodus alternatus* WALLISER, 1964. *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Plectospathodus extensus* RHODES, 1953, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1953), *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964.

Répartition : **En Bohême**, dans les Alpes carniques, en Grande Bretagne, au Portugal.

Au Shara espagnol : de la zone à *Spathognathodus sagitta sagitta* WALLISER, 1964, au Dévonien inférieur.

En Espagne : Sierra de Guadarrama : Silurien supérieur-Dévonien inférieur.

Sierra Negra, gisement n° 1 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 2 individus dont 1 figuré.

Ozarkodina typica denckmanni ZIEGLER, 1956

(pl. VI , fig. 5)

1956 *Ozarkodina denckmanni* **n.** sp. ZIEGLER, Unterdevonische Conodonten insbesondere Schönauer Zorgensis-Kalk, p. 103, pl. 6, fig. 30; pl. 7, fig. 1, 2.

1960 *Ozarkodina denckmanni* ZIEGLER; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 190, pl. 15, fig. 13-15.

1960 *Ozarkodina denckmanni* ZIEGLER; WALLISER, Scolecodonts Conodonts Vertebrates in BOUCUT and al., p. 31, pl. 8, fig. 13, 14.

1962 *Ozarkodina denckmanni* ZIEGLER; WALLISER, Conodontenchronologie Silurs tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung Formationsgrenze, p. 283, fig. 1, n° 32.

1964 *Ozarkodina typica denckmanni* ZIEGLER 1956; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 61, pl. 9, fig. 14, pl. 26, fig. 3-9.

1971 *Ozarkodina typica denckmanni* ZIEGLER, 1956; BULTYNCK, Silurien supérieur Dévonien inférieur Sierra de Guadarrama Espagne centrale, p. 4, pl. 4, fig. 8-10, 17, 19,20.

Diagnose : Une espèce du genre *Ozarkodina* à 2 branches de longueur inégale. Les branches sont très aplaties latéralement et portent des denticules larges et serrés. La cuspide est bien développée et inclinée vers l'arrière.

Description : La branche antérieure, faiblement tournée vers le bas, porte des denticules plus ou moins larges et serrés. La longueur des denticules croît au fur et à mesure du rapprochement de la cuspide.

Sur la branche postérieure, les denticules sont nettement plus petits.

La cavité basale est bien développée sous la cuspide et se prolonge sous les 2 branches par un sillon.

Rapports et différences : *Ozarkodina typica denckmanni* ZIEGLER ressemble beaucoup à *Ozarkodina typica* BRANSON & MEHL, 1933 mais se distingue par l'angle, formé par les axes des lames, qui est plus élevé chez *Ozarkodina typica denckmanni* ZIEGLER.
De plus, les denticules de la lame antérieure sont plus développés et inclinés sur la cuspide chez *Ozarkodina typica denckmanni* ZIEGLER.

Association : *Ozakodina typica denckmanni* ZIEGLER a été extrait du même échantillon en compagnie de *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1953) et *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964.

Répartition : En Bulgarie, dans les Alpes carniques, en Grande Bretagne, au Portugal : dans la zone à *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964 et dans la zone à *Icriodus woschmidti* ZIEGLER, 1960.

En Espagne : Sierra de Guadorrama : Silurien supérieur-Dévonien inférieur

Sierra Negra, gisements n° 1, 3 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 5 individus dont 1 figuré.

Ozarkodina cf. *ziegleri* WALLISER, 1957
(pl. VI , fig. 6)

1957 *Ozarkodina ziegleri* n. sp.; WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 41, pl. 1, fig. 26-30.

1957 *Ozarkodina* ? sp.; WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 42, pl. 1, fig. 31-33.

1962 *Ozarkodina ziegleri* WALLISER; ETHINGTON & FURNISH, Silurian Devonian Conodonts Spanish Sahara, p. 1279.

1964 *Ozarkodina ziegleri ziegleri* WALLISER, 1957; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 63? fig. 3 i,k; pl. 8, fig. 11; pl. 25, fig. 1-11.

Description : La cuspide est très largement développée et incurvée vers l'arrière. Les denticules de la lame antérieure sont larges et espacés et insérés perpendiculairement à l'axe de la lame. La lame postérieure porte des denticules plus petits qui sont très inclinés sur l'axe de la lame.

Rapports et différences : *Ozarkodina* cf. *ziegleri* se rapproche de *Ozarkodina ziegleri ziegleri* WALLISER 1957 par la morphologie de la cavité basale qui se prolonge sous les différentes lames.

Ozarkodina cf. *ziegleri* ressemble à *Ozarkodina media* WALLISER, 1957 par la courbure vers le bas des deux branches. Ces deux espèces se différencient par leur cavité basale. Chez *Ozarkodina media* WALLISER, la cavité basale est réduite et localisée sous la cuspide.

Association : *Ozarkodina* cf. *ziegleri* WALLISER a été extrait des échantillons en compagnie de *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL, 1933, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1957), *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964.

Répartition : En Bohême, dans les Alpes carniques, dans le Sahara espagnol : de la zone à *Kockolella patula* WALLISER, 1964 à la zone à *Polygnathoides silurica* BRANSON & MEHL, 1933.
En Espagne : Sierra Negra, gisement n° 1 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur

Matériel : 3 individus dont 1 figuré.

Genre *PLECTOSPATHODUS* BRANSON & MEHL, 1933

Plectospathodus alternatus WALLISER, 1964
(pl. VI , fig. 7)

1960 *Plectospathodus* cf.*extensus* RHODES; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 191, pl. 15, fig. 6,7.

1960 *Plectospathodus* cf.*extensus* RHODES; WALLISER, Scolecodonts Conodonts Vertebrates in BOUCUT and al., p. 35, pl. 7, fig.14.

1964 *Plectospathodus alternatus* n. sp.; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 64, pl. 9, fig. 17; pl. 30, fig. 23-25.

1971 *Plectospathodus alternatus* WALLISER, 1964; BULTYNCK, Silurien supérieur-Dévonien inférieur Sierra de Guadarrama, p. 4, pl. 4, fig. 11.

Diagnose : Une espèce du genre *Plectospathodus* à lame courbe portant de nombreux denticules obliques. La dent principale est excentrée par rapport à la lame.

Description : Lame portant 11 à 12 denticules cylindriques, espacés, dont les extrémités sont dirigées vers le bas.

La cavité basale est située sous une dent plus forte, presque à l'extrémité de la lame.

Rapports et différences : *Plectospathodus alternatus* WALLISER se différencie de *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933 par la position de la cavité basale. Cette cavité basale est située sous la cuspide qui occupe une position médiane chez *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL.

Association : *Plectospathodus alternatus* WALLISER a été extrait des échantillons en compagnie de *Ligonodina salopia* RHODES, 1953, *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER, 1960, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Neoprioniodus multiformis* WALLISER, 1964, *Ozarkodina* cf. *fundamentata* (WALLISER, 1957), *Ozarkodina media* WALLISER, 1957, *Plectospathodus extensus* RHODES, 1957, *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964.

Répartition : En Bohême, dans les Alpes Carniques : de la zone à *Spathognathodus crispus* WALLISER, 1964 au Dévonien inférieur.

En Espagne : Sierra de Guadarrama : Silurien supérieur -Dévonien inférieur.

Sierra Negra, gisements n° 1, 5 : Ludlowien supérieur - Gédinnien inférieur.

Matériel : 3 individus dont 1 figuré.

Plectospathodus extensus RHODES, 1953

(Pl. V , fig. 14)

1953 *Plectospathodus extensus* n. sp.; RHODES, British Lower Palaeozoic Conodont faunas, p. 323, pl. 23, fig. 236-240.

1957 *Plectospathodus extensus* RHODES; WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 43, pl. 3, fig.1,2.

1958 *Plectospathodus extensus* RHODES; KOCKEL, Conodonten Paläozoikum Malaga Spanien, p. 258, 259, 260.

1960 *Plectospathodus extensus* RHODES; WALLISER, Scolecodonts Conodonts Vertebrates in BOUCUT and Al., p. 32, pl. 8, fig. 20.

1962 *Plectospathodus extensus* RHODES; ETHINGTON & FURNISH, Silurian Devonian Conodonts Spanish Sahara, p. 1281, pl. 173, fig. 6.

1962 *Plectospathodus extensus* RHODES; WALLISER, Conodontenchronologie Silurs tieferen Devons mit besonderer Derücksichtigung Formationsgrenze, p. 283, fig. 1, n° 19.

1964 *Plectospathodus extensus* RHODES 1953; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 64, pl. 8, fig. 1; pl. 30, fig. 13, 14.

Diagnose : Une espèce du genre *Plectospathodus* à lame légèrement courbe avec denticules cylindriques et inclinés. La cuspide occupe une position médiane et la cavité basale est largement développée.

Description : Lame portant 12 à 15 denticules sensiblement de même taille.
La dent principale est nettement visible et occupe le milieu de la lame.
La cavité basale se développe latéralement et les lèvres supérieures de cette cavité forment un bourrelet.

Rapports et différences : *Plectospathodus extensus* RHODES ressemble à *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933 mais s'en distingue par la régularité dans la taille de ses denticules. La cavité basale de *Plectospathodus flexuosus* est moins développée et aucun repli des lèvres supérieures de la cavité basale n'est visible latéralement.

Association : *Plectospathodus extensus* RHODES a été extrait des échantillons en compagnie de *Ligonodina salopia* RHODES, 1953, *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER, 1960, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Neoprioniodus multiformis* WALLISER, 1964, *Ozarkodina* cf. *fundamentata* (WALLISER, 1957), *Ozarkodina media* WALLISER, 1957, *Plectospathodus alternatus* WALLISER, 1964, *Spathognathodus steinhornensis easteinhornensis* WALLISER, 1964.

Répartition : En Bohême, en Allemagne, dans les Alpes carniques, En Grande Bretagne, au Portugal, au Sahara espagnol: de la zone à *Ozarkodina crassa* WALLISER, 1964 au Dévonien inférieur.
En Espagne : Sierra Negra, Gisement n° 1, 4 : Ludlowien supérieur - Gédinnien inférieur.

Matériel : 4 individus dont 1 figuré.

Plectospathodus flexuosus BRANSON & MEHL, 1933
(Pl. V , fig. 17)

1933 *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL n. sp.; BRANSON & MEHL, Conodont studies, p. 47, pl. 3, fig. 31-32.

1953 *Plectospathodus elegans* n. sp.; RHODES, British Lower Palaeozoic conodont faunas, p. 323, pl. 23, fig. 255, 263-264.

1964 *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL 1933; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 65, pl. 9, fig. 10; pl. 30, fig. 15, 16.

Diagnose : Une espèce du genre *Plectospathodus* à lame courbe avec une dent principale bien développée occupant une position médiane. La cavité basale est réduite.

Description : La dent principale est droite et est située au milieu de la lame dont les extrémités sont tournées vers le bas. Les denticules sont insérés sur la lame, les pointes étant orientées vers l'extérieur.

La cavité basale est réduite et n'occupe que la base de la cuspide.

Rapports et différences : *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, ressemble à *Plectospathodus alternatus* WALLISER 1964 par la courbure de la lame. Ces deux espèces se différencient par la présence d'une minuscule cavité basale et de denticules plus importante chez *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL.

Association : *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL a été extrait des échantillons en compagnie de *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL, 1933, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Lonchodina* cf. *greilingi* WALLISER, 1957, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Ozarkodina* cf. *ziegleri* WALLISER, 1957, *Ozarkodina media* WALLISER, 1964, *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1957), *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER, 1960 et *Synprioniodina silurica* WALLISER, 1964.

Répartition : Dans les Alpes carniques : de la zone à *Icriodus latialatus* WALLISER, 1964 au Dévonien inférieur
En Espagne : Sierra Negra, gisements n° 1, 2, 4 : Ludlowien supérieur - Gédinnien inférieur.

Matériel : 5 individus dont 1 figuré.

Genre *SPATHOGNATHODUS* BRANSON & MEHL, 1941

Spathognathodus inclinatus inclinatus (RHODES, 1953)

(Pl. V , fig. 16)

? 1933 *Ozarkodina simplex* BRANSON & MEHL, n. sp.; BRANSON & MEHL, Conodonts studies, p. 52, pl. 3, fig. 46, 47.

1953 *Prioniodella inclinatus* n. sp.; RHODES, British Lower Paleozoic conodont faunas, p. 324, pl. 23, fig. 233-235.

1957 *Spathognathodus inclinatus* (RHODES); WALLISER, Conodonten oberen Gothlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 47, pl.1, fig. 16-20.

1958 *Spathognathodus inclinatus* (RHODES); KOCKEL, Conodonten Paläozoikum Malaga Spanien,p. 258.

1960 *Spathognathodus* n. sp.; WALLISER, Scolecodonts Conodonts Vertebrates in BOUCUT and al., p. 35, pl. 8, fig. 7.

1960 *Spathognathodus inclinatus* RHODES; REMARCK-PETITOT, Contribution étude Conodontes Sahara, p. 250.

1962 *Spathognathodus dubius* ETHINGTON & FURNISH n. sp.; ETHINGTON & FURNISH, Silurian Devonian onodonts Spanish Sahara, p. 1286, pl. 172, fig. 1,2.

1962 *Spathognathodus inclinatus* (RHODES); ETHINGTON & FURNISH, Silurian Devonian Conodonts Spanish Sahara, p. 1286.

1962 *Spathognathodus inclinatus* (RHODES); WALLISER, Conodontenchronologie Silurs tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung Formationsgrenze, p. 283, fig. 1, n° 30.

1964 *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES 1953); WALLISER, Conodonten Silurs, p. 76, pl. 8, fig. 6; pl. 19, fig. 6-21.

Diagnose : Une espèce du genre *Spathognathodus* à lame très allongée et peu élevée portant de nombreux denticules de tailles sensiblement égales; le denticule principal est peu indiqué. La cavité basale est allongée mais peu élargie latéralement.

Description : Les 16 à 20 denticules de tailles sensiblement égales sont inclinés sur la lame. Le denticule principal est peu marqué. Le bord inférieur de la lame est légèrement arqué. La cavité basale est longue et occupe le tiers de la longueur de la lame. Par contre, elle n'est pas élargie latéralement.

Rapports et différences : *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES) ressemble beaucoup à *Spathognathodus inclinatus wurmi* BISCHOFF & SANNEMANN, 1958. Ces deux espèces se différencient par la courbure vers le bas des extremités des lobes chez *Spathognathodus inclinatus wurmi* BISCHOFF & SANNEMANN.

Association : *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES) a été extrait des échantillons en compagnie de *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL, 1933, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Lonchodina* cf. *greilingi* WALLISER, 1957, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Ozarkodina* cf. *fundamentata* (WALLISER, 1957), *Ozarkodina media* WALLISER, 1957, *Ozarkodina* cf. *ziegleri* WALLISER, 1957, *Plectospathodus alternatus* WALLISER, 1964, *Plectospathodus extensus* RHODES, 1953, *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964, *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER, 1960.

Répartition : En Bohême, en Bulgarie, dans les Alpes carniques, en Grande Bretagne, au Portugal, au Sahara : de la zone à *Spathognathodus sagitta sagitta* WALLISER, 1964 au Dévonien inférieur.
En Espagne : Sierra Negra : gisements n° 1, 2, 3, 5 : Ludlowien supérieur - Gédinnien inférieur.

BUS LILLE

Matériel : 8 individus dont 1 figuré.

Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis
WALLISER, 1964

(Pl. V , fig. 18)

1964 *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* n. s sp.; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 85-86, fig. 9; pl.9, fig. 15; pl. 20, fig. 7-16, 19-25.

1967 *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER; MASHKOVA, Conodonts Skola Borschov horizons Podolia, p. 498, pl. 1, fig. 7-11.

1967 *Spathognathodus steinhornensis* ZIEGLER; MASHKOVA, Conodonts Skala Borschov horizons Podolia, p. 498, pl. 1, fig. 1-6.

1968 *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER; LEGAULT, Contribution Canadian Palaeontology, p. 17-18, pl. 1, fig. 2-3, fig. 1 ? (= ? *Spathognathodus interpositus* MASHKOVA, 1970).

1969 *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER; FAHRAEUS, Conodont zones Ludlovian Gothland correlation Great Britain, pl. 1, fig. 9-11.

1969 *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER; FAHRAEUS, *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER 1960, fig. 1 A.

1970 *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER; MASHKOVA, Konodenty biozony *Spathognathodus steinhornensis* ostrova Vajnatch, p. 225, fig. 1; pl. 3, fig. 6; pl. 4, fig. 1; pl. 12, fig. 19; pl. 14, fig. 13.

1971 *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964; BULTYNCK & PELHATE, Découverte zone à *eosteinhornensis* Synclinorium Median Massif Armoricain, p. 192, fig. 2B1; pl. 1, fig.1-3.

1971 *Spathognathodus steinhornensis esoteinhornensis* WALLISER, 1964; BULTYNCK, Silurien supérieur Dévonien inférieur Sierra de Guadarrama Espagne centrale, p. 7-10, fig. 2, 24.

Diagnose : Une espèce du genre *Spathognathodus* à denticules d'aspect uniforme avec denticule principal légèrement différencié et lobes plus ou moins cordiformes, légèrement assymétriques et se situant principalement dans la moitié distale.

Description : Le nombre de denticules varie entre 12 et 17. Le denticule principal se situe dans la moitié distale. Les denticules sont serrés ou faiblement espacés.

L'axe longitudinal est rectiligne. Les lobes sont arrondis.
La cavité basale est profonde et se prolonge par un sillon jusqu'aux deux extrémités.

Rapports et différences : *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER ressemble fort à *Spathognothodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER, 1960 par l'allure générale des denticules. Ces deux espèces se différencient par la présence de 1 à 3 grands denticules situés à l'extrémité antérieure de la lame.

Association : *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER a été extrait des échantillons en compagnie de *Icriodus woschmidti* ZIEGLER, 1960, *Ligonodina* cf. *elegans* 1964, *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL, 1933, *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIGLER, 1960, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Neoprioniodus multiformis* WALLISER, 1964, *Ozarkodina* cf. *ziegleri* WALLISER, 1957, *Ozarkodina media* WALLISER, 1957, *Plectospathodus extensus* RHODES, 1953, *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1953), *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER 1960, *Synprioniodina silurica* WALLISER, 1964.

Répartition : Dans les Alpes carniques, en Bulgarie : Ludlowien supérieur.
En Espagne : Sierra de Guadarrama : Silurien supérieur-Dévonien inférieur
Sierra Negra, Gisements n° 1,5 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur

Matériel : 5 individus dont 1 figuré.

Spathognathodus steinhornensis remscheidensis ZIEGLER, 1960.

(Pl. VI , fig. 8)

1960 *Spathognathodus remscheidensis* n. sp.; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 194-196, pl. 13, fig. 1- 2, 4-5, 7-8, 10,14.

1960 *Spathognathodus* cf. *canadensis* WALLISER; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 196, pl. 13, fig. 3,9,11.

1960 *Spathognathodus* cf. *frankenwaldensis* BISCHOFF & SANNEMANN; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 196, pl. 13, fig. 13.

? 1960 *Spathognathodus* cf. *fundamentatus* WALLISER; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 197, pl. 13, fig.18.

1960 *Spathognathodus* ex.aff. *wurmi* BISCHOFF & SANNEMANN; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p.196, pl. 13, fig. 15.

1960 *Spathognathodus canadensis* n. sp.; WALLISER, Scolecodonts Conodonts Vertebrates in BOUCUT and al., p. 34, pl. 8, fig. 1-3.

1960 *Spathognathodus* cf. *canadensis* n. sp.; WALLISER, Scolecodonts Conodonts Vertebrates in BOUCUT and al., p. 34, pl. 8, fig.4-5.

1964 *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER 1960; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 87, pl. 9, fig. 24; pl. 20, fig. 26-28; pl. 21, fig. 1-2.

1966 *Spathognathodus remscheidensis* ZIEGLER; BARNETT & al. Conodonts Newshera reef Limestones, pl. 58, fig. 10, 11,16,17,19,20.

1966 *Spathognathodus remscheidensis* ZIEGLER, CLARK & ETHINGTON, Conodonts biostratigraphy Lower Middle Devonian Nevada Utahn p. 686, pl. 84, fig. 12,14.

1967 *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER; MASHKOVA, Conodonts skola Borschov Horizons Podolia, p. 499, pl. 2, fig.6-10.

? 1968 *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER; SCHULZE, Conodonten Palaözoikum mitteleren Karawanken Seeberggebiet, p. 228, pl. 17, fig. 12.

1969 *Spagnothodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER; CARLS & GANDL, Stratigraphie Conodonten Unter-Devons Ostlichen Iberischen Ketten NE-Spanien, p. 197-198, pl. 19, fig.2.

1969 *Spathognathodus remscheidensis* ZIEGLER; KLAPPER, Lower Devonian Conodont sequence Royal Creek Yukon Territory, p. 21-22, pl. 4, fig. 1-12.

1969 *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER; FÅHRAEUS, Conodont Zones Ludlovian Gothland Correlation Great Britain, pl. 1, fig. 12-13-15.

1970 *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER; MASHKOVA, Konodonty biozony *Spathognathodus steinhornensis* Ostrova Vejnatch, p. 225-226, pl. 4, fig. 1; pl. 14, fig. 14.

1971 *Spathodnathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER, 1960; BULTYNCK, Silurien supérieur Dévonien inférieur Sierra de Guadarrama, p. 11, fig. 4-10.

Diagnose : Une espèce du genre *Spathognathodus* à denticules d'aspect uniforme avec denticule principal différencié et avec 1 à 3 denticules plus importants à l'extrémité antérieure de la lame.

Description : Le nombre de denticules varie entre 12 et 19. Le denticule principal est généralement situé dans la moitié distale mais occupe parfois le centre de la lame.

A l'extrémité antérieure, il y a un à trois grands denticules parfois réunis en une crête. Les denticules de l'extrémité postérieure sont inclinés vers l'arrière. Le bord inférieur de la lame remonte à partir de la cavité basale vers les deux extrémités.

Les lobes sont nettement transversaux et de forme ovale. La cavité basale est profonde et se prolonge par un sillon vers les deux extrémités.

Rapports et différences : *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER diffère de *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964, par la présence, chez cette seconde espèce, de grands denticules à l'extrémité antérieure de la lame. *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER ressemble fort à *Spathognathodus steinhornensis repetitor* CARLS & GANDL, 1969 qui présente parfois plusieurs grands denticules sur l'extrémité antérieure de la lame. Cependant, ces deux espèces se différencient par la position de la cavité basale et la morphologie des lobes.

Association : *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER a été extrait des échantillons en compagnie de *Icriodus woschmidti* ZIEGLER, 1960, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Lonchodina* cf. *greilingi* WALLISER, 1957, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES, 1953), *Synprioniodina silurica* WALLISER, 1964, *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964.

Répartition : Dans les Alpes carniques : zones à *Icriodus woschmidti* ZIEGLER, 1960.
En Grande Bretagne : Ludlowien supérieur.
Aux U.S.A. Nevada : Dévonien inférieur.
En Espagne : Sierra de Guadarrama : Silurien supérieur-Dévonien inférieur.

Sierra Negra, gisements n° 1,2,3,5 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur

Matériel : 6 individus dont 1 figuré.

Genre *SYNPRIONIODINA* ULRICH & BASSLER, 1926

Synprioniodina silurica WALLISER, 1964
(Pl. V , fig. 15)

1964 *Synprioniodina silurica* n. sp.; WALLISER, Conodonten Silurs, p.88, pl. 6, fig. 12, pl. 8, fig. 18; pl. 29, fig. 38-41.

Diagnose : Une espèce du genre *Synprioniodina* à deux barres inégales dirigées vers le bas, à dent principale bien individualisée et à petite cavité basale.

Description : La barre antérieure courte porte 4 à 5 denticules. La barre postérieure porte 8 à 10 denticules, légèrement inclinés vers l'arrière. L'angle formé par ces deux barres est voisin de 120°. La dent principale est élancée et droite.

Rapports et différences : *Synprioniodina silurica* WALLISER ressemble fort à *Ozarkodina ziegleri* WALLISER, 1957. Cependant, ces deux espèces se différencient par l'aplatissement des deux barres et par l'inclinaison de la dent principale chez *Ozarkodina ziegleri* WALLISER.

Association : *Synprioniodina silurica* WALLISER a été extrait des échantillons en compagnie de *Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL, 1933, *Ligonodina salopia* RHODES, 1953, *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Lonchodina* cf. *greilingi* WALLISER, 1957, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Neoprioniodus* cf. *latidentatus* WALLISER, 1964, *Ozarkodina* cf. *fundamentata* (WALLISER,1957), *Ozarkodina media* WALLISER, 1957, *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL, 1933, *Spathognathodus inclinatus inclinatus* RHODES, 1953, *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER, 1964, *Spathognathodus steinhornensis remscheiensis*

densis ZIEGLER, 1960, et *Trichonodella* cf. *inconstans* WALLISER, 1957.

Répartition : Les Alpes carniques : Silurien.
En Espagne, Sierra Negra, Gisements n° 2 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 4 individus dont 1 figuré.

Genre *TRICHONODELLA* BRANSON & BRANSON, 1947

Trichonodella cf. *inconstans* WALLISER, 1957

(Pl. V , fig. 3)

1957 *Trichonodella inconstans* n. sp.; WALLISER, Conodonten oberen Gotlandium Deutschlands Karnischen Alpen, p. 50-51, pl. 3, fig. 10-17.

1960 *Trichonodella inconstans* WALLISER; WALLISER, Scolecodonts Conodonts Vertebrates in BOUCUT and al., p. 35, pl. 7,fig.11-12.

1960 *Trichonodella inconstans* WALLISER; ZIEGLER, Conodonten Rheinischen Unterdevon Remscheider Sattels, p. 197, pl. 14, fig. 14-17.

1962 *Trichonodella inconstans* WALLISER; ETHINGTON & FURNISH, Silurian Devonian Conodonts Spanish Sahara, p. 1287, pl. 173, fig. 7.

1962 *Trichonodella inconstans* WALLISER; REICHSTEIN, Conodonten Graptolithen einem Kakl-Mergal Geschiebe Unter-Ludlow, p.538.

1962 *Trichonodella inconstans* WALLISER; WALLISER, Conodontenchronologie Silurs Tieferen-Devons mit besonderer Berücksichtigung Formationsgrenze, p.283, fig. 1, n° 2.

1962 *Trichonodella* cf. *inconstans* WALLISER; JENTZSCH, Conodonten Tentaculitenknollenkalk Thüringen, p. 947, pl. 3, fig. 5,7.

1964 *Trichonodella inconstans* WALLISER, 1957; WALLISER, Conodonten Silurs, p. 90, pl. 8, fig. 8, pl. 30, fig. 10-12.

1965 *Trichonodella inconstans* WALLISER; PHILIP, Lower Devonian Conodonts Tyers area Gippsland Victoria, p. 112, pl. 9, fig. 15,25.

1966 *Trichonodella inconstans* Walliser; PHILIP, Lower Devonian Conodonts Moore Creek Limestone Northern New South Wales, p. 451, pl.3, fig.23; pl. 4, fig. 21,23.

1969 *Trichonodella inconstans* Walliser; PHILIP, Silurian Conodonts Dirk Hartog Formation Western Australia, p. 295, pl. 18, fig. 9, 12,14-15.

Description : La forme observée présente 2 barres formant un angle de 80° environ. Chacune de ces barres portent 3 à 4 denticules cylindriques et espacés. La dent principale est droite et occupe une position médiane. La cavité basale est située sous la cuspide.

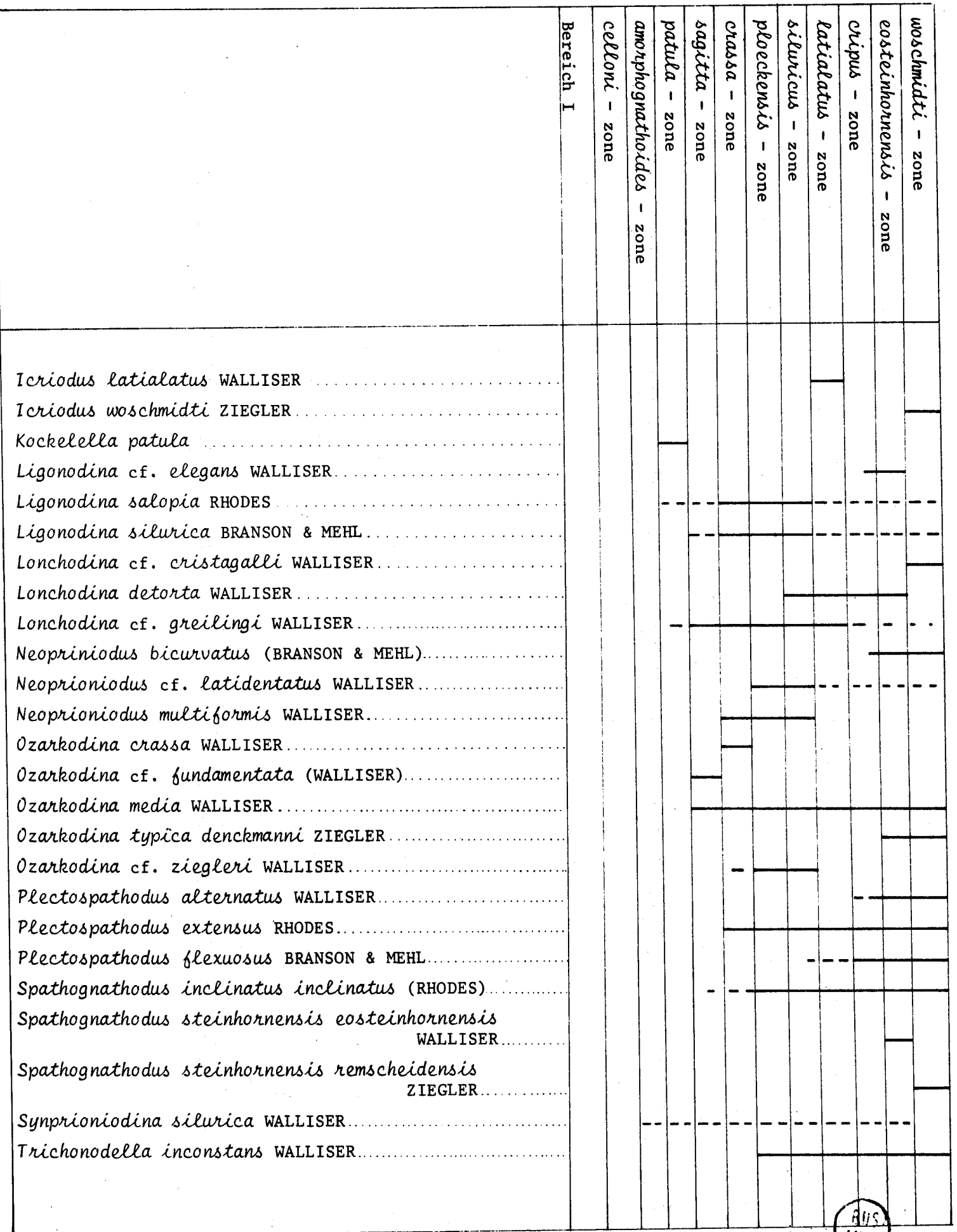
Rapports et différences : *Trichonodella* cf. *inconstans* WALLISER diffère de *Trichonodella inconstans* WALLISER 1964 par l'observation de lobes latéraux qui forment de petits bourrelets comparables à ceux de *Trichonodella excavata* (BRANSON & MEHL, 1933).

Association : *Trichonodella* cf. *inconstans* WALLISER a été extrait des échantillons en compagnie de *Lonchodina detorta* WALLISER, 1964, *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON & MEHL, 1933), *Plectospathodus alternatus* WALLISER, 1964, *Synprioniodina silurica* WALLISER, 1964.

Répartition : En Bohême, dans les Alpes carniques, en Bulgarie, en Allemagne, en Grande Bretagne : de la zone à *Spathognathodus sagitta sagitta* au Dévonien inférieur.
En Australie : Dévonien inférieur.
En Espagne : Sierra Negra, gisements n° 1,2 : Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

Matériel : 3 individus dont 1 figuré.

V- REPARTITION BIOSTRATIGRAPHIQUE DES CONODONTES ETUDIES



BUS LILLE

Tabl. 6.- TABLEAU BIOSTRATIGRAPHIQUE DES CONODONTES ETUDIES.

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE DES GRAPTOLITES

Sommaire:

I - INTRODUCTION

I-1. Aspect des Graptolites à la surface de la roche

I-1.1. Les déformations dues à la fossilisation

I-1.2. Les déformations dues aux mouvements tectoniques

I-I.3. Les Graptolites géants

I-2. Techniques d'études des Graptolites

I-2.1. La recherche et le prélèvement des échantillons

I-2.2. La figuration des fossiles

I-2.3. La classification utilisée

I-2.4. Index des différents paramètres utilisés pour la détermination des Graptolites

I-3. Historique des principales découvertes des Graptolites dans le secteur étudié

II - INVENTAIRE DES GISEMENTS GRAPTOLITIQUES DE LA REGION DE BENASQUE

III - ETUDE SYSTEMATIQUE DES GRAPTOLITES RENCONTRES

IV - REPARTITION BIOSTRATIGRAPHIQUE DES GRAPTOLITES ETUDIES

I - INTRODUCTION

Les graptolites sont des organismes fossiles, marins et pélagiques, vivant en colonie. Leur morphologie et leur structure permettent de les rapprocher des Rhabdopleuridés actuels. L'apogée du groupe des Graptolites se situe pendant l'Ordovicien et le Silurien. Par leur évolution rapide et leur vaste répartition géographique, les Graptolites sont d'excellents fossiles stratigraphiques.

Dans le secteur étudié, les terrains siluriens sont toujours affectés par plusieurs schistosités qui coupent le plan de stratigraphie. L'observation et l'étude des empreintes de Graptolites quand elles sont possibles, permettent d'entrevoir les structures des couches et de se localiser dans la stratigraphie de cette série monotone constituée de schistes noirs.

I -1. Aspect des Graptolites à la surface de la roche

Les Graptolites que l'on recueille dans la plupart des gisements ne sont, en général, que des fragments d'un organisme plus important mais fragile. Le fossile que l'on observe n'a plus la morphologie de l'organisme vivant. Il faut donc analyser , avant la détermination, l'ensemble des différentes déformations que l'empreinte a subies.

I -1.1. Les déformations dues à la fossilisation

Lors du dépôt des rha dosomes, les thèques peuvent prendre des orientations différentes. Pendant la diagenèse, la compaction des sédiments produit une déformation des Graptolites en écrasant les thèques dans le plan de stratification. On n'observe en général qu'une empreinte sur laquelle les thèques présentent parfois des aspects différents bien qu'elles appartiennent à un même rhabdosome.

La chitine, matière constituante principale des tests de ces organismes est rarement conservée lors de la fossilisation. Les Graptolites rencontrés à la surface des feuillets schisteux sont minéralisés en pyrite ou épigénisés en gümbelite qui se présente sous forme de lamelles micacées, écailleuses blanchâtres. Ces empreintes sont généralement très fragiles.

I -1.2. Les déformations dues aux mouvements tectoniques

Dans les terrains schisteux, les Graptolites sont observés quand la schistosité est parallèle à la stratification. Avec l'apparition

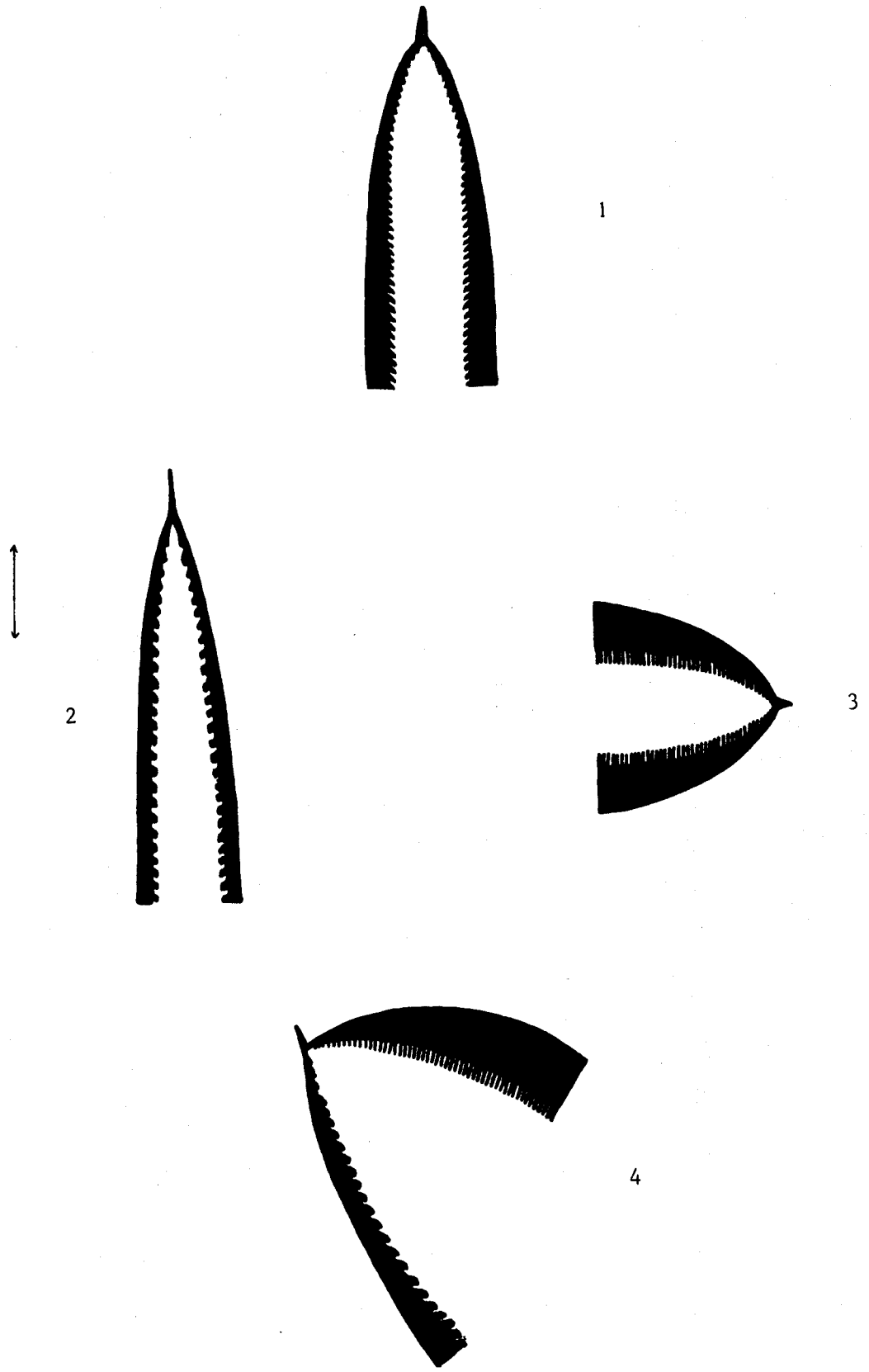


Fig.64.-DEFORMATIONS OBSERVEES SUR DES *DIDYMOGRAPTUS* (A.PHILIPPOT, 1950).

Grossiment x 2 1.-*Didymograptus* non déformé.
2,3,4.-*Didymograptus* déformé par la linéation.

de la schistosité, les Graptolites présentent une direction privilégiée d'étirement qui est parallèle à la linéation. Selon la position des rhabdosomes sur la plaque schisteuse, certains Graptolites présentent un étirement du rhabdosome se traduisant par un grand espacement des thèques, si le rhabdosome est parallèle à la linéation. Si au contraire, il est perpendiculaire à cette linéation, il présentera un épaississement du rhabdosome.

La figure 65, schématisant un Graptolite du genre *Didymograptus*, montre qu'un même organisme peut présenter une branche très fine et l'autre, au contraire, très large ; ceci rend compte des difficultés rencontrées lors de la détermination des Graptolites recueillis dans des terrains très tectonisés.

I-1.3. Les Graptolites géants

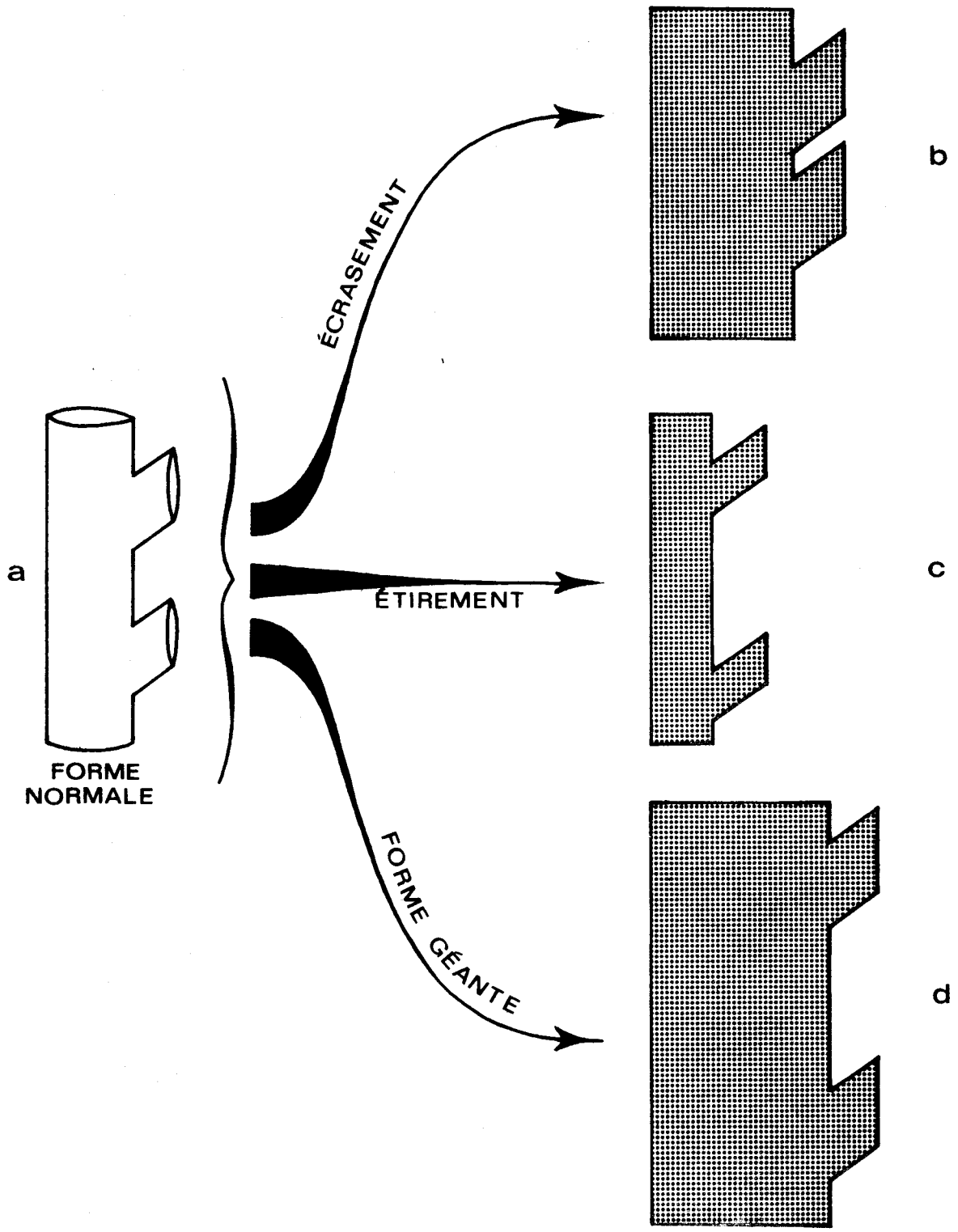
Dans les Pyrénées, mais surtout au Portugal et au Maroc, une faune spéciale de Graptolites géants a été découverte. Les formes géantes sont caractérisées par une grande taille du rhabdosome d'une part et par un grand espacement des thèques, d'autre part. Pour expliquer la grande taille de ces empreintes qui peuvent atteindre 3 à 4 fois la largeur des empreintes normales, on fait généralement appel à un écrasement particulièrement important de ces organismes. Dans ce cas, l'espacement entre deux thèques consécutives est réduit (fig. 66 b). De même un étirement, s'il explique l'espacement important des thèques, entraîne automatiquement un amincissement du rhabdosome (fig. 66 c).

Pour aboutir à une forme géante, il faut admettre une modification de taille propre à l'animal vivant. Il semble par ailleurs évident que des causes externes au fossile, comme un écrasement ou un étirement, dues à la fossilisation et à ses viccissitudes, se seraient appliquées à toutes les formes d'un même gisement et non de manière préférentielle à certains individus (fig. 66 d).

I-2. Techniques d'Etudes des Graptolites

I-2.1. La recherche et le prélèvement des échantillons

Lors de la découverte d'un gisement graptolitique, les Graptolites ont été recherchés directement sur le terrain par délitage de la roche en restituant le plus possible les différentes associations des faunes. Seules les empreintes qui m'ont paru déterminables ont été recueillies. Généralement, ces empreintes sont dans un mauvais état de conservation en raison de l'altération superficielle des schistes noirs.



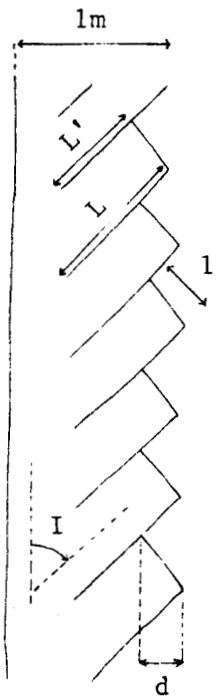
BUS
LILLE

Fig.65.-MORPHOLOGIE DES GRAPTOLITES GEANTS.

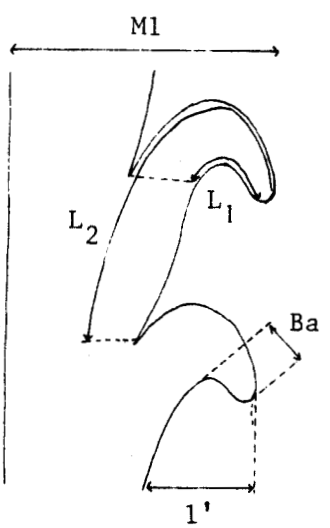
I-2.2. La figuration des fossiles

Les différents Graptolites ont été observés à la loupe binoculaire et dessinés pour la plupart d'entre eux à la chambre claire au grossissement 6.

Pour permettre des comparaisons entre les individus dessinés et les individus photographiés, la plupart de ces représentations de Graptolites a été effectuée au grossissement 3.



lm = largeur moyenne du rhabdosome
L = longueur de la théque normale
L' = portion de théque recouverte par la suivante
l = largeur de la théque
d = portion dentée de la théque
I = inclinaison de la théque sur l'axe du rhabdosome



Ml = largeur maximaledu rhabdosome

Is = $\frac{L_1}{L_2}$ = portion de la théque isolée

Ba = portion de la théque recourbée en un barbillon

l' = portion normale de la théque

Fig.66.-LES PARAMETRES UTILISES LORS DE LA DETERMINATION DES GRAPTOLITES.

I- 2.3. La classification utilisée

Pour cette étude, je me suis servi de l'ouvrage de G.WATERLOT (1945) intitulé " Les Graptolites du Maroc" dans lequel il donne de nombreuses planches de Graptolites et une clef de déterminations sous forme de tableau. En effet, les analogies entre les faunes du Maroc, du Portugal, de Sardaigne et des Pyrénées ne sont plus à démontrer. La classification utilisée dans ce mémoire est celle déjà employée par G.L. ELLES & E.M.R. WOOD (1901-1913) et modifiée par G. WATERLOT (1945) par l'addition de subdivisions supplémentaires en séries pour l'étude des Monograptidés.

I -2.4. Index des différents paramètres utilisés pour la détermination des Graptolites.

Je voudrais rappeler, avant d'aborder l'étude des Graptolites, les différents paramètres et abréviations généralement utilisés pour la détermination des Graptolites.

B : bord de l'ouverture de la thèque
Ba: fraction de la région libre recourbée en un barbillon
Cr: portion de la thèque enroulée en forme de croche
I : angle d'inclinaison moyenne des thèques sur l'axe du rhabdosome
Is: portion de la thèque isolée
L : longueur du rhabdosome
Lo: portion de la thèque enroulée en lobe
Lt: longueur de la thèque normale
L/1 : rapport de la longueur des thèques à leur largeur
lm : largeur moyenne du rhabdosome
Ml : largeur maximale du rhabdosome
Rl : rapport de la région dentée à la largeur totale du rhabdosome
Rt : recouvrement des thèques
Th : nombre de thèques comptées sur 1 cm de longueur de rhabdosome

I - 3. Historique des principales découvertes des Graptolites dans le secteur étudié.

Les premiers Graptolites furent signalés par N. BOUBEE (1845) dans les Barousses et à Marignac (Hautes-Pyrénées). Mais les premières études des Graptolites des Pyrénées centrales furent entreprises par Ch. BARROIS (1892) qui examina d'importantes collections recueillies par M. CARALP, M. GOURDON et J. ROUSSEL.

M. DALLONI (1910) dans son étude des Pyrénées à l'Aragon, signale des gisements graptolitiques dans la région de Benasque. Au pont de Cuberre, situé à quelques kilomètres en amont de Benasque, il avait reconnu *Monograptus priodon* (BRONN, 1835) et M. *becki* (BARRANDE, 1850). Dans la Sierra Negra, il découvre de beaux gisements graptolitiques qui lui ont livré M. *priodon* (BRONN, 1835), M. *spiralis* (HISINGER, 1837), M. *sedgwickii* (BARRANDE, 1850) et M. *becki* (BARRANDE, 1850). Il observe également dans la vallée de Castanesa des schistes noirs renfermant M. *convolutus* (HISINGER, 1837), M. *halli* (BARRANDE, 1850), M. *nilssoni* (BARRANDE, 1850) (*Cyrtograptus*) et *Rastrites sp.*

Des recherches récentes ont permis de découvrir d'autres gisements et également d'autres espèces. C'est ainsi que des Graptolites de type sarde, présentant des caractères de gigantisme, furent recueillis par M. WATERLOT (1963). Ces Graptolites géants furent étudiés par G. WATERLOT qui reconnut *Monograptus latus* (Mc COY, 1848), M. *flemingii* (SALTER, 1852), M. *mutiliferus* var. *strigosus* GORTANI, 1922 et M. *uncinatus* var. *taricco*i GORTANI, 1922.

II - INVENTAIRE DES GISEMENTS GRAPTOLITIQUES DE LA REGION DE BENASQUE

L'ordre dans lequel est abordée l'étude des différents gisements graptolitiques est guidé par l'itinéraire géographique. Les gisements situés à l'Ouest du secteur étudié, dans la vallée du Rio Esera, sont des gisements déja décrits dans la littérature (n° 1 et 3) et ils sont très facilement accessibles. Les autres sont de nouveaux gisements.

Le numéro d'ordre attribué à chaque gisement est utilisé dans l'étude systématique des Graptolites; il figure sur la carte de situation des différents gisements et dans le tableau biostratigraphique.

Pour chaque gisement, on trouve :

- la situation géographique du point d'affleurement avec ses coordonnées exprimées en degrès * (placées entre parenthèses) sur les cartes topographiques des Posets et de la Maladetta à l'échelle 1/25 000,
- le niveau stratigraphique du gisement,
- la liste des Graptolites recueillis,
- l'état de conservation des fossiles.

---

* Rappel : le méridien "origine" pour les cartes espagnoles est celui de Madrid.

Gisement n° 1 : Gisement du pont de Cuberre

- A 3,8 km au Nord de Benasque, sur la rive gauche du Rio Esera, l'affleurement est situé sur le côté gauche de la route Benasque-Les Bains de Benasque, à quelques dizaines de mètres en aval du pont de Cuberre, à la hauteur de la borne kilométrique 100. (4°13'55" - 42°37'25"). Altitude : 1240 m.
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

  Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
  Monograptus latus (Mc COY, 1848)
  Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922
  Monograptus uncinatus var. *tariccoi* GORTANI, 1922

- Conservation : Graptolites totalement épigénisés en gumbelite , sous forme de paillettes micacées blanchâtres.

Gisement n° 2 : Gisement du Mont 1310 m

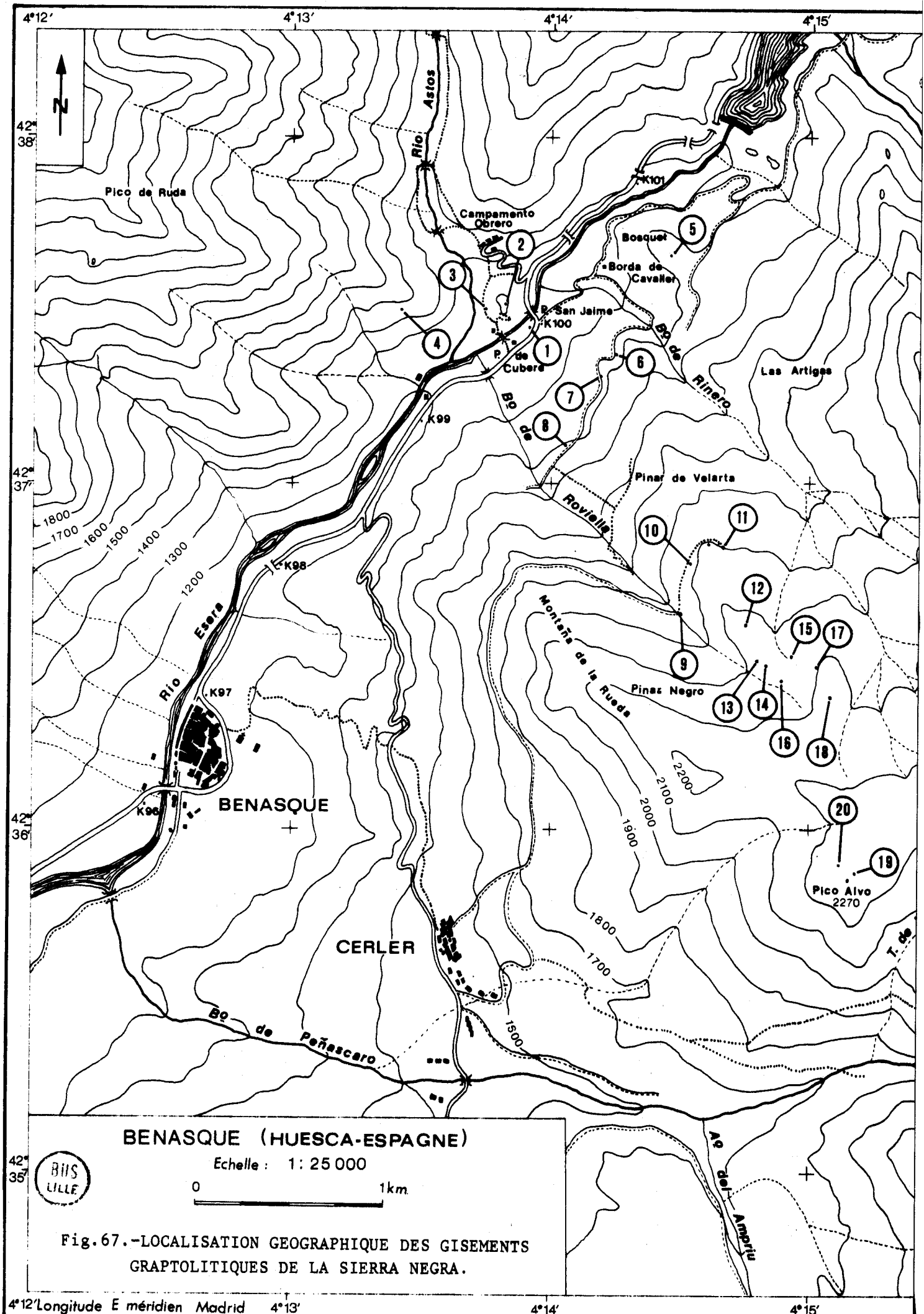
- En amont de la confluence du Rio Astos et du Rio Esera, entre les ruines du vieux pont San Jaime et le pont de Cuberre (4°13'50" - 42°37'30"). Altitude : 1280 m
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

  Monograptus latus (Mc COY, 1848)
  Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922
  Monograptus uncinatus var. *tariccoi* GORTANI, 1922

- Conservation ; les Graptolites sont épigénisés en gumbelite et sont généralement en mauvais état dans des schistes noirs à patine d'altération de couleur rouille.

Gisement n° 3 : Gisement de la vallée du Rio Astos

- Sur la rive gauche du Rio Astos, le long du sentier qui relie les ruines du pont San Jaime au Campamento Obrero, à 200 m environ en amont du pont. (4°13'45" - 42°37'30"). Altitude : 1250 m



BENASQUE (HUESCA-ESPAGNE)

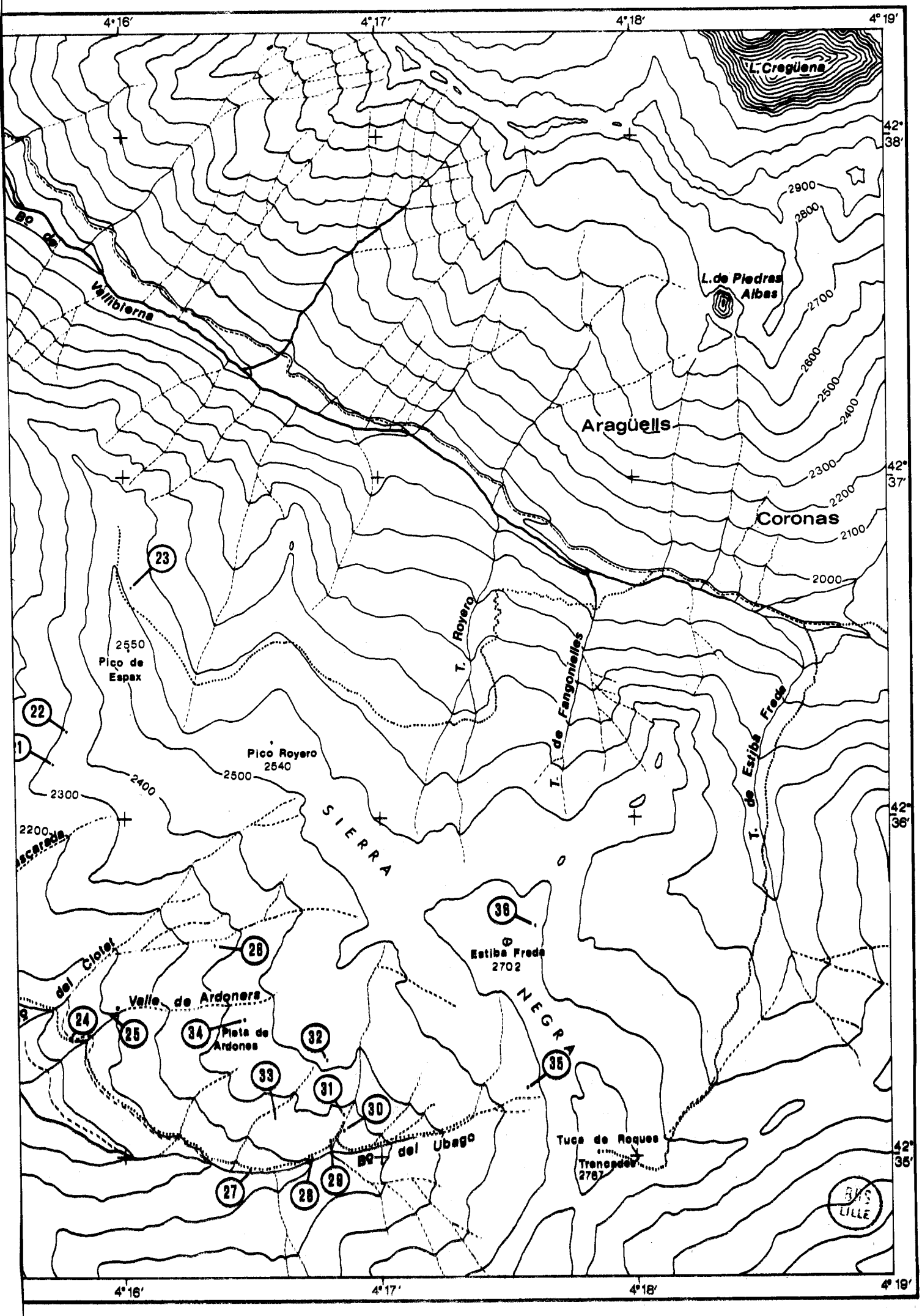
Echelle : 1 : 25 000

0 1km

BIIS LILLE

Fig.67.-LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES GISEMENTS GRAPTOLITIQUES DE LA SIERRA NEGRA.

4°12'Longitude E méridien Madrid 4°13' 4°14' 4°15'



4°16′
4°17′
4°18′
4°19′
42° 38′
42° 37′
42° 36′
42° 35′
L. Cregüena
L. de Piedras Albas
Aragüells
Coronas
Bº de Vallibierna
2900
2800
2700
2600
2500
2400
2300
2200
2100
2000
T. Royero
T. de Fangonielles
T. de Estiba Freda
2550
Pico de Espax
Pico Royero
2540
SIERRA NEGRA
Estiba Freda
2702
Valle de Ardoners
Pieta de Ardones
Bº del Ubago
Tuca de Roques
Trencades
2767
23
22
21
26
24
25
34
32
33
31
30
35
36
27
28
29

- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
Monograptus latus (Mc COY, 1848)
Monograptus mutuliferus var.*strigosus* GORTANI, 1922
Monograptus uncinatus var.*tariccoi* GORTANI, 1922

- Conservation : Empreintes micacées, généralement bien conservées dans des schistes noirs à patine gris-bleuté.

Gisement n° 4 : Gisement à la base du Pic de Ruda

- Sur la rive droite du Rio Astos, à 250 mètres au Nord-Ouest de la confluence du Rio Astos et du Rio Esera. (40°13'30" - 42°37'25"). Altitude : 1350 m
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

Monograptus latus (Mc COY, 1848)
Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922

- Conservation : Empreintes de raptolites géants en très mauvais état.

Gisement n° 5 : Gisement du Bosquet

- Sur le versant septentrional du Mont côté 1463 m, à 300 m environ au Nord-Est de la grange de Cavaler. (4°14'25" - 42°37'40"). Altitude : 1440 m
- Llandoverien moyen et supérieur
- Graptolites :

Monograptus cf.*elongatus* TORNQUIST, 1899
Monograptus communis communis LAPWORTH, 1876
Monograptus decipiens TORNQUIST, 1899
Monograptus delicatulus ELLES & WOOD, 1913
Monograptus dextrorsus LINNARSSON, 1881
Monograptus distans (PORTLOCK, 1843)
Monograptus gemmatus (BARRANDE, 1850)
Monograptus involutus (LAPWORTH, 1876)
Monograptus mirus (PERNER, 1897)

- Conservation : Belles empreintes épigénisées en pyrite oxydée.

Gisement N° 6 : 1er gisement du flanc occidental de la Sierra Negra;
Altitude : 1360 m

- A l'extrémité occidentale de la Sierra Negra, le long de la piste qui monte en direction de la Montagne de la Rueda, à 200 m environ au Sud du passage à gué du Barranco de Rinero.
(4°14'15" - 42°37'20"). Altitude 1360 m.
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
Monograptus latus (Mc COY, 1848)
Monograptus uncinatus var. *taricco*i GORTANI, 1922

- Conservation : Empreintes épigénisées en gumbelite, en bon état.

Gisement n° 7 : 2ème gisement du flanc occidental de la Sierre Negra;
Altitude : 1380 m

- Sur la piste inachevée sur le flanc Ouest de la Sierra Negra, à mi-chemin entre le Barranco de Rinero et le Barranco de Roviella.
(4°14'10" - 42°37'15"). Altitude : 1380 m
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
Monograptus uncinatus var. *taricco*i GORTANI, 1922

- Conservation : Empreintes épigénisées en gumbelite, bien conservées.

Gisement n° 8 : 3ème gisement du flanc occidental de la Sierra Negra;
Altitude : 1400 m

- Sur le talus gauche de la piste reliant la vallée du Barranco de Rinero à la vallée du Barranco de Roviella, à 300 mètres au Sud du gisement n° 7.
(4°14'05" - 42°37'08"). Altitude : 1400 m
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
Monograptus lamarmorae (MENEGHINI em. GORTANI, 1922
Monograptus latus (Mc COY, 1848)
Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922

Gisement n° 9 : Gisement de la vallée du Barranco de Roviella

- Sur le versant droit de la vallée du Barranco de Roviella, à une dizaine de mètres du passage à gué, sur la piste qui descend au village de Cerler.
  (4°14'30" - 42°36'32"); altitude : 1850 m
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

  Monograptus latus (Mc COY, 1848)
  Monograptus sp. indét.

- Conservation : Empreintes de Monograptidés géants en mauvais état de conservation.

Gisement n° 10 : 1er gisement du bois de pins de Velarta; Altitude : 1880 m

- Sur le sentier qui traverse le bois de pins de Velarta, dans le prolongement de la piste de Cerler, à quelques 500 mètres du gisement n° 9. Altitude : 1880 m
  (4°14'39" - 42°36'49")
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

  Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
  Monograptus mutuliferus var.*strigosus* GORTANI, 1922

- Conservation : Empreintes de graptolites épigénisés en gumbelite.

Gisement n° 11 : 2ème gisement du bois de pins de Velarta; Altitude : 1900 m

- A la sortie du bois de pins de Velarta, sur le côté droit du sentier, à 100 m du gisement n° 9.
  (4°14'40" - 42°36'48"). Altitude : 1900 m
- Wenlockien supérieur Ludlowien inférieur
- Graptolites :

  Monograptus sp. indét.

- Conservation : Monograptidés fossilisés dans des calcaires noirs renfermant *Cardiola interrupta* SOWERBY, 1854.

Gisement n° 12 : 1er gisement Nord du Barranco de Roviella,
Altitude : 2020 m

- Sur la crête Nord du Barranco de Roviella, à 350 mètres environ au Sud-Est du gisement n° 10.
(4°14'45" - 42°36'35"). Altitude : 2020 m
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
Monograptus latus (Mc COY, 1848)
Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922
Monograptus uncinatus var. *taricco*i GORTANI, 1922

- Conservation : Empreintes blanchâtres bien conservées.

Gisement n° 13 : 2ème gisement Nord du Barranco de Roviella;
Altitude : 2040 m

- Sur le versant septentrional de la vallée du Barranco de Roviella, à 200 mètres au Sud-Est du gisement n° 11.
(4°14'48" - 42°36'30"). Altitude 2040 m
- Llandoverien supérieur
- Graptolites :

Monograptus circularis ELLES & WOOD, 1913
Monograptus halli (BARRANDE, 1850)
Monograptus intermedius CARRUTHERS, 1868
Monograptus involutus LAPWORTH, 1876
Monograptus mirus PERNER, 1897
Monograptus nicholsoni PERNER, 1897
Monograptus priodon (BRONN, 1835)
Monograptus runcinatus LAPWORTH, 1876

- Conservation : Belles empreintes épigénisées en pyrite oxydée.

Gisement n° 14 : 3ème gisement Nord du Barranco de Roviella;
Altitude : 2040 m

- Sur la crête , délimitée par la vallée du Barranco de Roviella au Sud et le talweg du Barranco de Rinero au Nord, à 50 mètres au Sud-Est du gisement n° 12.
(4°14'50" - 42°36'28"). Altitude : 2040 m
- Wenlockien supérieur

- Graptolites :

Monograptus antennularius (MENEGHINI, 1857)
Monograptus chimaera var. *semi-spinosus* ELLES & WOOD, 1911
Monograptus flexilis flexilis ELLES, 1900
Monograptus sardous GORTANI, 1922

- Conservation: Empreintes épigénisées en gümbelite, en plus ou moins bon état.

Gisement n° 15 : Gisement du talweg de Velarta

- Au fond du talweg de Velarta
(4°14'56" - 42°36'30"). Altitude : 2030 m

- Llandoverien supérieur

- Graptolites :

Monograptus communis communis LAPWORTH, 1876
Monograptus distans (PORTLOCK, 1843)
Monograptus holmi PERNER, 1897
Monograptus intermedius (GARRUTHERS, 1868)
Monograptus involutus LAPWORTH, 1876
Monograptus nicholsoni PERNER, 1897
Monograptus priodon (BROWN, 1835)
Monograptus undulatus ELLES & WOOD, 1913

- Conservation : Empreintes épigénisées en gümbelite

Gisement n° 16 : 4ème gisement Nord de la vallée du Barranco de Roviella; Altitude : 2050 m

- Sur le flanc droit de la vallée du Barranco de Roviella, à 50 mètres au Sud du gisement n° 14
(4°14'54" - 42°36'25"). Altitude : 2050 m

- Wenlockien supérieur

- Graptolites :

Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
Monograptus flexilis flexilis ELLES, 1900
Monograptus latus (Mc COY, 1848)
Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922
Monograptus riccartonensis LAPWORTH, 1876
Monograptus uncinatus orbatus WOOD, 1900
Monograptus uncinatus var. *taricco*i GORTANI, 1922

- Conservation : Empreintes épigénisées en gümbelite en bon état de conservation.

Gisement n° 17 : Gisement Nord du talweg de Velarta, cote 2100 m

- Sur le versant droit du talweg du Barranco de Rinero, à 100 m au Sud-Est du gisement n° 14.
(4°15'02" - 42°36'28"). Altitude 2100 m.
- Tarannonien inférieur
- Graptolites :

Monograptus marri PERNER, 1897
Monograptus undulatus ELLES & WOOD, 1913
Monograptus sp. indét.

- Conservation : Empreintes altérées.

Gisement n° 18 : Gisement Ouest du talweg de Rinero

- Sur la ligne de crête entre le talweg de Rinero et le barranco de Roviella, à 100 mètres au Sud-Est du gisement n° 16.
(4°15'05" - 42°36'22"). Altitude : 2120 m.
- Llandovérien supérieur - Tarannonien inférieur
- Graptolites :

Monograptus acus LAPWORTH, 1882
Monograptus undulatus ELLES & WOOD, 1913

- Conservation : Empreintes épigénisées en gümbelite.

Gisement n° 19 : 1er gisement du Pico Alvo, Altitude : 2260 m

- Sur la ligne de faîte qui relie le Pico Alvo au Pico de Espax
(4°15'103 - 42°35'50"). Altitude : 2260 m
- Llandovérien supérieur-Tarannonien.

Graptolites :

Monograptus communis communis LAPWORTH, 1876
Monograptus priodon (BRONN, 1835)
Monograptus proteus (BARRANDE, 1850)
Monograptus runcinatus LAPWORTH, 1876
Monograptus spiralis (GEINITZ, 1842)

- Conservation : Empreintes épigénisées en gümbelite et en pyrite oxydée.

Gisement n° 20 : 2ème gisement du Pico Alvo, altitude 2250 m

- Sur le flanc occidental du Pico Alvo, à 100 m à l'ouest du gisement n° I8 (4°15'08" - 42°35'52"). Altitude : 2250 m
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

Monograptus ballaesus GORTANI, 1922
Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
Monograptus flexilis flexilis ELLES, 1900
Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922
Monograptus suessi PERNER, 1899

- Conservation : Empreintes épigénisés en gumbelite.

Gisement n° 21 : 1er gisement Ouest du Pico de Espax, altitude : 2330 m

- Près de la crête entre le Pico Alvo et le Pico de Espax, à mi-chemin entre les deux sommets.
  (4°15'45" - 42°36'10"). Altitude : 2330 m
- Ludlowien inférieur .
- Graptolites :

Monograptus chimaera var. *semi-spinosus*
Monograptus sp. indét.

- Conservation : Empreintes étirées par la schistosité, en mauvais état de conservation.

Gisement n° 22 : 2ème gisement Ouest du Pico de Espax, Altitude : 2320 m

- A 200 mètres au Nord du gisement n° 20, sur le flanc occidental du Pico de Espax.
  (4°15'48" - 42°30'15"). Altitude : 2320 m
- Llandovérien supérieur-Tarannonien inférieur
- Graptolites :

  Monograptus acus LAPWORTH, 1882
  Monograptus halli (BARRANDE, 1850)

- Conservation : Empreintes épigénisées en gümbelite légèrement déformées.

Gisement n° 23 : Gisement Nord du Pico de Espax.

- A 300 mètres au Nord du sommet du Pico Espax, sur le flanc oriental (4°16'03" - 42°36'40"). Altitude : 2420 m.
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

  Monograptus latus (Mc COY, 1848)
  Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922

- Conservation : Empreintes épigénisées en gümbelite

Gisement n° 24 : Gisement de la valle de Ardoners; altitude : 2050 m

- Sur le versant droit de la valle de Ardoners, à un niveau légèrement plus bas que celui d'un canal d'irrigation.
  (4°15'47" - 42°35'16"). Altitude : 2050 m
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

  Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
  Monograptus latus (Mc COY, 1848)
  Monograptus uncinatus var. *taricco*i GORTANI, 1922

- Conservation : Empreintes moulées par la gümbelite, généralement bien conservées.

Gisement n° 25 : 2ème gisement de la valle de Ardoners; Altitude : 2100 m

- Sur la crête délimitée par le Barranco del Clotet et la valle de Ardoners.
  (4°15'10" - 42°35'25"). Altitude : 2100 m
- Llandovérien supérieur-Tarannonien

- Graptolites :

Monograptus halli (BARRANDE, 1850)
Monograptus holmi PERNER, 1897
Monograptus proteus (BARRANDE, 1850)
Monograptus sedgwickii (PORTLOCK, 1843)

- Conservation : Empreintes moulées par la gümbelite et plus ou moins bien conservées.

Gisement n° 26 : Gisement du Barranco del clotet

- Sur le versant gauche de la vallée du Barranco del Clotet (4°16'20" - 42°35'35"). Altitude : 2340 m
- Wenlockien
- Graptolites :

Monograptus sp. indét.

- Conservation : Empreintes déformées dans des schistes métamorphisés.

Gisement n° 27 : 1er gisement Nord de la Vallée du Barranco de Peñascaro. Altitude :2160 m

- Sur le flanc droit de la vallée du Barranco del Ubago. (4°16'25" - 42°34'03"). Altitude : 2160 m
- Llandovérien moyen et supérieur
- Graptolites :

Monograptus amphibolus TORNQUIST, 1881
Monograptus decipiens TORNQUIST, 1899
Monograptus delicatulus ELLES & WOOD, 1913
Monograptus distans (PORTLOCK, 1843)
Monograptus gemmatus (BARRANDE, 1850)
Monograptus halli (BARRANDE, 1850)
Monograptus intermedus (CARRUTHERS, 1868)
Monograptus involutus LAPWORTH, 1876
Monograptus lobiferus (Mc COY, 1850)
Monograptus mirus PERNER, 1898
Monograptus nodifer TORNQUIST, 1881
Monograptus planus (BARRANDE, 1850)
Monograptus priodon (BRONN, 1835)
Monograptus undulatus ELLES & WOOD, 1913

- Conservation : Empreintes épigénisées en pyrite oxydée, très bien conservées.

- Gisement n° 28 : 2ème gisement Nord de la vallée du Barranco de Penascaro; altitude : 2220 m

  - A 200 mètres à l'Ouest du gisement n° 24, sur le versant droit de la vallée du Barranco del Ubago (4°16'44" - 42°34'01"). Altitude : 2220 m

  - Llandovérien moyen et supérieur

  - Graptolites :

    Monograptus delicatulus ELLES & WOOD, 1913
    Monograptus distans (PORTLOCK, 1843)
    Monograptus holmi PERNER, 1897
    Monograptus mirus PERNER, 1897

  - Conservation : Empreintes de couleur rouille, en bon état de conservation.

- Gisement n° 29 : 1er gisement du Barranco del Ubago; Altitude : 2240 m

  - Sur la rive droite du talweg de Estiba Freda, à une vingtaine de mètres au Nord de la confluence avec le Barranco del Ubago. (4°16'50" - 42°35'02"). Altitude : 2240 m

  - Llandovérien moyen et supérieur

  - Graptolites :

    Monograptus decipiens TORNQUIST, 1899
    Monograptus intermedius (CARRUTHERS, 1868)

  - Conservation : Empreintes épigénisées en pyrite oxydée, très bien conservées.

- Gisement n° 30 : 2ème gisement du Barranco del Ubago; Altitude : 2260 m

  - Sur la rive gauche du talweg de Estiba Freda, à 70 mètres environ en amont du gisement n° 26 (4°16'52" - 42°35'04"). Altitude : 2260 m

  - Llandovérien supérieur - Tarannonien inférieur

  - Graptolites :

    Monograptus acus LAPWORTH, 1882
    Monograptus halli (BARRANDE, 1850)
    Monograptus holmi PERNER, 1897
    Monograptus nicholsoni PERNER, 1897

Monograptus proteus (BARRANDE, 1850)
Monograptus sedgwickii (PORTLOCK, 1843)
Monograptus tortilis LINNARSSON, 1881
Retiolites geinitzianus geinitzianus (BARRANDE, 1850)

- Conservation : Empreintes épigénisées en bon état de conservation.

Gisement n° 31 : 3ème gisement du Barranco del Ubago; Altitude : 2280 m

- Sur le flanc droit du talweg de Estiba Freda, à 50 mètres en amont du gisement n° 27
(4°16'52" - 42°35'07"). Altitude : 2280 m

- Wenlockien

- Graptolites :

Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922
Monograptus priodon (BRONN, 1835)
Monograptus riccartonensis LAPWORTH, 1876

- Conservation : Empreintes en gümbelite légèrement déformées

Gisement n° 32 : 1er gisement du talweg de la Pleta de Ardones.
Altitude : 2420 m

- Sur le flanc gauche de la vallée du Rio Negra.
(4°16'48" - 42°35'16"). Altitude : 2420 m

- Llandovérien

- Graptolites :

Monograptus elongatus TORNQUIST, 1899
Monograptus involutus LAPWORTH, 1876

- Conservation : Empreintes moulées par la gümbelite

Gisement n° 33 : 2ème gisement du talweg de la Pleta de Ardones
Altitude : 2260 m

- Sur le flanc gauche du talweg Negra, à 400 m en aval du gisement n° 29.
(4°16'35" - 42°35'06"). Altitude : 2260 m

-Llandovérien moyen et supérieur

- Graptolites :

Monograptus decipiens TORNQUIST, 1899
Monograptus delicatulus ELLES & WOOD, 1913
Monograptus holmi PERNER, 1897
Monograptus involutus LAPWORTH, 1876

- Conservation : Empreintes épigénisées en pyrite oxydée ou seulement sous forme de moule externe

Gisement n° 34 : Gisement de Pleta de Ardones

- Sur le flanc gauche de la valle de Ardoners (4°16'29" - 42°35'25"). Altitude : 2340 m
- Wenlockien supérieur
- Graptolites :

Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
Monograptus sp. indét.

- Conservation : Moules externes de Graptolites, généralement en très mauvais état de conservation.

Gisement n° 35 : Gisement de la Tuca de Roques Trencades

- Au pied de la falaise située sur le versant méridional de la Tuca de Roques Trencades (4°17'35" - 42°35'11"). Altitude : 2575 m
- Llandovérien supérieur-Tarannonien
- Graptolites :

Monograptus proteus (BARRANDE, 1850)
Monograptus sedgwickii (PORTLOCK, 1843)
Monograptus sp. indét.

- Conservation : Empreintes épigénisées en gümbelite plus ou moins bien conservées.

Gisement n° 36 : Gisement du Pico Estiba Freda

- Sur le versant oriental du Pico Estiba Freda, au pied de la falaise schisteuse (4°17'36" - 42°35'40"). Altitude : 2620 m
- Llandovérien moyen et supérieur

- Graptolites :

Monograptus delicatulus ELLES & WOOD, 1913
Monograptus distans (PORTLOCK,1843)
Monograptus sedgwickii (PORTLOCK, 1843)
Monograptus spiralis (GEINITZ,1842)
Retiolites geinitzianus geinitzionus (BARRANDE, 1850)

- Conservation : Empreintes épigénisées en gümbelite en bon état.

III - ETUDE SYSTEMATIQUE DES GRAPTOLITES RENCONTRES

Pour l'étude des différentes espèces rencontrées, je me suis conformé aux grandes divisions paléontologiques détaillées par G.L. ELLES et E.M.R. WOOD (1901-1913). De plus, j'ai utilisé pour l'étude des Monograptidés la classification établie par G. WATERLOT (1945) des graptolites du Maroc. (Tableau 7 et fig. 68).

Classe GRAPTOLITHINA BRONN, 1846
Ordre GRAPTOLOIDEA LAPWORTH, 1875
Sous-Ordre DIPLOGRAPTINA LAPWORTH, 1880 emend. BULMAN, 1963
Famille RETIOLITIDAE LAPWORTH, 1873
Sous-Famille RETIOLITINAE LAPWORTH, 1873
Genre *RETIOLITES* BARRANDE, 1850

Retiolites geinitzianus geinitzianus (BARRANDE, 1850)

(pl. VII , fig. 1,2).

1850 *Gladiolites Geinitzianus* Barr.; BARRANDE, Graptolites, Bohême, p. 69, pl. 4, fig. 16-19, 23,33.

1908 *Retiolites (Gladiograptus) Geinitzianus*, BARRANDE; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 336, fig. 220a-c, pl. 34, fig. 8a-d, avec une synonymie complète antérieure.

1929 *Retiolites (Gladiograptus) Geinitzianus*, BARRANDE; GLEMAREC, Faune graptolitique Poligné (I.& V.), p. 134, pl. 3, fig. 9a-e.

1930 *Retiolites (Gladiograptus) Geinitzianus* BARRANDE; LAVERDIERE, Terrains paléozoïques Pyrénées Occidentales, p. 63, pl. 2, fig. 8,9.

1945 *Retiolites (Gladiograptus) Geinitzianus* Barr.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 65, pl. 20, fig. 237.

1948 *Retiolites (Retiolites) geinitzianus geinitzianus* BARRANDE, 1850; PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 25.

1950 *Retiolites Geinitzianus* BARRANDE; PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 250.

1971 *Retiolites geinitzianus geinitzianus* BARRANDE; STRACHAN, Supplément Monograph ELLES & WOOD, p. 47.

Diagnose : Une espèce du genre *Retiolites* à thèques de section quadrangulaire ou subquadrangulaire, dépourvues d'ornement et à squelette bien développé. L'angle d'inclinaison des thèques sur l'axe du rhabdosome varie entre 40 et 70°.

Description : Rhabdosome robuste en forme d'épée.

L comprise entre 5 et 7 cm; Ml = 5 mm

Th = 9 à 14; Rt = 1; I compris entre 40° et 70°.

B se termine par une très courte épine qui reste dans le prolongement de la thèque. La structure du réseau de l'hydrosome n'est pas observée.

Rapports et différences : *R. geinitzianus geinitzianus* (BARRANDE, 1850) ressemble à *R. (Gladiograptus) perlatus* var. *daironi* LAPWORTH, 1877. Mais chez cette dernière espèce, la largeur maximale est supérieure à 1 cm et les thèques sont finement striées perpendiculairement à leur allongement.

Discussion : L'exemplaire décrit diffère par sa largeur maximale de l'espèce étudiée par J. BARRANDE (1850). Cette différence est due à l'écrasement du fossile lors de la diagenèse et de l'étirement de l'empreinte lors de l'apparition de la linéation dans les schistes. Il faut également observer une variation de la valeur de l'angle d'inclinaison des thèques sur l'axe du rhabdosome.

Association : *R. geinitzianus geinitzianus* (BARRANDE) a été observé en compagnie de *Monograptus priodon* (BRONN, 1835), *M. acus* LAPWORTH, 1882 et *M. holmi* PERNER, 1897.

Répartition : *R. geinitzianus geinitzianus* (BARRANDE) est commun dans les niveaux du Wenlockien inférieur de Grande Bretagne, mais il se rencontre également dans le Tarannonien. En Bohême, il a été signalé dans ces mêmes niveaux.

M. priodon (BRONN) possède une répartition stratigraphique semblable à *R. geinitzianus geinitzianus* (BARRANDE) tandis que *M. holmi* PERNER et *M. acus* LAPWORTH ne s'observent que dans le Tarannonien.

Dans les Pyrénées, *R. geinitzianus geinitzianus* (BARRANDE) a été recueilli dans les gisements n° 30 et 32 situé dans la vallée du Barranco de Peñascara, versant méridional de la Sierra Negra et dans le gisement n° 36, sur le versant oriental du pic Estiba Freda, dans les niveaux du Tarannonien.

Matériel : 3 rhabdosomes dont 2 figurés.

Sous Ordre MONOGRAPTINA LAPWORTH, 1880
Famille MONOGRAPTIDAE LAPWORTH, 1873
Genre *Monograptus* GEINITZ, 1852

Série des eutythèques

Monograptus sardous GORTANI, 1922

(Pl. IX fig. 1).

1857 *Graptolithus (Monograptus) colonus ?* (non BARRANDE); MENEGHINI, Graptolites Sardaigne, p. 164, pl. B, fig. III 3b.

1922 *Monograptus sardous n. f.*; GORTANI, Faune paleozoiche Sardegna, p. 47, 48, pl. 8, fig. 9-12, fig. 1A, 3A; pl. 13, fig.2D, 6B.

1945 *Monograptus sardous* Gortani; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 69, pl. 24, fig. 273.

1948 *Pristiograptus (Pristiograptus) sardous sardous* (GORTANI, 1922); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 75.

1969 *Pristiograptus sardous sardous* (GORT.); ROMARIZ, Graptolites Siluricos Noroeste Peninsular, p. 120, 130, 132.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus*, à rhabdosome large et rectiligne avec une légère courbure ventrale à l'apex, à thèques de même type dont la paroi ventrale présente parfois une légère courbure.

Description : L = 6 cm; Ml = 3,3 mm
Th = 7 ; Rt = 1/2
L/1= 3 ; R1 varie entre I/4 et I/5

La paroi ventrale des thèques est légèrement courbe.

Rapports et différences : La grande largeur maximale de M. *sardous* GORTANI est très caractéristique. Cependant pour certains individus déformés à la suite d'un étirement, M. *sardous* GORTANI se rapproche de M. *dubius* var. *Meneghini* GORTANI, 1922.

Association : M. *sardous* GORTANI a été observé isolé sur un fragment de schiste. Toutefois, dans le même gisement graptolitique, ont été découverts M. *chimaera* var. *semi-spinosus* ELLES & WOOD, 1911, M. *flexilis flexilis* ELLES, 1900 et M. *antennularius* (MENEGHINI, 1857).

Répartition : En Sardaigne, M. *sardous* GORTANI est localisé dans la zone 30 du Wenlockien supérieur. On le rencontre également dans cette même zone en Bohême et en Espagne où il est souvent en compagnie de Monograptidés de type sarde.

Dans les Pyrénées centrales espagnoles, M. *sardous* GORTANI a été observé dans le gisement n° 14, au Nord du barranco de Roviella, versant occidental de la Sierra Negra, dans les couches du Wenlockien supérieur.

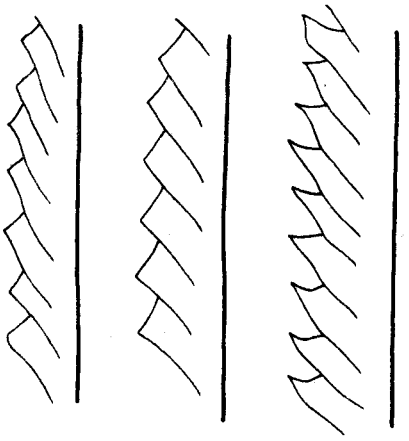
Matériel : 1 individu et 2 fragments étirés.

Monograptus chimaera var. *semi-spinosus* ELLES & WOOD, 1911
(pl. VII, fig. 15)

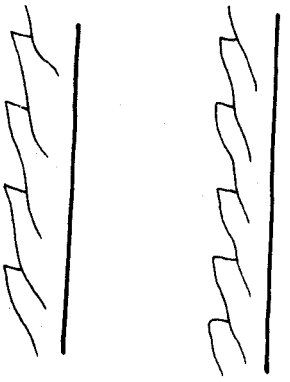
1911 *Monograptus chimaera* var. *semi-spinosus nom. nov.*; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 401, pl. 39, fig. 4a-c.

1945 *Monograptus chimaera* var. *semi-spinosus* E. & W.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 74, pl. 29, fig. 309.

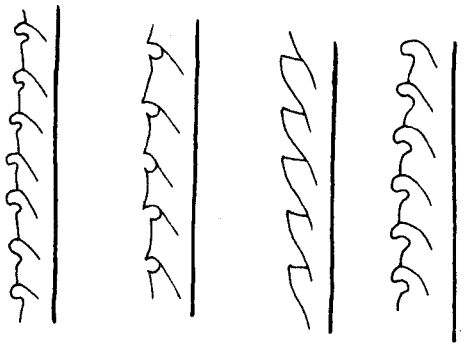
1945 *Monograptus pseudochimaera* Boucek; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 74, pl. 29, fig. 310.



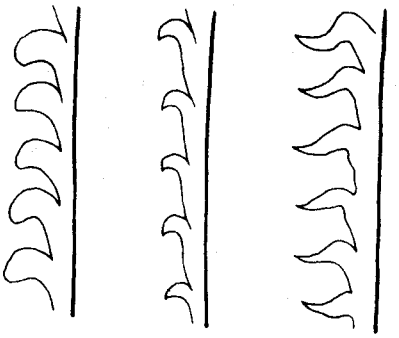
SERIE DES EUTHYTHEQUES



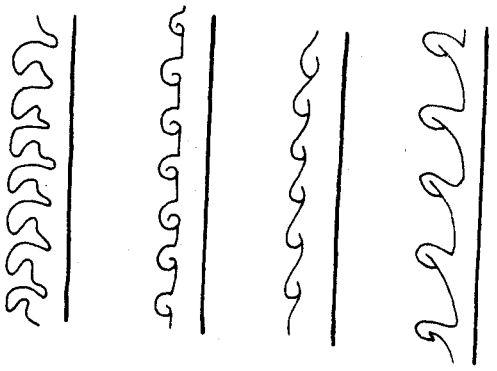
SERIE DES CIMANOTHEQUES



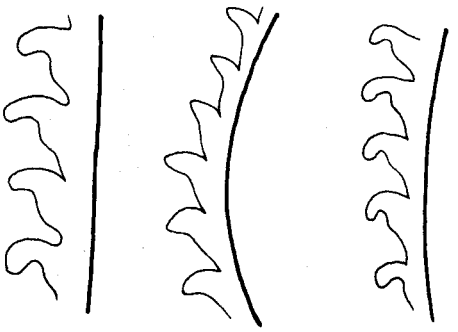
SERIE DES STROBLOTHEQUES



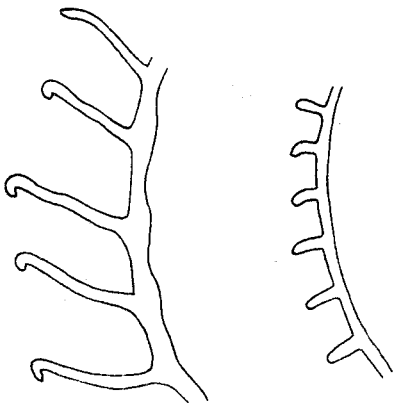
SERIE DES RAMPHOTHEQUES



SERIE DES LOBOTHEQUES



SERIE DES TRIGONOTHEQUES



SERIE DES RASTRITES

BIUS LILLE

Fig.68.-LES SERIES D'ESPECES DANS LE GENRE *MONOGRAPTUS* (G.WATERLOT,1945).

- Thèques groupées uniformément larges, du type cylindrique
  - Thèques simples rectilignes ou presque rectilignes
    - Thèques rectilignes, en forme de tubes cylindriques se recouvrant alternativement; parois dorsales et ventrales approximativement parallèles; bords de l'ouverture réguliers et unis.
      SERIE DES EUTHYTHEQUES
      Type : *Monograptus cyphus*
    - Thèques avec légère courbure sigmoïde et une certaine obliquité des bords de l'ouverture
      SERIE DES CIMANOTHEQUES
      Type : *Monograptus sandersoni*
  - Thèques très nettement courbes
    - Thèques courtes avec courbure sigmoïde prononcée et une certaine torsion de l'axe des thèques: de ce fait, les bords de l'ouverture des thèques montrent parfois, du côté ventral, des excavations distinctes, d'où deux aspects possibles du rhabdosome
      SERIE DES STREBLOTHEQUES
      Type : *Monograptus vomerinus*
    - Thèques avec forte courbure
      - Région terminale des thèques plus ou moins isolée et renversée
        SERIE DES RAMPHOTHEQUES
        Type : *Monograptus priodon*
      - Région terminale des thèques enroulée en un lobe bien déterminé
        SERIE DES LOBOTHEQUES
        Type : *Monograptus lobiferus*
- Thèques coniques ou isolées
  - Thèques de forme triangulaire ou conique, avec bords de l'orifice réfléchis
    SERIE DES TRIGONOTHEQUES
    Type : *Monograptus raitzhainiensis*
  - Thèques plus ou moins linéaires et isolées, avec région terminale recourbée
    SERIE DES RASTRITES
    Type : *Rastrites longispinus*

Tabl. 7.- LES SERIES D'ESPECES DANS LE GENRE *MONOGRAPTUS* (G.WATERLOT, 1945)

1948 *Pristiograptus (Saetograptus) chimaera semispinosus* (ELLES & WOOD, 1911); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 81-82.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome large approximativement rectiligne, à thèques épineuses de deux types.

Description : Rhabdosome présentant une légère courbure ventrale à l'apex.

Ml = 2,5 mm; Th : 11 à 13; Lt = 2 mm; Rt = 1/2; L/l = 4; I = 45°.

Portion proximale à thèques portant une forte épine, celles de la région distale n'en portent pas.

Rapports et différences : La partie proximale de M. *chimaera* var. *semi-spinosus* ELLES & WOOD ressemble à M. *hercynicus* PERNER 1895. Cependant, chez cette dernière espèce, la longueur maximale du rhabdosome ne dépasse pas 1,5 mm et les thèques, toutes épineuses, se recouvrent sur les 2/3 de leur longueur.

Association : M. *chimaera* var. *semi-spinosus* ELLES & WOOD a été découvert dans le même gisement graptolitique en compagnie de M. *antennularius* (MENEGHINI, 1857), M. *flexilis flexilis* ELLES, 1900 et M. *sardous* GORTANI, 1922.

Répartition : En Grande-Bretagne, M. *chimaera* var. *semi-spinosus* ELLES & WOOD est observé dans la zone 34 caractérisée par la présence de M. *scanicus* TULLBERG, 1883 du Ludlo ien inférieur.

L'association de M. *flexilis flexilis* ELLES et de M. *antennularius* (MENEGHINI) permet de préciser l'extension stratigraphique de M. *chimaera* var. *semi-spinosus* ELLES & WOOD qui, dans les Pyrénées centrales espagnoles, se rencontre dans le Wenlockien supérieur. M. *chimaera* var. *semi-spinosus* a été découvert dans le gisement n°14 au Nord du Barranco de Roviella, versant occidental de la Sierra Negra, et dans le gisement n° 21, à l'Ouest du Pico de Espax.

Matériel : 3 rhabdosomes dont 1 figuré.

Série des ramphothèques

Monograptus priodon (BRONN, 1935)

(Pl.VII,fig.3;Pl.IX,fig.2)

1835 *Lomatoceras priodon n. sp.*; BRONN, Lethaea Geognostica, p. 56, pl. 1, fig. 13.

1912 *Monograptus priodon* (BRONN); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 418, fig. 282 a-d, pl. 42, fig. 2a-e, avec une synonymie complète antérieure.

1914 *Monograptus priodon* Bronn; DOLLE, Graptolites Vall de Ribes, p. 298, pl. 3, fig. 1-5, 7, 8.

1923 *Monograptus priodon* (BRONN); GORTANI, Contribuzioni studio paleozoico carnico, p. 6, pl. 1, fig. 9-10.

1930 *Monograptus priodon* (BRONN); LAVERDIERE, Contribution étude Paléozoïque Pyrénées Occidentales, p. 67.

1937 *Monograptus priodon* Bronn; CHAUBET, Etude géologique Gothlandien Montagne Noire, p. 143, pl. 5, fig. 1.

1941 *Monograptus priodon* Bronn; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 78, pl. 33, fig. 334.

1948 *Monograptus (Monograptus) priodon priodon* (BRONN, 1834); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 32.

1950 *Monograptus priodon* (BRONN); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 259.

I964 *Monograptus priodon* (BRONN); WILLEFERT, Graptolites Touchchent, p. 85, fig. 17a, b, c, pl. 1, fig. 14, 15, 17, 18,21.

1968 *Monograptus priodon* (**Bronn**); RICHARDS & SMITH, Silurian Graptolites Mayo Galway, pl. 4, fig. a, b.

1969 *Monograptus priodon* (Bronn); COCKS & RICHARDS, Graptolitic facies Lower Silurian, pl. 9, fig. f.

1971 *Monograptus priodon* (Bronn); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 59.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome, à thèques d'un seul type, recourbées en un long crochet bien dégagé qui s'amincit vers l'ouverture et qui se termine parfois par une épine. La largeur maximale du rhabdosome est supérieure à 2 mm.

Description : Rhabdosome long, robuste et rigide. Ml comprise entre 2,5 et 3 mm.
Th = 8 dans la partie distale, 13 dans la partie proximale.
Rt compris entre I/3 et 2/3; Rl = I/2 à 2/5; Cr : 2/3.

Rapports et différences : M. *priodon* (BRONN) ressemble beaucoup à M. *holmi* PERNER, 1897 par l'allure générale de son rhabdosome et la morphologie de ses thèques. Ces deux espèces se distinguent par la largeur maximale du rhabdosome qui est, plus faible chez M. *holmi* PERNER et dont les thèques sont dépourvues d'épines.

Une certaine ressemblance est à signaler entre M. *priodon* (BRONN) et M. *marri* PERNER, 1897, en raison de la similitude de leur largeur maximale du rhabdosome et de leur nombre de thèques par cm. Cependant, les thèques de M. *marri* PERNER possèdent un crochet plus long que celui observé chez M. *priodon* (BRONN).

M. *priodon* (BRONN) est proche de M. *pandus* LAPWORTH, 1877 mais les thèques de ce dernier présentent un crochet plus robuste et plus serré.

Association : M. *priodon* (BRONN) a été recueilli dans le même gisement graptolitique en compagnie de M. *halli* (BARRANDE, 1850), M. *holmi* PERNER, 1897, M. *nodifer* TORNQUIST, 1881, M. *planus* (BARRANDE, 1850).

Répartition : En Grande-Bretagne, M. *priodon* (BRONN) possède une extension stratigraphique très importante. Rencontrées dès le Tarannonien, certaines formes se poursuivent jusque dans le Wenlockien moyen.

Dans les Pyrénées centrales espagnoles, M. *priodon* (BRONN) a été recueilli dans les gisements n° 13 et 15 sur le versant occidental de la Sierra Negra, gisements datés du Llandovérien supérieur et dans les gisements n° 19 et 27 situés respectivement près du Pico Alvo et dans la vallée du Barranco de Peñascaro, datés du Llandovérien supérieur et du Tarannonien.

Matériel : 5 individus dont 2 figurés et de nombreux fragments de rhabdosomes.

Monograptus marri PERNER, 1897

(pl. VII , fig. 5)

1897 *Monograptus Marri n. sp.*; PERNER, Graptolites Bohême, p. 21, pl. 11, fig. 5, 6, 10, 11, text.- fig. 23-25.

1913 *Monograptus Marri* Perner; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 422, fig. 284 a-b, pl. 42, fig. 4a-d.

1923 *Monograptus Marri* PERNER; GORTANI, Contribuzioni studio paleozoico carnico, p. 7, pl. 1, fig. 11-13.

1930 *Monograptus Marri* PERNER; LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques Pyrénées occidentales, p. 67, pl. 2, fig. 5.

1938 *Monograptus Marri* Perner; CHAUBET, Contribution étude géologique Gothlandien versant méridional Montagne Noire, p. 143.

1941 *Monograptus Marri* PERNER; WATERLOT, Tarannon Sud Djebel Bani Maroc, p. 63.

1945 *Monograptus Marri* PERNER; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 78, pl. 33, fig. 336.

1948 *Monograptus (Monograptus) marri* PERNER, 1897; PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 30.

? 1949 *Monograptus (Pomatograptus) marri* PERNER; OBUT, Graptolitov Silura kirgizkoj SSR, p. 23, pl. 4, fig. 5a-b.

1952 *Monograptus (Monograptus) priodon marri* PERNER, MUNCH, Graptolithen Gothlandium Deutschlands Tschechoslovakei, p.100, pl. 26, fig. 2a-b.

1958 *Monograptus marri* PERNER; OBUT, Graptolity Silura Aluksne, p.61, text-fig. 10a-b, pl. 4, fig. 7-11.

1962 *Monograptus marri* PERNER; ROMARIZ, Graptolitos Silurico Português, p. 252, pl. 16, fig. 8.

1970 *Monograptus marri* PERNER, 1897; RICKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 71, pl.4, fig. 10; pl. 5, fig. 7; text-fig. 284a,b.

1971 *Monograptus marri* PERNER; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 58.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus*, sub-rectiligne, à thèques identiques recourbées en un crochet court qui ne s'amincit pas vers l'ouverture de la thèque. La largeur maximale du rhabdosome est inférieure à 2 mm.

Description : Rhabdosome fin et rectiligne. Ml = 1,5 à 1,8 mm
Th = 10; Rt = léger; Rl supérieure à I/2; Cr supérieur à I/2.

Rapports et différences : M. *marri* PERNER ressemble beaucoup à M. *priodon* (BRONN, 1835). Les crochets terminant les thèques de ces deux espèces sont de même type mais la taille de celui de M. *priodon* (BRONN) est nettement plus importante et plus robuste. M. *marri* PERNER est proche de M. *nicholsoni* PERNER, 1897 par l'allure générale des thèques mais s'en distingue par un crochet légèrement plus long et plus enroulé que celui de M. *nicholsoni* PERNER.

Association : M. *marri* PERNER a été récolté en compagnie de M. *undulatus* ELLES & WOOD, 1913.

Répartition :En Grande-Bretagne, M. *marri* PERNER se rencontre dans les zones 22, 23 et 24 caractérisées respectivement par M. *turriculatus* (BARRANDE, 1850), M. *crispus* LAPWORTH, 1876 et M. *griestoniensis* NICHOLSON, 1850.

En Montagne Noire, M. *marri* PERNER a été observé dans le Llandovérien supérieur.

Dans le gisement n° 17, au Nord du Talweg de Velarta, sur le versant occidental de la Sierra Negra, M. *marri* PERNER et M. *undulatus* ELLES & WOOD ont été recueillis dans le Tarannonien inférieur.

Matériel : 2 individus dont 1 figuré.

Monograptus nicholsoni PERNER, 1897

(pl. VII , fig. 6)

1897 *Monograptus nicholsoni n. sp.*; PERNER, Graptolites Bohême, p.22, pl. 11, fig. 22, 23.

1945 *Monograptus Nicholsoni* Perner; WATERLOT, Graptolites Maroc, p.78, pl. 33, fig. 337.

1948 *Monograptus (Monograptus) nicholsoni* PERNER, 1897; PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 30

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome sub-rectiligne et à thèques d'un seul type, terminées par un crochet très court et trapu qui ne s'amincit pas vers l'ouverture.

Description : Ml = 1,8 mm; Th = 9 ; Rt = 1/3; Rl = 1/2
Cr = 1/3; crochet très court et trapu.

Rapports et différences : M. *nicholsoni* PERNER est proche de M. *priodon* (BRONN, 1835). Il s'en distingue par la longueur des crochets qui sont moins longs et moins dégagés que ceux de M. *priodon* (BRONN). De plus, les crochets de M. *priodon* (BRONN) sont légèrement amincis vers l'ouverture de la thèque.

M. *Nicholsoni* PERNER ressemble également à M. *marri* PERNER, 1897. Cependant, le crochet de ce dernier est plus long, plus marqué et plus recourbé que celui de M. *nicholsoni* PERNER.

Association : Dans les différents gisements pyrénéens, M. *nicholsoni* PERNER a été observé sur les mêmes plaques schisteuses en compagnie de M. *intermedius* (CARRUTHERS, 1868) , M. *involutus* LAPWORTH, 1876.

Répartition : En Grande Bretagne, M. *nicholsoni* PERNER se rencontre fréquemment dans la zone 21 définie par G.L. ELLES et E.M.R.WOOD. M. *involutus* LAPWORTH et M. *intermedius* (CARRUTHERS) possèdent une répartition stratigraphique plus importante et s'observent dans les zones 20 et 21 et les zones 19, 20 et 21.

Dans les Pyrénées centrales espagnoles, M. *nicholsoni* PERNER a été observé dans les gisements n° 13 et 15, situés sur le versant

occidental de la Sierra Negra, datés du Llandovérien supérieur et dans le gisement n° 30 sur le versant méridional de la Sierra Negra, daté du Llandovérien supérieur-Tarannonien inférieur.

Matériel : 5 rhabdosomes dont 1 figuré.

Monograptus uncinatus orbatus WOOD, 1900

(pl. VII , fig. 4)

1900 *Monograptus uncinatus* var. *orbatus n. sp.*; WOOD, Lower Ludlow Formation graptolite fauna, p. 476-477, fig. 20a-b, pl. 25, fig. 23a-b.

1913 *Monograptus uncinatus* var. *orbatus*, Wood; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 427-428, fig. 290a-b, pl. 43, fig. 1a-b.

1930 *Monograptus uncinatus* var. *orbatus* WOOD (?); LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques Pyrénées occidentales, p. 68.

1945 *Monograptus uncinatus* var. *orbatus* Wood; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 78, pl. 33, fig. 342.

1971 *Monograptus uncinatus orbatus* Wood; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 63.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome sub-rectiligne et à thèques d'un seul type, terminées par un crochet mince formant une courte griffe.

Description : Rhabdosome court, robuste et plus ou moins fléchi. Ml : 2 mm.; Th = 9 à 12; Rt = I/2 ; Rl variant entre I/5 et 1/3; Cr inférieur à 1/2.

Rapports et différences : *M. uncinatus orbatus* WOOD ressemble aux Graptolites du groupe de *M. flemingii flemingii* (SALTER; 1852) dont les thèques sont terminées par un crochet prolongé par une épine plus ou moins forte.

M. uncinatus orbatus WOOD possède un crochet qui n'est terminé que par une griffe.

Association : Dans le même gisement raptolitique, j'ai recueilli des empreintes de M. *flexilis flexilis* ELLES, 1900, M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852), M. *latus* (Mc COY, 1848), M. *uncinatus taricco*i GORTANI, 1922.

Répartition : En Grande Bretagne, M. *uncinatus orbatus* WOOD a été observé dans la zone 32 en compagnie de M. *nilssoni* (LAPWORTH, 1876), M. *bohemicus* (BARRANDE, 1850) et M. *varians* (WOOD, 1900).

Dans les Pyrénées, M. *uncinatus orbatus* WOOD a été recueilli dans le gisement n° 16 situé au Nord de la vallée du barranco de Roviella et daté du Wenlockien supérieur.

Matériel : 3 rhabdosomes dont 1 figuré.

*Monograptus uncinatus taricco*i GORTANI, 1922

(pl. VII , fig. 9)

1922 *Monograptus taricco*i *n.ſ.*; GORTANI, Faune paleozoiche Sardegna, p. 55, pl. 10, fig. 1a-b, 2; pl. 12, fig. 15a.

1945 *Monograptus uncinatus* var.*taricco*i Gortani; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 78, pl. 33, fig. 343.

1969 *Monograptus uncinatus taricco*i (GORT.) ROMARIZ, Graptolitos siluricos Noroeste Peninsular, p. 119.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome sub-rectiligne et à thèque d'un seul type. Les thèques sont terminées par un crochet peu prononcé.

Description : Rhabdosome long et rectiligne; Ml = 4,5 mm
Th = 7 à 10 dans la partie proximale, 5 à 7 dans la partie distale; Rl = 1/5 à 1/6; Cr = 1/3; Rt = 3/4.

Rapports et différences : M. *uncinatus tariccoi* GORTANI ressemble beaucoup à M. *jaekeli* PERNER, 1899. Il s'en distingue par la largeur maximale du rhabdosome qui est plus faible chez M. *jaekeli* PERNER. De plus, chez cette dernière espèce, le rhabdosome présente une légère courbure dorso-ventrale et une partie proximale très mince.

Association : M. *uncinatus tariccoi* GORTANI a été trouvé en compagnie de M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852), M. *latus* (Mc COY, 1848) et M. *mutuliferus strigosus* GORTANI, 1922 sur les mêmes échantillons schisteux.

Répartition : Par la présence de M. *flemingii flemingii* SALTER qui est en Grande Bretagne fréquemment rencontré dans le Wenlockien supérieur, l'extension stratigraphique de M. *uncinatus tariccoi* GORTANI a pu être précisée. En Sardaigne, M. *uncinatus tariccoi* GORTANI a été observé dans la zone 30 du Wenlockien supérieur.

Dans les Pyrénées centrales espagnoles, M. *uncinatus tariccoi* GORTANI a été recueilli dans les gisements n° 1, 2, 3, 6, 7, 12, 16 et 24 dans la vallée du Rio Esera et le versant occidental de la Sierra Negra dans les couches schisteuses du Wenlockien supérieur.

Matériel : 5 rhabdosomes dont 1 figuré et de nombreux fragments.

Monograptus riccartonensis LAPWORTH, 1876.
(Pl. VII , fig. 10)

1876 *Monograptus riccartonensis n. sp.*; LAPWORTH, Scottish Monograptidae, p. 355, pl. 13, fig. 2a-e.

1892 *Monograptus Riccartonensis* Lapw.; BARROIS, Distribution Graptolites France, p. 120-163.

1899 *Monograptus riccartonensis* LAPWORTH; PERNER, Graptolites Bohême, p. 5, pl. 17, fig. 22.

1913 *Monograptus riccartonensis* Lapworth; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 424, fig. 286a-c, pl. 42, fig. 8a-e.

1930 *Monograptus riccartonensis* LAPW.; LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques Pyrénées Occidentales, p. 76-81.

1937 *Monograptus riccartonensis* Lapworth; CHAUBET, Contribution étude géologique Gothlandien Montagne Noire, p. 144.

1945 *Monograptus riccartonensis* Lapw. WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 79, pl. 34, fig. 345.

1948 *Monograptus (Monograptus) riccartonensis* LAPWORTH, 1876; PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 33.

1950 *Monograptus riccartonensis* LAPWORTH; PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 259.

1971 *Monograptus riccartonensis* Lapworth; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 60.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome sub-rectiligne, à thèques identiques recourbées en un crochet mince souvent terminé par une courte épine.
La largeur maximale du rhabdosome est inférieure à 2 mm.

Description : Rhabdosome présentant une légère courbure dorsale.
Ml = 1,5 à 2 mm; Th = 9 à 10; Rt = 1/2; Rl = 1/4; Cr = 1/2
Les thèques se rétrécissent brutalement en un crochet important.

Rapports et différences : M. *riccartonensis* LAPWORTH appartient au groupe de M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852). Il s'en distingue par la terminaison du crochet. Chez M. *flemingii flemingii* (SALTER), le crochet se termine par une forte épine légèrement redressée.

Les caractères de M. *riccartonensis* LAPWORTH sont intermédiaires entre ceux de M. *priodon* (BRONN, 1835) et de M. *sedgwickii* (PORTLOCK, 1843). Les thèques de M. *priodon* (BRONN) ne possèdent pas d'épine tandis que celles de M. *sedgwickii* (PORTLOCK) présentent une épine bien développée.

Association : M. *riccartonensis* LAPWORTH a été observé dans le même gisement graptolitique en compagnie de M. *priodon* (BRONN, 1835), M. *flexilis flexilis* ELLES, 1900.

Répartition : En Grande Bretagne, M. *riccartonensis* LAPWORTH caractérise la zone 27 de la biozonation établie par G.L. ELLES et E.M.R. WOOD. Cependant, il est également rencontré dans la zone 26.

Dans les Pyrénées centrales espagnoles, M. *riccartonensis* LAPWORTH a été recueilli dans le gisement n° 16 sur le versant occidental de la Sierra Negra et dans le gisement n° 31 situé sur le versant méridional de la Sierra Negra, gisements datés du Wenlockien. Il semble que l'extension de M. *riccartonensis* LAPWORTH soit plus importante dans les Pyrénées qu'en Grande Bretagne.

Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)
(Pl. VIII , fig. 1-2)

1852 *Graptolithus Flemingii n. sp.*; SALTER, Description Graptolites South Scotland, p. 390, pl. 21, fig. 5 a-b, 6, 7 a-b.

1913 *Monograptus Flemingii* (Salter); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 425, fig. 287 a-d, pl. 42, fig. 5 a-d, avec une synonymie complète antérieure.

1937 *Monograptus Flemingii* (SALTER); CHAUBET, Contribution étude géologique Gothlandien Montagne Noire, p. 144.

1945 *Monograptus Flemingii* Salter; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 79, pl. 34, fig. 347.

1948 *Monograptus (Monograptus) flemmingi* (SALTER, 1852); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 28.

1950 *Monograptus Flemingi* (SALTER); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 260.

1969 *Monograptus flemingi flemingi* (SALT.); ROMARIZ, Graptolitos siluricos Noroeste Peninsular, p. 130, 131, 132.

1971 *Monograptus flemingii flemingii* (SALTER); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 55.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome sub-rectiligne et à thèques toutes identiques rétrécies brutalement en un crochet mince qui se prolonge pas une forte épine.
La largeur maximale est supérieure à 2 mm.

Description : Rhabdosome rectiligne ou légèrement fléchi.
Ml : 2,5 à 3 mm.; Th = 9 à 14 ; Rt = 1/2 ; Rl : 1/3 à 1/5;
Cr = 1/2.

Rapports et différences : M. *flemingii flemingii* (SALTER) ressemble beaucoup à M. *priodon* (BRONN, 1835), en diffère par la forme des thèques qui, chez M. *priodon* (BRONN) présentent un crochet bien dégagé et robuste, terminé par une courte épine.

M. *flemingii flemingii* (SALTER) est proche de M. *riccartonensis* LAPWORTH, 1876 dont les thèques sont également pourvus d'un crochet moins volumineux et d'une épine plus courte. La distinction se fait au niveau de la longueur maximale du rhabdosome : M. *flemingii flemingii* (SALTER) est plus large que M. *riccartonensis* LAPWORTH.

Association : M. *flemingii flemingii* (SALTER) a été observé sur les mêmes plaquettes schisteuses en compagnie de M. *latus* (Mc COY, 1848), M. *mutuliferus strigosus* GORTANI, 1922 et M. *uncinatus taricco*i GORTANI, 1922.

Répartition : En Grande Bretagne, M. *flemingii flemingii* (SALTER) est rencontré dans le Wenlockien supérieur et fréquemment dans la zone 31 caractérisée par *Cyrtograptus lundgreni* TULLBERG, 1883.

Dans les Pyrénées centrales espagnoles, M. *flemingii flemingii* (SALTER) a été recueilli dans les gisements n° 1, 3, 6, 7, 8, 10, 12, 20, sur le versant occidental de la Sierra Negra et dans la vallée du Rio Esera, dans les gisements n° 24, 31 et 34 sur le versant méridional de la Sierra Negra, dans les couches du Wenlockien supérieur.

Matériel : Une vingtaine de rhabdosomes dont 2 figurés.

Monograptus holmi PERNER, 1897

(pl. VII , fig.11-12)

1897 *Monograptus Holmi* s. sp.; PERNER, Graptolites Bohême, p. 21, pl.11, fig. 7-9.

1920 *Monograptus Holmi* PERNER; GORTANI, Contribuzioni studio paleozoico Carnico, p. 37, pl. 3, fig. 2-3.

1945 *Monograptus Holmi* Perner; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 79, pl. 34, fig. 350.

1948 *Monograptus (Monograptus) holmi* PERNER, 1897; PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 30.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome rectiligne, à thèques robustes d'un seul type et terminées par un crochet non épineux.

Description : Rhabdosome long de 5 cm et rectiligne.
Ml = 1,8 mm; Th = 8; Rt = 1/2; Rl = 2/7; Cr = 1/4.
Les crochets sont courts et minces.

Rapports et différences : M. *holmi* PERNER ressemble beaucoup à M. *suessi* PERNER, 1899. L'allure générale des rhabdosomes et celle des thèques sont sensiblement identiques chez ces deux espèces. Toutefois, le nombre de thèques au centimètre est plus élevé chez M. *suessi* PERNER.

Association : M. *holmi* PERNER est observé sur des fragments de schistes en compagnie de M. *halli* (BARRANDE, 1850) et M. *proteus* (BARRANDE, 1850). M. *priodon* (BRONN, 1835) et M. *sedgwickii* (PORTLOCK, 1843) ont été également recueillis dans les mêmes gisements graptolitiques.

Répartition : En Grande Bretagne, M. *holmi* (BARRANDE) s'observe dans les zones 21 et 22. En Bohême, M. *holmi* PERNER est également rencontré dans les zones du Llandovérien supérieur et du Tarannonien inférieur.

En Sardaigne, M. *holmi* PERNER possède une extension stratigraphique plus importante et se rencontre dans les zones 22 à 25.

Dans les Pyrénées centrales espagnoles, M. *holmi* PERNER est présent dans les gisements n° 15, 25, 28, 30 et 33 datés du Llandovérien supérieur-Tarannonien inférieur.

Matériel : 6 rhabdosomes dont 2 figurés.

Monograptus suessi PERNER, 1899

(pl. VII , fig. 16)

1899 *Monograptus Suessi n. sp.*; PERNER, Graptolites Bohême, p. 5,6, fig. 9a-b, pl. 15, fig. 21.

1945 *Monograptus Suessi* Perner; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 79, pl. 34, fig. 351.

1948 *Monograptus (Monograptus) suessi* PERNER, 1899; PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 35

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome rectiligne et à thèques robustes toutes identiques, terminées par un bec prononcé sans épine. La largeur maximale du rhabdosome est inférieure à 2mm.

Description : Rhabdosome rectiligne :
Ml = 1,7 mm; Th = 11 à 12; Rt = 1/2; Rl = 2/7;
Cr = 1/3
Les crochets sont courts et minces.

Rapports et différences : M. *suessi* PERNER ressemble beaucoup à M. *holmi* PERNER, 1897 mais possède un nombre de thèques au centimètre plus élevé que celui de M. *holmi* PERNER. Les crochets de M. *suessi* PERNER sont plus courts et moins marqués que ceux de M. *holmi* PERNER.

Association : Les fragments de rhabdosome ont été observés isolément sur de petites plaquettes schisteuses. Toutefois, dans le même gisement graptolitique, j'ai recueilli des empreintes de

M. *ballaësus* GORTANI, 1922, M. *flexilis flexilis* ELLES, 1900, M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852) et M. *mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI, 1922.

Répartition : En Bohême, M. *suessi* PERNER s'observe dans les niveaux stratigraphiques correspondant aux zones 26 à 31 de G.L. ELLES et E.M.R. WOOD.

En Sardaigne, M. *suessi* PERNER se rencontre également dans tout le Wenlockien. Dans les Pyrénées centrales espagnoles, M. *suessi* PERNER a été recueilli dans le gisement n° 20, près du sommet du Pico Alvo, dans les couches datées du Wenlockien supérieur.

Matériel : 3 fragments de rhabdosome dont 1 figuré.

Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922

(pl. VII , fig. 7-8)

1922 *Monograptus mutuliferus* var. *strigosus* n. ſ.; GORTANI, Faune Paleozoiche Sardegna, p. 53, pl. 9, fig. 17-18; pl. 12, fig. 15c.

1945 *Monograptus mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 79, pl. 34, fig. 353.

1948 *Monograptus mutuliferus* var. *strigosus* Gort. Faune graptolitique spéciale mésogée occidentale, p. 683.

1961 *Monograptus mutuliferus* var. *strigosus* GORT.; WATERLOT, Contribution étude série stratigraphique gothlandienne vallée rio Esera, p. 73.

1969 *Monograptus mutuliferus strigosus* GORT.; ROMARIZ, Graptolitos silúricos Noroeste Peninsular, p. 130, 132.

1971 *Monograptus mutuliferus strigosus* Gort.; ROMARIZ, Mediterranean Graptolitic Fauna Wenlockien Iberian Peninsula.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome rectiligne et à thèques robustes, d'un seul type, formant un bec prononcé sans épine terminale. La largeur maximale du rhabdosome est comprise entre 2 et 3 mm.

Description : Rhabdosome long et très fort.

Rl = 2,5 à 3 mm; Th = 7 dans la région distale, 9 dans la région proximale; Rt = 1/2; Rl = 1/3; Cr = 1/2

Les thèques s'amincissent dans la région de l'ouverture mais ne portent pas d'épines.

Rapports et différences: M. *mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI se distingue de M. *mutuliferus* MENEGHINI, 1857 par les mensurations de leur rhabdosome. La largeur maximale de M. *mutuliferus* var. *strigosus* est inférieure à celle de M. *mutuliferus* MENEGHINI. De plus, le recouvrement des thèques est plus important chez M. *mutuliferus* MENEGHINI que chez M. *mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI.

Discussion : M. *mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI peut ressembler dans certains cas à M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852). Lorsque la direction de la linéation du schiste est perpendiculaire à l'axe du rhabdosome, les crochets de M. *mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI se transforment par étirement en épines comparables à celles de M. *flemingii flemingii* (SALTER).

Association : M. *mutuliferus* var. *strigosus* a été observé sur les mêmes plaquettes schisteuses en compagnie de M. *latus* (Mc COY, 1848), M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852) et M. *lamarmorae* MENEGHINI em. GORTANI, 1922.

Répartition : En Sardaigne : zone 30
Au Maroc : zone 30
Au Portugal : zone 30
En France : Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 1,2, 3, 4,8,10,12,23,31 : Wenlockien supérieur.

Matériel : 8 rhabdosomes dont 2 figurés.

Monograptus latus (Mc COY, 1848)

(pl.VII , fig.13-14)

1848 *Graptolithus latus n. sp.*; Mc COY, Organic Remains Skiddaw Slates, p. 223.

1851 *Graptolithus latus* Mc COY; Mc COY, synopsis British Paleozoic fossils geological museum University Cambridge, p. 4, pl. 1B, fig. 7.

1852 *Monograptus latus* Mc COY (sp.); GEINITZ, Graptolithen, p. 39, pl. 2, fig. 37-38.

1908 *Monograptus latus* Mc Coy; DELGADO, Système Silurique Portugal, p.119.

1945 *Monograptus latus* Mc Coy; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 79, pl. 34, fig. 355.

1950 *Monograptus latus* Mc COY; PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 259.

1961 *Monograptus latus* Mc COY; WATERLOT, Contribution étude série stratigraphique gothlandienne vallée rio Esera, p. 73.

1969 *Monograptus latus* Mc COY; ROMARIZ, Graptolitos siluricos Noroeste Peninsular, p. 119, 120, 130, 131, 132.

1971 *Monograptus latus* Mc COY; ROMARIZ, Mediterranean Graptolitic Fauna Wenlockien, Iberian Peninsula , p. 60.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome rectiligne et à thèques toutes identiques qui se prologent par un bec bien individualisé

Description : Rhabdosome long de 5 à 6 cm.
Rl : 5 mm; Th = 8 à 9 dans la partie distale, 14 dans la partie proximale; Rt = 5/8 ; Rl = 1/6; Cr = 1/4.

Rapports et différences : *M. latus* (Mc COY), ressemble beaucoup à *M. lamarmorae* MENEGHINI em. GORTANI, 1922 mais la largeur maximale du rhabdosome de ce dernier atteint 6 à 7 mm. *M. latus* (Mc COY) se distingue de *M. lamarmorae* MENEGHINI em. GORTANI par l'allure des thèques. *M. latus* (Mc COY) présente des thèques à parois rectilignes tandis que *M. lamarmorae* MENEGHINI em. GORTANI possède des thèques moins nombreuses dont la paroi ventrale dessine une légère courbure sigmoïdale.

Association : M. *latus* (Mc COY) a été observé en compagnie de M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852), M. *uncinatus* var. *tariccoi* GORTANI, 1922 et M. *mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI, 1922.

Répartition : En Grande Bretagne : zones 29 à 31
En Bohême : Wenlockien supérieur
Au Portugal : zones 29 à 31
Au Maroc : Wenlockien supérieur
En France : Massif Armoricain : zones 29 à 31
En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles Sierra Negra n° 1,2,3,4,6,8,9,12,23,24; Wenlockien supérieur.

Matériel : 6 rhabdosomes dont 2 figurés.

Monograptus lamarmorae MENEGHINI em. GORTANI, 1922 (pl. IX , fig. 3).

1857 *Graptolithus (Monograptus) Lamarmorae n. sp.*; MENEGHINI, Graptolites Sardaigne, p. 159, pl. B, fig. I 2c.

1908 *Monograptus cf. lamarmorae* Menegh.; DELGADO, Système Silurique Portugal, p. 119,121.

1922 *Monograptus Lamarmorae* MENEGHINI em.; GORTANI, Faune paleozoiche Sardegna, p. 53, pl. 9, fig. 14-15,pl. 12, fig. 10.

1945 *Monograptus Lamarmorae* Meneghini; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 79, pl. 34? fig. 356.

1948 *Monograptus Lamarmorae* Menegh. em. Gort.; WATERLOT, Faune graptolitique spéciale Mésogée occidentale, p. 683.

1969 *Monograptus lamarmorae* MENEGH. em. GORT.; ROMARIZ, Graptolitos Siluricos Noroeste Peninsular, p. 130, 131, 132.

1971 *Monograptus lamarmorae* Menegh. em. Gort.; ROMARIZ, Mediterranean Graptolitic Fauna Wenlockien Iberian Peninsula, p. 60.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome rectiligne, à thèques d'un seul type, enroulées en un crochet aminci vers l'ouverture et ne portant pas d'épine.

Description : Rhabdosome très robuste.
Ml = 6 à 7 mm; Th = 6 à 8; Rt = 2/3; Rl = 1/5; Cr = 1/3 à 1/4.
La paroi ventrale des thèques présente une légère courbure sigmoïdale.

Rapports et différences : M. *lamarmorae* MENEGHINI em. GORTANI ressemble beaucoup à M. *latus* (Mc COY, 1848). Toutefois, les largeurs maximales des rhabdosomes de ces deux espèces sont très différentes ainsi que les nombres de thèques par centimètre de longueur.

Association : M. *lamarmorae* MENEGHINI em. GORTANI a été observé sur les mêmes fragments de schistes en compagnie de M. *latus* (Mc COY, 1848) et M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852).

Répartition : En Sardaigne : Wenlockien supérieur
Au Maroc : zone 30
Au Portugal : zone 30
En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles : Sierra Negra n° 8 : Wenlockien supérieur.

Matériel : 3 rhabdosomes dont 1 figuré.

Monograptus flexilis flexilis ELLES, 1900

(pl.VII, fig. 18)

1900 *Monograptus flexilis n. sp.* ELLES, Zonal classification Wenlock Shales Welsh Borderland , p. 405, fig. 18

1913 *Monograptus flexilis* Elles; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 430, fig. 293, pl. 43, fig. 4a-e.

1930 *Monograptus flexilis* Elles; DALLONI, Etudes géologiques Pyrénées Catalanes, p. 57.

1930 *Monograptus flexilis* Elles; LAVERDIERE, Contribution Etude terrain Paléozoïque Pyrénées Occidentales, p. 68, pl.2, fig. 3.

1942 *Monograptus flexilis* ELLES; PRIBYL, Beitrag Kenntnis Monograpten Gruppe M. *flexilis*, p. 3-5, text.fig. I, fig. 1-5, pl. I, fig. 1-3.

1945 *Monograptus flexilis* Elles; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 80, pl. 35, fig. 360.

1948 *Monograptus (Monograptus) flexilis* ELLES, 1900; PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 29.

1950 *Monograptus flexilis* ELLES; PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 260.

1964 *Monograptus flexilis* Elles; WILLEFERT, Graptolites TOUCHCHENT, p.87, fig. 19 a,b,c, pl. 1, fig. 23-24.

1971 *Monograptus flexilis flexilis* Elles; STRACHAN, supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 55, 92, 108.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome large et courbe, et à thèsques toutes identiques enroulées en un crochet très recourbé.

Description : Rhabdosome très fortement courbé dans la région proximale. Ml = 2 mm; Th = 9 dans la partie distale, 12 dans la partie proximale; Rt = 1/2; Rl = 1/3 à 1/4; Cr inférieur à 1/2.

Rapports et différences : M. *flexilis flexilis* ELLES ressemble beaucoup à M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852) par la morphologie des thèques. Ces deux espèces se distinguentpar leur largeur maximale du rhabdosome et surtout par la forte courbure de la région proximale observée chez M. *flexilis flexilis* ELLES. Le crochet de M. *flemingii flemingii* (SALTER) est plus recourbé que celui de M. *flexilis flexilis* ELLES.

Association : M. *flexilis flexilis* ELLES a été observé sur les mêmes plaquettes schisteuses en compagnie de M. *antennularius* (MENEGHINI, 1857) et de M. *ballaësus* GORTANI, 1922.

Dans le même gisement, ont été recueillis M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852) et M. *mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI, 1922.

Répartition : En Grande Bretagne : zone du *Cyrtograptus linnarssoni* LAPWORTH, 1880.

En Bohême : Wenlockien supérieur

Au Maroc : zone 29

En France : Massif Armoricain : Zone 29

Pyrénées occidentales : zone 29

En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles : Sierra Negra, n° 14, 16, 20; Wenlockien supérieur.

Matériel : 3 rhabdosomes dont 1 figuré et de nombreux fragments.

Monograptus acus LAPWORTH, 1882

(pl. VII , fig. 17)

1882 *Monograptus acus*; LAPWORTH, Girvan Succession, p. 660.

1913 *Monograptus acus* Lapworth MS; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 431, fig. 294, pl. 43, fig. 7a-c.

1941 *Monograptus* cf. *acus* LAPW.; WATERLOT, Tarannon Sud Djebel Bani (Maroc), p. 63

1945 *Monograptus acus* Lapw.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 80, pl. 35, fig. 362.

1947 *Monograptus acus*, Lapworth, emend. Elles & Wood; RUEDEMANN, Graptolites North America, p. 473, pl. 86, fig. 14-21.

1971 *Monograptus acus* Elles & Wood; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 50, 92, 108.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure dorso-ventrale et à thèques d'un seul type, terminées par un crochet peu recourbé ayant parfois l'aspect d'une épine.

Description : Rhabdosome courbe, très long.

Ml = 2 mm; Th = 8; Rt est léger; Rl = 1/2

Les crochets sont à peine existants.

Rapports et différences : M. *acus* LAPWORTH se rapproche de la partie distale de M. *halli* (BARRANDE, 1850) par l'allure des thèques. Ces deux espèces se distinguent par la largeur maximale du rhabdosome et par la terminaison des thèques. Chez M. *halli*

(BARRANDE), les thèques sont terminées par une épine bien individualisée.

Discussion : Sur certains échantillons schisteux, les thèques de M. *acus* LAPWORTH présentent un crochet qui se termine par une épine. L'observation de cette épine résulte d'une déformation du crochet, visible lorsque la linéation de schiste est disposée perpendiculairement à l'axe du rhabdosome.

Association : M. *acus* LAPWORTH a été observé en compagnie de M. *halli* (BARRANDE, 1850), M. *holmi* PERNER, 1897, M. *undulatus* ELLES & WOOD, 1913 et M. *proteus* (BARRANDE, 1850).

Répartition : En Grande Bretagne : zone 23 avec M. *crispus* LAPWORTH 1876

Au Maroc : zones 23 et 24

En Amérique du Nord : zone 23

En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra, n° 18,22, 30: Llandovérien supérieur-Tarannonien inférieur.

Matériel : 4 rhabdosomes incomplets dont 1 figuré.

Monograptus distans (PORTLOCK, 1843).
(Pl. VIII , fig. 5)

1843 *Graptolithus (Prionotus) Sedgwickii* var. *distans* sp. nov.;PORTLOCK, Report Geology Londonderry, p. 319, pl. 19, fig. 4a-b.

1908 *Monograptus distans* Portl.; DELGADO, Système Silurique Portugal, p.212.

1913 *Monograptus distans* (Portlock); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 433, fig. 196, pl. 43, fig. 6 a-d.

1922 *Monograptus distans* (PORTLOCK); GORTANI, Faune paleozoiche Sardegna, p.106, pl. 17, fig. 28-29; pl. 19, fig. 16.

1941 *Monograptus distans* PORTL.; WATERLOT, Phatnites Graptolites Maroc, p. 79.

1945 *Monograptus distans* Portlock; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 80, pl. 35, fig. 363.

1947 *Monograptus distans* (Portlock); RUEDEMAN, Graptolites North America, p. 479.

1948 *Monograptus (Monograptus ?) distans* (PORTLOCK, 1843); PRIBYL, Bibliographie index Bohemian Silurian Graptolites, p. 28.

1950 *Monograptus distans* (PORTLOCK); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 260.

1971 *Monograptus distans* (Portlock); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 54, 92, 109.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome mince, avec une légère courbure dorso-ventrale, à thèques toutes identiques terminées par un crochet large et volumineux.

Description : Rhabdosome long et mince
Ml : 1 mm; Th = 8 à 12; Rt = léger; Rl = 2/3; Cr = 2/3.

Rapports et différences : M. *distans* (PORTLOCK) ressemble beaucoup à la région proximale de M. *sedgwickii* (PORTLOCK, 1843) par la forme des thèques. Ces deux espèces se distinguent par la largeur maximale du rhabdosome qui est très importante chez M. *sedgwickii* (PORTLOCK). De plus, les thèques de la région distale de M. *sedgwickii* (PORTLOCK) possèdent un crochet se terminant par une forte épine.

Association : M. *distans* (PORTLOCK) ont été observés en compagnie de M. *mirus* (PERNER, 1897), M. *involutus* LAPWORTH, 1876, M. *delicatulus* ELLES & WOOD, 1913 et M. *sedgwickii* (PORTLOCK, 1843).

Répartition : En Grande-Bretagne : zone 21
En Sardaigne : Llandovérien supérieur
Au Maroc : zones 20 et 21
En Bohême : Llandovérien
En Amérique du Nord : Llandovérien
Au Portugal : Gothlandien inférieur
En France : Massif Armoricain : zones 21 et 22.
En Espagne: Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra, n° 5, 15, 27, 28, 36 : Llandovérien supérieur-Tarannonien inférieur.

Matériel : 5 rhabdosomes dont 1 figuré.

Monograptus undulatus ELLES & WOOD, 1913

(pl. IX , fig. 4)

1913 *Monograptus undulatus* n. sp.; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 432, fig. 295, pl. 45, fig. 5.

1945 *Monograptus undulatus* E. et W.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p.80, pl. 35, fig. 364.

1947 *Monograptus* sp. nov. aff. *undulatus* Elles & Wood; RUEDEMANN, Graptolites North America, p. 488-489.

1969 *Monograptus* aff. *undulatus* (ELLES & WOOD); ROMARIZ, Graptolitos siluricos Noroeste Peninsular, p. 128.

1971 *Monograptus undulatus* Elles & WOOD; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 63, 93, 109.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure dorso-ventrale et à thèques, d'un seul type, recourbées en crochet mince en col de cygne.

Description : Rhabdosome long de 6 à 7 cm avec l'extrémité proximale bien recourbée.
Ml = 1 mm; Th = 8 à 10; Rt = 1/2 à 1/3; Rl = 3/4; Cr = 1/2.
Crochet bien développé en forme de rostre.

Rapports et différences : M. *undulatus* ELLES & WOOD ressemble à la partie proximale de M. *sedgwickii* (PORTLOCK, 1843). Ces deux espèces se distinguent aisément lorsque les individus sont complets; M. *sedgwickii* (PORTLOCK) présentent des thèques terminées par une forte épine dans la région distale du rhabdosome.

Association : M. *undulatus* ELLES & WOOD a été observé en compagnie de M. *involutus* LAPWORTH, 1876, M. *marri* PERNER, 1897 et M. *acus* LAPWORTH, 1882.

Répartition : En Grande Bretagne : Llandovérien et Tarannonien ?
En Amérique du Nord : Tarannonien
Au Maroc : zones 20 à 23
Au Portugal : zones 20 à 23
En Espagne : Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 15, 17, 18, 27 : Llandovérien supérieur-Tarannonien inférieur.

Matériel : 4 fragments de rhabdosome dont 1 figuré.

Monograptus ballaësus GORTANI, 1922
(pl. VIII, fig. 19)

1922 *Monograptus ballaësus* n. f. ; GORTANI, Faune paleozoiche Sardegna, p. 94, pl. 16, fig. 12-18; pl. 18, fig. 11A; pl. 19, fig. 2A, 3, 6C.

1945 *Monograptus ballaësus* Gortani; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 80, pl. 35, fig. 365.

1969 *Monograptus ballaësus* GORT.; ROMARIZ, Graptolitos siluricos Noroeste Peninsular, p. 110.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome avec courbure dorsale et thèques toutes identiques terminées par un crochet bien développé et fortement recourbé en forme de rostre.

Description : Rhabdosome long avec courbure dorsale surtout dans la région proximale.
Ml = 1 à 1,3 mm; Th = 5 dans la région distale, 7 à 8 dans la région proximale; Rt = 1/4; Rl = 1/3 à 1/5; Cr = 1/3.
Le crochet, en forme de rostre, est très long et très recourbé.

Rapports et différences : M. *ballaësus* GORTANI ressemble beaucoup à M. *scanicus* TULLBERG, 1883, mais ce dernier est moins robuste. Ces deux espèces se différencient par l'allure du crochet. Chez M. *scanicus* TULLBERG, le crochet est peu saillant tandis que celui de M. *ballaësus* GORTANI est recourbé.

M. *ballaësus* GORTANI est proche également de M. *belophorus* MENEGHINI em. GORTANI, 1922 par l'allure des thèques mais ces deux espèces sont très différentes par la largeur du rhabdosome.

Association : M. *ballaësus* GORTANI a été trouvé en compagnie de M. *flemingii flemingii* (SALTER, 1852) sur la même plaquette schisteuse. Dans le même gisement, j'ai également observé des empreintes de M. *flexilis flexilis* ELLES, 1900, M. *suessi* PERNER, 1899 et M. *mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI, 1922.

Répartition : En Sardaigne : Wenlockien
Au Maroc : Wenlockien
Au Portugal : Wenlockien
En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra n° 20 : Wenlockien supérieur

Matériel : 2 fragments dont 1 figuré.

Monograptus gemmatus (BARRANDE, 1850)

(pl. IX , fig. 5)

1850 *Rastrites gemmatus* Barr.; BARRANDE, Graptolites Bohême, p. 68, pl.4, fig. 5.

1852 *Monograptus gemmatus* BARRANDE (*Sp.*); GEINITZ, Grauwackenformation Graptolithen, p. 47,48.

1897 *Monograptus (Rastrites) gemmatus* Barrande sp.; PERNER, Graptolites Bohême, p. 23, fig. 26, pl. 11, fig. 33.

1897 *Monograptus attenuatus* Hopkinson; PERNER, Graptolites Bohême, p.10, pl. 11, fig. 30-32.

1930 *Monograptus gemmatus* Barr.; DALLONI, Etude géologique Pyrénées catalanes, p. 60, 67.

1931 *Monograptus gemmatus* (Barr.); HABERFELNER, Revision Graptolithen Sierra Morena (Spanien), p. 55, pl. 1, fig. 20.

? 1933 *Monograptus gemmatus* (BARRANDE); SUN, Ordovician Silurian Graptolites China, p. 35, pl. 5, fig. 8.

1945 *Monograptus gemmatus* Barr.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 81, pl. 36, fig. 371.

1950 *Monograptus gemmatus* (BARRANDE); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 260.

1952 *Monograptus (? subgenus) gemmatus* (BARRANDE, 1850); BOUCEK & PRIBYL, Slender Species Genus *Monograptus* GEINITZ, p. 20, pl. 3, fig. 13, text.fig. 4a, b, c.

1969 *Monograptus gemmatus* (BARRANDE); STRACHAN, Redescription CARRUTHERS' type graptolites, p. 201, fig. 6c.

1970 *Monograptus gemmatus* (Barrande, 1850); RICKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 74, text-fig. 17, fig. 27-28.

1971 *Monograptus gemmatus* (Barrande); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 55, 73.

non 1913 *Monograptus gemmatus* (Barrande); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 436-437, fig. 300 a-c, pl. 43, fig. 5a-e.

non 1924 *Monograptus gemmatus* Barrande; HUNDT, Graptolithen Deutschen Silurs, pl. 5, fig. 20

non 1931 *Monograptus gemmatus* (Barr.); HABERFELNER, Graptolithen Obersilur Karnichen Alpen, pl. 1, fig. 19.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome très mince avec courbure dorso-ventrale et à thèques toutes identiques, terminées par un crochet prononcé.

Description : Rhabdosome filiforme et légèrement arqué.
Ml = 0,5 mm; Th = 6 à 9; Rt = faible; Rl = 1/2; Cr = 2/7.
Les crochets sont volumineux.

Rapports et différences : La partie proximale du rhabdosome de M. *gemmatus* (BARRANDE) ressemble beaucoup à M. *crinitus* WOOD, 1900, mais cette dernière espèce possède des thèques terminées par un petit lobe.

Association : M. *gemmatus* (BARRANDE) a été observé sur les mêmes plaquettes schisteuses en compagnie de M. *decipiens* TORNQUIST, 1899, M. *mirus* (PERNER, 1897). Dans le même gisement ont été recueilli M. *delicatulus* ELLES & WOOD, 1913, M. *involutus* LAPWORTH, 1876, M. *distans* (PORTLOCK, 1843).

Répartition : En Grande Bretagne : zones 19 à 21
En Bohême : Llandovérien supérieur-Tarannonien
En Chine : Llandovérien supérieur
Au Maroc : zones 19 à 21
En France : Massif Armoricain : zones 19 à 21
En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles
Sierra Morena : zones 19 à 21
Sierra Negra, n°5, 27 : Llandovérien moyen et supérieur

Matériel : 4 fragments dont 1 figuré

Monograptus tortilis LINNARSSON, 1881

(pl. IX , fig. 6)

1881 *Monograptus tortilis* n. sp.; LINNARSSON, Graptolitokiffrar *Monograptus turriculatus* Klubbudden Motala, p. 54, pl. 22, fig. 19, 20.

1913 *Monograptus tortilis* Linnarsson; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 440, fig. 303, pl. 44, fig. 6.

1945 *Monograptus tortilis* Linnars.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 81, pl. 36, fig. 372.

1971 *Monograptus tortilis* Linnarsson; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 61, 92, 109.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure ventrale et à thèques d'un seul type, enroulées en un crochet volumineux.

Description : Rhabdosome légèrement arqué.

Ml = 1,5 mm; Th = 9 à 10; Rt = 1/2 à 1/3; Rl = 2/3; Cr inférieur à I/2.

Les crochets sont très bien développés.

Rapports et différences : M. *tortilis* LINNARSSON ressemble beaucoup aux Monopgratidés du groupe du M. *priodon* (BRONN, 1835), et en particulier, à M. *marri* PERNER 1897.

Ces espèces se distinguent par l'allure du crochet. Chez M. *marri* PERNER, le crochet ne s'amincit pas vers l'ouverture et est régulièrement arqué. Par contre, chez M. *tortilis* LINNARSSON, le crochet est volumineux et recourbé sur la thèque.

Association : M. *tortilis* LINNARSSON a été observé seul sur un petit fragment de schiste. J'ai cependant recueilli dans le même gisement M. *sedgwickii* (PORTLOCK, 1843), M. *halli* (BARRANDE, 1850), M. *nicholsoni* PERNER, 1897 et M. *proteus* (BARRANDE, 1850).

Répartition : En Grande-Bretagne : Gala-Tarannon

Au Maroc : zone 22

En Espagne :Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 30 : Llandovérien supérieur-Tarannonien inférieur.

Matériel : 2 fragments de rhabdosome dont 1 figuré.

Monograptus sedgwickii (PORTLOCK, 1843)

(pl. VIII, fig. 6)

1843 *Graptolithus (Prionotus) Sedgwickii* sp. nov.; PORTLOCK, Report Geology Londonderry, p. 318, pl. 19, fig. 1.

1852 *Monograptus Sedgwickii* PORTLOCK (sp.); GEINITZ, Grauwackenformation Graptolithen, p. 40, pl. 3, fig. 11.

1892 *Monograptus Sedgwickii* Portl.; BARROIS, Distribution Graptolites France, p. 150.

1909 *Monograptus Sedgwicki* Portl.; DELGADO, Systeme Silurique Portugal p. 121, 129, 230, 231.

1913 *Monograptus Sedgwickii* (PORTLOCK); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 441-443, fig. 304 a-e, pl. 44, fig. 10 a-f.

1929 *Monograptus Sedgwickii* PORTLOCK; GLEMAREC, Etude faune graptolitique ampélites Poligné (I & V), p. 98-99.

1930 *Monograptus Sedgwicki* (PORTLOCK); LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques Pyrénées Occidentales, p. 74, 76, 78, 81.

1930 *Monograptus Sedgwicki* Portl. sp.; DALLONI, Etude géologique Pyrénées catalanes, p. 64.

1931 *Monograptus sedgwicki* (PORTLOCK); HABERFELNER, Revision Graptolithen Sierra Morena (Spanien), p. 56, pl. 1, fig. 27 a,b.

1942 *Monograptus sedgwickii* (Portlock); ELLES, Type specimen *Monograptus sedgwickii* (Portlock), p. 31.

1945 *Monograptus Sedgwickii* Portl.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p.82, pl. 37, fig. 377.

1948 *Monograptus (Monograptus ?) sedgwickii* (PORTLOCK, 1843); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 34.

1950 *Monograptus Sedgwicki* (PORTLOCK); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 261.

1969 *Monograptus sedgwicki* (Portlock); COCKS & RICHARDS, Relationships shelly graptolitic facies Lower Silurian, pl. 10, fig. b.

1969 *Monograptus sedgwickii* (PORTL.); ROMARIZ, Graptolitos siluricos Noroeste Peninsular, p. 111, 113, 114, 115, 116, 117, 129, 137.

1970 *Monograptus sedgwickii* (Portlock, 1843); RICKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 73, text-fig. 14, fig. 34.

1971 *Monograptus sedgwickii* (Portlock); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 8, 60, 92, 109.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome rectiligne et à thèques de 2 types. Les thèques proximales possèdent un crochet très prononcé et fortement recourbé vers le bas, les thèques distales sont prolongées par un crochet en forme de bec terminé par une épine.

Description : Rhabdosome rectiligne ou légèrement fléchi.
M1 : 3 mm; Th = 6 à 10; Rt faible; Rl = 1/2; Cr = 1/2.
Le crochet est terminé par une forte épine dans la région distale du rhabdosome. Dans la partie moyenne, les thèques plus nombreuses se terminent par un crochet trapu qui s'amincit rapidement et se redresse en une épine très courte.

Rapports et différences : M. *sedgwickii* (PORTLOCK) ressemble beaucoup à M. *halli* (BARRANDE, 1850). Ces deux espèces se distinguent par l'allure du bec et de l'épine.

Chez M. *halli* (BARRANDE), le bec est peu ou pas recourbé et l'épine est plus courte et plus vigoureuse. Le bec de M. *sedgwickii* (PORTLOCK) est bien recourbé et l'épine semble plus longue.

Associations : M. *sedgwickii* (PORTLOCK) a été observé sur les mêmes fragments de schistes en compagnie de M. *nicholsoni* PERNER, 1897, M. *halli* (BARRANDE, 1850). D'autres Graptolites ont été trouvés dans les mêmes gisements; il s'agit de : M. *proteus* (BARRANDE, 1850), M. *distans* (PORTLOCK, 1843) et *Retiolites geinitzianus geintzianus* (BARRANDE, 1850).

Répartition : En Grande Bretagne : Llandovérien supérieur
En Bohême : Llandovérien
Au Maroc : zones 20 et 21
Au Portugal : Gothlandien inférieur

En France, Massif Armoricain : zones 20 et 21
Pyrénées centrales : secteur 8: zones 20 et 21
En Espagne : Sierra Morena : zones 20 et 21
Sierra Negra n° 25, 35, 36 : Llandovérien supérieur- Tarannonien

Matériel : 3 rhabdosomes dont 1 figuré.

Monograptus halli (BARRANDE, 1850)

(pl. IX ,fig. 16)

1850 *Graptolithus Halli* Barr.; BARRANDE, Graptolites Bohême, p. 48, pl. 2, fig. 12-13.

1852 *Monograptus Halli* BARRANDE (sp.); GEINITZ, Grauwackenformation Graptolithen, p. 41, pl. 3, fig. 5-8.

1876 *Monograptus Halli* BARRANDE sp.; LAPWORTH, Scottish Monograptidae, p. 354-355, pl. 13, fig. 1a-d.

1880 *Monograptus crassus* LAPWORTH sp. nov.; LAPWORTH, New British Graptolites, p. 155, pl. 4, fig. 8b.

1892 *Monograptus Halli* Barr.; BARROIS, Distribution Graptolites France, p. 119, 160.

1897 *Monograptus Halli* Barrande; PERNER, Graptolites Bohême, p. 13, pl. 13, fig. 20.

1909 *Monograptus Halli* Barr.; DELGADO, Systeme Silurique Portugal, p. 121, 185.

1910 *Monograptus Halli*, Barr.; DALLONI, Etude géologique Pyrénées Aragon, p. 50.

1913 *Monograptus Halli* (Barrande); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 443-445, fig. 305 a-e, pl. 44, fig. 8a-f.

1919 *Monograptus Halli* (Barrande); KIRSTE, Graptolithen Altenburger Ostkreises, p. 164, pl. 2, fig. 32.

1929 *Monograptus Halli* BARRANDE; GLEMAREC, Etude faune graptolitique ampélites Poligné (I & V.), p. 101, pl. 1, fig. 7a-c.

1930 *Monograptus Halli* (BARRANDE); LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques Pyrénées occidentales, p. 65, 74-77, 80.

1931 *Monograptus Halli* (BARRANDE); AIGNER, Graptolithen fauna Grauwackenzone Tirol, text-fig. 14 a-b, 15.

1931 *Monograptus Halli* (BARR.); HABERFELNER, Graptolithen Obersilur Karnichen Alpen, pl. 1, fig. 22a-b.

1941 *Monograptus Halli* BARR.; WATERLOT, Tarannon Sud Djebel Bani (Maroc), p. 63.

1945 *Monograptus Halli* Barr.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 82, pl. 37, fig. 378.

1948 *Monograptus (Monograptus ?) halli* (BARRANDE, 1850); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 29.

1950 *Monograptus Halli* (BARRANDE); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 261.

1962 *Monograptus halli* (BARRANDE); ROMARIZ, Graptolitos Silurico Portugues, p. 249, pl. 1, fig. 4; pl. 2, fig. 5.

1969 *Monograptus halli* (BARR.); ROMARIZ, Graptolitos Siluricos Noroeste Peninsular, p. 111, 118, 122, 128, 136.

1970 *Monograptus halli* (BARRANDE, 1850); RICKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 73, text-fig. 13, fig. 21; text-fig. 16, fig. 1.

1971 *Monograptus halli* (BARRANDE); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 56, 92, 109.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome sub-rectiligne et à thèques de deux types. Les thèques de la région distale sont terminées par un bec peu ou pas recourbé et possèdent une épine vigoureuse.

Description : Rhabdosome long de 6 à 7 cm. Ml = 3 mm
Th = 7 à 11; Rt = 1/3 à 1/2; Rl = 1/2; Cr = 1/2
Crochets terminés par une épine vigoureuse.

Rapports et différences : M. *halli* (BARRANDE) ressemble aux Monograptidés du groupe du M. *sedgwickii* (PORTLOCK, 1843) qui sont caractérisés par des rhabdosomes larges et des thèques à crochet peu recourbé et généralement terminé par une épine. M. *halli* (BARRANDE) se distingue de M. *sedgwickii* (PORTLOCK) par l'allure des crochets. Trapus chez M. *halli* (BARRANDE), les crochets sont fins et l'épine est élancée chez M. *sedgwickii* (PORTLOCK).

Association : M. *halli* (BARRANDE) a été observé en compagnie de M. *sedgwickii* (PORTLOCK) et M. *nicholsoni* PERNER, 1897.

Répartition : En Bohême : Silurien inférieur
En Grande-Bretagne, Sud de l'Ecosse : zones 21 et 22
Au Maroc : zones 21 à 22
Au Portugal : zones 19 à 22.
En France : Massif Armoricain : Valentien moyen et supérieur
Pyrénées centrales : Pales Rases, Sentein 8, Sierra Negra n° 13,22,25,27,28,30 : Llandovérien supérieur et Tarannonien.

Matériel : De nombreux fragments et 5 rhabdosomes en bon état dont 1 figuré.

Série des lobothèques

Monograptus lobiferus (Mc COY, 1850)
(Pl. VIII, fig. 8)

1850 *Graptolites lobiferus* n. sp.; Mc COY, New Silurian Radiata, p.270.

1851 *Graptolites Becki* (non BARRANDE); HARKNESS, Graptolites Dumfriesshire, p. 60, pl. 1, fig. 6 a, b.

1851 *Graptolites Nicoli* n. sp.; HARKNESS, Graptolites Dumfriesshire, p. 61, pl. 1, fig. 5 a,b.

1854 *Graptolites lobiferus* Mc COY; Mc COY, Description British Paleozoic Fossils Museum Cambridge, p. 4, pl. 1B, fig. 3.

1868 *Graptolites lobiferus* Mc COY; NICHOLSON, Graptolites Coniston Flags, p. 532, pl. 30, fig. 30.

1876 *Monograptus lobiferus* Mc COY; LAPWORTH, Scottish Monograptidae, p.26, pl. 20, fig. 1a, b, d, (non Ic).

1877 *Monograptus lobiferus* Mc COY; LAPWORTH, Graptolites County Down, p.129, pl. 5, fig. 6.

1892 *Monograptus lobiferus* Mc COY; TORNQUIST, Siljansomradets Graptoliter, p. 18, pl. 1, fig. 36, 37; pl. 2, fig. 1-5.

1892 *Monograptus lobiferus* Mc COY; BARROIS, Distribution Graptolites France, p. 148.

1899 *Monograptus harpago* n. sp.; TORNQUIST, Researches Monograptidae Scanian *Rastrites* beds, p. 16, pl. 3, fig. 3-11.

1905 *Monograptus lobiferus* Mc COY; NOEL, Faune galets grès vosgien, p.17, pl. 1, fig. 12.

1909 *Monograptus lobiferus* Mc COY; DELGADO, Systeme Silurique Portugal, p. 207-218.

1912 *Monograptus lobiferus* (Mc COY); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 448-450, fig. 308 a-e, pl. 45, fig. 1a-f.

1922 *Monograptus lobiferus* M'COY sp.; GORTANI, Faune paleozoiche Sardegna, p. 107, pl. 17, fig. 31.

1929 *Monograptus lobiferus* M'COY; GLEMAREC, Etude faune graptolitique ampélites Poligné (I.& V.), p. 104, pl. 2, fig. 2a-g.

1930 *Monograptus lobiferus* Mc COY; LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques, Pyrénées occidentales, p. 69, 74, 77, 80.

1930 *Monograptus lobiferus* M'COY sp.; DALLONI, Etude géologique Pyrénées Catalanes, p. 64.

1931 *Monograptus lobiferus* (Mc COY). HABERFELNER, Révision Graptolithen Sierra Morena (Spanien), p. 57, pl. 1, fig. 22 a,b.

1941 *Monograptus lobiferus* M'COY; WATERLOT, Phtanites Graptolites Maroc, p. 79.

1945 *Monograptus lobiferus* Mc COY; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 83, pl. 38, fig. 384.

1948 *Monograptus (Monograptus) lobiferus* (Mc COY, 1850); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 30.

1950 *Monograptus lobiferus* (M'COY); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 261.

1969 *Monograptus lobiferus* (Mc COY); ROMARIZ, Graptolites Silúricos Noroeste Peninsular, p. 128, 136.

1970 *Monograptus lobiferus* (Mc COY); RIGKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells, p. 72, 73, 90, text.-fig. 16, fig. 5.

1971 *Monograptus lobiferus* (Mc Coy); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 57, 92, 109.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure dorso-ventrale et à thèques enroulées en lobes en forme de disque. La région libre de la thèque est très importante.

Description : Rhabdosome mince et long. Ml = 2 mm
Th = 7 à 10; Rt = insignifiant; Rl = 3/4; Rl = 3/4; L = 3/4.

Rapports et différences : M. *lobiferus* (Mc COY) ressemble beaucoup à M. *crispus* (LAPWORTH, 1876). Ces deux espèces se distinguent par la largeur maximale du rhabdosome qui est inférieure à 1 mm chez M. *crispus* (LAPWORTH). De plus, les thèques de M. *lobiferus* (Mc COY) sont largement attaché au rhabdosome.

Association : M. *lobiferus* (Mc COY) a été observé en compagnie de M. *nodifer* TORNQUIST, 1880 sur la même plaquette schisteuse. Dans le même gisement, d'autres formes ont été recueillies, en particulier, M. *priodon* (BRONN, 1835), M. *amphibolus* TORNQUIST, 1881, M. *gemmatus* (BARRANDE, 1850) et M. *mirus* PERNER, 1898.

Répartition : En Grande Bretagne : zone 20.
En Scandinavie : zones 20 et 21
En Bohême : Llandovérien
Au Maroc : Zones 19 à 21.
En Sardaigne : Llandovérien moyen
Au Portugal : zones 19 à 22.
En France, Vosges : Llandovérien
Massif Armoricain : zone 20.
Pyrénées centrales: zones 19 à 21.
En Espagne : Sierra Morena : zone 21
Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra n° 27 : Llandovérien moyen et supérieur.

Matériel : 2 individus dont 1 figuré

Monograptus runcinatus LAPWORTH, 1876

(Pl.VIII , fig. 13)

1876 *Monograptus runcinatus* sp. nov.; LAPWORTH, Scottish Monograptidae p. 510, pl. 20, fig. 4.

1892 *Monograptus runcinatus* Lapw.; BARROIS, Distribution Graptolites France, p. 118.

1913 *Monograptus runcinatus* Lapworth; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 450, fig. 309e, f, pl. 45, fig. 5 a-e, (non fig. 309 a-d, pl. 45, fig. 2 a-b).

1923 *Monograptus runcinatus* LAPWORTH; GORTANI, Contribuzioni studio paleozoico Carnico, p. 12, pl. 1, fig. 19-20.

1930 *Monograptus runcinatus* Lapw.; DALLONI, Etude géologique Pyrénées catalanes, p. 60.

1931 *Monograptus runcinatus* (LAPWORTH); HABERFELNER, Revision Graptolithen Sierra Morena (Spanien), p. 58-59, pl. 1, fig. 23 a-b.

1937 *Monograptus runcinatus* Lapworth; CHAUBET, Contribution étude géologique Gothlandien versant méridional Montagne Noire, p.245.

1945 *Monograptus runcinatus* Lapw.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p.83, pl. 38, fig. 386.

1947 *Monograptus runcinatus* Lapworth; RUEDEMANN, Graptolites North America, p. 487, pl. 86, fig. 30-37.

1948 *Monograptus (Streptograptus) runcinatus* (LAPWORTH, 1876); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 43.

1950 *Monograptus runcinatus* LAPWORTH; PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 262.

1969 *Streptograptus runcinatus* (LAPW.); ROMARIZ, Graptolitos siluricos Noroeste Peninsular, p. 128, 137.

1970 *Monograptus* ex. gr.*runcinatus* Lapworth; RICKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 79, pl. 6, fig.2, text-fig. 17, fig. 22.

1971 *Diversograptus runcinatus* (Lapworth); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 58, 73, 93, 109.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une faible courbure dorso-ventrale et des thèques régulièrement enroulées, en forme de lobe et terminées par un crochet fermé.

Description : Rhabdosome mince, parfois ondulé dans la partie proximale. Ml = 1,5 mm; Th = 8 dans la région distale, 11 dans la région proximale; Rt = insignifiant; Rl = 1/3; L = 1/2.

Rapports et différences : M. *runcinatus* LAPWORTH ressemble beaucoup à M. *becki* (BARRANDE, 1850) par l'allure générale des thèques. Ces deux espèces se distinguent par le nombre de thèques au centimètre, qui est plus élevé chez M. *becki* (BARRANDE).

Association : M. *runcinatus* LAPWORTH a été observé en compagnie de M. *halli* (BARRANDE, 1850) sur le même fragment de schiste.

Répartition : En Grande Bretagne : zones 21 à 22.
En Bohême : Silurien inférieur
En Amérique du Nord : zones 22.
Au Portugal : zones 21 à 22.
En Espagne : zones 21 à 22.
En France : Massif Armoricain : zones 20-22
Montagne Noire : Tarannonien.
Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 13 et 19 :
Llandovérien supérieur-Tarannonien.

Matériel : 2 rhabdosomes dont 1 figuré.

Monograptus antennularius MENEGHINI, 1857)
(Pl. VIII, fig. 10)

1857 *Graptolithus (Monograptus) antennularius* n. sp.; MENEGHINI, Graptolites Sardaigne, p. 156, pl. B, fig. I, 1, 1a-b.

1909 *Monograptus* aff. *antennulatus* Menegh.; DELGADO, Systeme Silurique Portugal, p. 212.

1922 *Monograptus antennularius* MENEGHINI; GORTANI, Faune palepzoiche Sardegna, p.58, pl. 10, fig. 16-20; pl. 13, fig. 2 A, A'.

1942 *Streptograptus antennularius* (MENEGHINI); BOUCEK & PRIBYL, Uber böhmiche Monograpten Untergattung *Streptograptus* YIN; p. 13-14, pl. 3, fig. 6-8, text-fig. 5 1-p.

1945 *Monograptus antennularius* Meneghini; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 83, pl. 38, fig. 389.

1948 *Monograptus (Streptograptus) antennularius* (MENEGHINI, 1857); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 40-41.

1948 *Monograptus antennularius* Meneghini; WATERLOT, Faune graptolitique spéciale mésogée occidentale, p. 683.

1964 *Monograptus antennularius* (Meneghini); WILLEFERT, Graptolites Touchchent Maroc, p. 88, fig. 21a-e, pl. 2, fig. 3, 5, 8.

1969 *Streptograptus antennularius* (MENEGH.); ROMARIZ, Graptolitos Siluricos Noroeste Peninsular, p. 132.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure dorso-ventrale et à thèques en lobe, terminées par un crochet plus ou moins fermé.

Description : Rhabdosome frêle, long de 5 à 6 cm. Ml : 1 à 1/2 mm; Th = 5 à 7 dans la région distale, 7 à 8 dans la région proximale; Rt = 1/4 à 1/5; Rl = 1/3 à 1/4; L = 1/3.

Rapports et différences : M. *antennularius* MENEGHINI ressemble beaucoup à M. *runcinatus* LAPWORTH, 1876 et M. *becki* (BARRANDE, 1850). Les thèques de ces deux dernières espèces sont cependant plus nombreuses que celles de M. *antennularius* MENEGHINI. Le lobe des thèques de M. *antennularius* MENEGHINI est moins développé que celui des thèques de M. *runcinatus* LAPWORTH et M. *becki* (BARRANDE).

Association : Dans le même gisement, M. *antennularius* a été observé en compagnie de M. *flexilis flexilis* ELLES, 1900, M. *chimaera* var. *semi-spinosus* ELLES & WOOD, 1911 et M. *sardous* GORTANI, 1922.

Répartition : En Sardaigne : Wenlockien.

En Bohême : Wenlockien supérieur.

En Chine : Wenlockien.

Au Maroc : Wenlockien.

Au Portugal : zones 29 et 30.

En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra n° 14 : Wenlockien supérieur

Matériel : 2 rhabdosomes dont 1 figuré et de nombreux fragments.

Monograptus nodifer TORNQUIST, 1881

(Pl. IX ,fig. 7)

1881 *Monograptus nodifer* n. sp. TORNQUIST, Nagra graptolitarter Dalarne, p. 436, pl. 17, fig. 2.

1892 *Monograptus nodifer* TORNQ.; TORNQUIST, Undersokningar Siljan-somradets Graptoliter, p. 26, pl. 2, fig. 23-28.

1892 *Monograptus nodifer* Tornquist; BARROIS, Distribution Graptolites France, p. 117.

1913 *Monograptus nodifer* Tornquist; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 454, fig. 313 a-d, pl. 46, fig. 2a-d.

1930 *Monograptus nodifer* TORNQUIST; LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques Pyrénées occidentales, p. 68, 81.

1941 *Monograptus nodifer* TORNQ.; WATERLOT, Tarannon Sud Djebel Bani, Maroc, p. 63.

1945 *Monograptus nodifer* Tornquist; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 83, pl. 38, fig. 392.

1948 *Monograptus (Streptograptus) nodifer* (TORNQUIST, 1881); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 42.

1950 *Monograptus nodifer* TORNQUIST; PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 262.

1970 *Monograptus nodifer* Tornquist; RICKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 26, 80.

1971 *Monograptus nodifer* Tornquist; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 54, 58, 93, 109.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure dorso-ventrale et à thèques enroulées en forme de lobe bien isolé du rhabdosome.

Description : Rhabdosome court et mince. Ml = 0,9 à 1 mm; Th = 10 à 12; Rt insignifiant; Rl = 1/2; L = 4.5. Le lobe est largement replié sur lui-même.

Rapports et différences : M. *nodifer* TORNQUIST ressemble beaucoup à M. *exiguus* NICHOLSON, 1868. Ces deux espèces se distinguent par la morphologie des thèques et aussi par le nombre de thèques par cm de longueur. Chez M. *exiguus* NICHOLSON, Th = 12 à 14 et le lobe est moins tordu que chez M. *nodifer* TORNQUIST.

Association : M. *nodifer* TORNQUIST a été observé sur la même plaque schisteuse en compagnie de M. *amphibolus* TORNQUIST, 1907. Dans le même gisement de nombreux graptolites dont M. *distans* (PORTLOCK, 1843), M. *priodon* (BRONN, 1835) ont été récoltés.

Répartition : En Scandinavie : Retiolitesskiffer
En Grande Bretagne : zones 22 et 23
Au Maroc : zones 22 et 23
En France : Massif Armoricain : zones 22 et 23
Pyrénées occidentales : zone 23
Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 27 : Llandovérien moyen et supérieur.

Matériel : 2 fragments de rhabdosome légèrement déformés dont 1 figuré.

Monograptus dextrorsus LINNARSSON, 1881
(Pl. IX , fig. 8)

1881 *Monograptus* cf. *dextrorsus* n. sp.; LINNARSSON, Graptolitskiffrer *Monograptus turriculatus* Klubbuden Motala, p. 511, pl. 23, fig. 1-7.

1892 *Monograptus* cfr. *dextrorsus* LINRS.; TORNQUIST, Undersokningar Siljansomradets Graptoliter, p. 24, pl. 2, fig. 18-21.

1909 *Monograptus* cf. *dextrorsus* Linrs.; DELGADO, Systeme Silurique Portugal, p. 197, 219.

1913 *Monograptus dextrorsus* Linnarsson; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 460, fig. 318a-e, pl. 46, fig. 7a-d.

1930 *Monograptus dextrorsus* Lapw.; DALLONI, Etude géologique Pyrénées catalanes, p. 66.

1930 *Monograptus dextrorsus* LINNARSSON; LAVERDIERE, Etude terrains Paléozoïques Pyrénées Occidentales, p. 69, 74.

1937 *Monograptus dextrorsus* Linnarsson; CHAUBET, Contribution étude géologique Gothlandien versant méridional Montagne Noire, p. 145.

1945 *Monograptus dextrorsus* Linnars.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 84, pl. 39, fig. 395.

1969 *Monograptus dextrorsus* LINNARS.; ROMARIZ, Graptolitos silúricos Noroeste Peninsular, p. 116, 136.

1971 *Monograptus dextrorsus* Linnarsson; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 53, 93, 110.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure dorso-ventrale et des hydrothèques triangulaires enroulées en lobes et terminées par un crochet plus ou moins fermé.

Description : Rhabdosome mince et arqué. Ml = 1 mm
Th = 7 à 8; Rt léger; Rl = 1/2; L = 1/4.

Rapports et différences : M. *dextrorsus* LINNARSSON ressemble beaucoup à M. *intermedius* (CARRUTHERS, 1868) dans la partie proximale du rhabdosome. Ces deux espèces se distinguent dans leur partie distale par la forme de la terminaison des thèques. Chez M. *dextrorsus* LINNARSSON, les thèques se recourbent en un petit lobe replié sur lui-même.

Association : Les fragments de M. *dextrorsus* LINNARSSON ont été observés dans le même gisement en compagnie de M. *distans* (PORTLOCK, 1843) et M. *involutus* LAPWORTH, 1876.

Répartition : En Scandinavie : Retrolitesskiffer.

En Grande Bretagne : zones 22, 23 et 24.

Au Portugal : zones 22 à 25.

Au Maroc : zones 22 à 25.

En France : Montagne Noire : Tarannonien

Pyrénées occidentales : Tarannonien

En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra : Tarannonien.

Matériel : 3 fragments de rhabdosomes dont 1 figuré.

Série des trigonothèques

Monograptus spiralis (GEINITZ, 1842)

(Pl. VIII , fig.9,14)

1842 *Graptolithus spiralis* GEIN.; GEINITZ, Uber Graptoliten, p. 700, pl. 10, fig. 26, 27.

1850 *Graptolithus spiralis* GEINITZ; BARRANDE, Graptolites Bohême, p. 54, pl. 3, fig. 10-13.

1892 *Monograptus spiralis* GEIN. *B subconicus* TORNQ.; TORNQUIST, Siljansomradets Graptolites, p. 35, pl. 3, fig. 12-23.

1892 *Monograptus convolutus*, His.var. *spiralis*, Gein.; BARROIS, Distribution Graptolites France, p. 217.

1909 *Monograptus spiralis* Gein.; DELGADO, Systeme Silurique Portugal, p. 212, 218.

1912 *Monograptus spiralis* (Geinitz); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 475, fig. 331a,b,c, pl. 48, fig. 7a-d.

1923 *Monograptus spiralis* GEINITZ; GORTANI, Contribuzioni studio paleozoico carnico, p. 16, fig. 6,7, pl. 1, fig. 34.

1929 *Monograptus spiralis*, GEINITZ, GLEMARAC, Etude Faune Graptolitique ampelites Poligné, (I.& V.), p. 116, pl. 2, fig. 8 a-f.

1930 *Monograptus spiralis* (GEINITZ); LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques, Pyrénées ccidentales, p. 70, 81.

1937 *Monograptus spiralis* GEINITZ; CHAUBET, Contribution étude géologique Gothlandien versant méridional Montagne Noire, p. 146.

1945 *Monograptus spiralis* Gein.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 86, pl. 41, fig. 409.

1945 *Monograptus spiralis* var.*gortanii* Waterl.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 86, pl. 48, fig. 410.

1946 *Spirograptus spiralis spiralis* (GEINITZ), PRIBYL, Middle-European Monograptids genus *Spirograptus*, p. 6-9, pl. 1, fig. 1-4; pl. 5, fig. 1-3; text-fig. 1, fig. 3-4.

1946 *Spirograptus spiralis contortus* (PERNER); PRIBYL, Middle-European Monograptids genus *Spirograptus*, p. 9-10, pl. 2, fig. 1-5;pl. 11, fig. 4.

1947 *Monograptis spiralis* (Geinitz); RUEDEMANN, Graptolites North America, p. 487, pl. 87, fig. 15.

1948 *Spirograptus spiralis spiralis* (GEINITZ, 1842); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian, Silurian Graptolites, p. 50.

1948 *Spirograptus spiralis contortus* (PERNER, 1897); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 51.

1950 *Monograptus spiralis* (GEINITZ); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 164.

1964 *Monograptus* gr. *spiralis* (Geinitz); WILLEFERT, Graptolites Touchchent Maroc, p; 88, fig. 20 a-b, pl. 1, fig. 3, 20.

1969 *Spirograptus spiralis spiralis* (GEINITZ); ROMARIZ, Graptolites siluricos Noroeste Peninsular, p. 128, 137.

1970 *Spirograptus spiralis spiralis* (Geinitz); RICKARDS, Llandovery Silurian Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 25.

1971 *Monograptus spiralis spiralis* (Geinitz); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 60.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome large en courbure spirale et à thèques triangulaires d'un seul type.

Description : Rhabdosome robuste; Ml = 3 mm
Th = 8 à 9; Rl = 2/3; Is = 1/4; Ba = 1/2.

Rapports et différences : M. *spiralis* (GEINITZ) ressemble beaucoup à M. *involutus* LAPWORTH, 1876. Ces deux espèces se distinguent essentiellement par la largeur maximale du rhabdosome qui est très importante chez M. *spiralis* (GEINITZ). Chez M. *spiralis* (GEINITZ), le barbillon terminal occupe la moitié de la longueur de la région libre des thèques tandis que chez M. *involutus* LAPWORTH, Ba = 1/4.

Association : M. *spiralis* (GEINITZ) a été trouvé dans les mêmes gisements en compagnie de M. *communis communis* LAPWORTH, 1876, M. *priodon* (BRONN, 1835), M. *proteus* (BARRANDE, 1850), M. *runcinatus* LAPWORTH, 1876, M. *sedgwickii* (PORTLOCK, 1843) et M. *distans* (PORTLOCK, 1843).

Répartition : En Bohême : Llandovérien supérieur-Tarannonien.
En Amérique du Nord : zones 22 à 25.
En Grande Bretagne : zones 22 à 25.
Dans les Alpes carniques : zones 22 à 25.
En France , Massif Armoricain : zones 22 à 25
Montagne Noire : Tarannonien
Pyrénées : zones 22 à 25.
Au Maroc : zones 22 à 25.
Au Portugal : zones 21 à 25.
En Espagne : Pyrénées Centrales espagnoles, Sierra Negra n° 19-36: Llandovérien supérieur-Tarannonien.

Matériel : 3 rhabdosomes dont 2 figurés.

Monograptus proteus (BARRANDE, 1850)
(Pl. VIII, fig. 12)

1850 *Graptolithus proteus* Barr.; BARRANDE, Graptolites Bohême, p. 58, pl. 4, fig. 12-15.

1851 *Graptolithus proteus* BARR.; SUESS, Ueber Bohmische Graptolithen, p. 39, pl. 9, fig. 3.

1851 *Graptolithus armatus* Sss.; SUESS, Ueber Bohnische Graptolithen, p. 39, pl. 9, fig. 2.

1852 *Monograptus proteus* BARRANDE (sp.); GEINITZ, Grauwackenformation Graptolithen, p. 44-45, pl. 4, fig. 13, 14a-b, ? 29 (non fig.4,6-12,15-18, 20, 23, 25).

1876 *Monograptus convolutus* var. *proteus* BARRANDE; LAPWORTH, Scottish Monograptidae, p. 23, pl. 13, fig. 4e.

1877 *Monograptus proteus* BARRANDE; LAPWORTH, Graptolites County Down, p. 128, pl. 5, fig. 18.

1890 *Monograptus proteus* BARRANDE; GEINITZ, Graptolithen Mineralogischen Museum Dresden, p. 21, pl. A, fig. 28.

1892 *Monograptus proteus* BARR.; TORNQUIST, Undersökminger Siljansomradets Graptoliter, p. 40-41, pl. 3, fig. 29-30.

1892 *Monograptus proteus*, Barr.; BARROIS, Distribution Graptolites France, p. 116.

1897 *Monograptus proteus* Barrande; PERNER, Etude Graptolites Bohême, p. 14, text-fig. 13, pl. 12, fig. 21-23.

1897 *Monograptus proteus* Barrande; FRECH, Lethaea Geognostica, p. 648.

1899 *Monograptus proteus* BARRANDE; TORNQUIST, Researches Monograptidae Scanian *Rastrites* Beds, p. 23-24, pl. 4, fig. 23-24.

1909 *Monograptus Proteus* Barr.; DELGADO, Systeme Silurique Portugal, p. 212, 213, 218.

1912 *Monograptus proteus* (Barrande); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 477-478, fig. 332a-c, pl. 48, fig. 8a-c.

1919 *Monograptus proteus* Barrande; KIRSTE, Graptolithen Altenburger Ostkreises, p. 177-188, pl. 3, fig. 10-11.

1920 *Monograptus proteus* (BARRANDE); GORTANI, Contribuzioni studio Paleozoico Carnico, p. 48, pl. 3, fig. 37.

1923 *Monograptus proteus* (BARRANDE); GORTANI, Contribuzioni studio Paleozoico Carnico, p. 17, pl.1, fig. 37-40.

1930 *Monograptus proteus* BARRANDE; LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques Pyrénées occidentales, p 72,73,74,75,76, 78,81.

1930 *Monograptus proteus* Barr.; DALLONI, Etude géologique Pyrénées catalanes, p. 60.

1931 *Monograptus proteus* (BARRANDE); HABERFELNER, Graptolithen Obersilur Karnischen Alpen, p. 143, pl. 3, fig. 1a-b.

1939 *Monograptus proteus* (BARRANDE); HUNDT, Mitteldeutsche Graptolithen-neer, p. 32, 154, 166,184,314,334.

1941 *Monograptus proteus* BARR.; WATERLOT, Niveaux stratigraphiques phtanites Graptolites Maroc, p. 78.

1945 *Monograptus proteus* BARR. ; WATERLOT, Graptolites Maroc, p.86, pl. 4i, fig. 411.

1946 *Spirograptus proteus* (BARRANDE); PRIBYL, Middle-European Monograptids Genus *Spirograptus*, p. 12-14, fig. 2, pl. 3, fig. 3-8; pl. 5, fig.7; pl. 9, fig. 1-3.

1948 *Spirograptus proteus* (BARRANDE, 1850); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 50.

1950 *Monograptus proteus* (BARRANDE); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 264.

1962 *Spirograptus proteus* (BARRANDE); ROMARIZ, Graptolitos Silurico Portugès, p. 268

1969 *Spirograptus proteus* (BARR.); ROMARIZ, Graptolitos silurocos Noroeste Peninsular, p. 128, 137.

1970 *Monograptus proteus* (BARRANDE, 1850), RICKARDS, Llandovery Silurian Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 87, text-fig. 13, fig. 13; text-fig. 17, fig. 14.

1971 *Monograptus proteus* (BARRANDE); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 59, 94, 110.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure en spirale hélicoïdale et à thèques triangulaires groupées d'un seul type; Rhabdosome mince dans la région proximale et s'élargissant rapidement.

Description : Ml = 1,6 mm

Th = 7 à 10; Rl = 2/3; Is = 1/2; Ba = 1/3.

Rapports et différences : *M. proteus* (BARRANDE) ressemble beaucoup à *M. involutus* LAPWORTH, 1876 par les thèques groupées et triangulaires. Ces deux espèces se distinguent par la largeur du rhabdosome et par l'allure des thèques. Chez *M. involutus* LAPWORTH, Ml est inférieur ou égal à 1 mm et la thèque possède un barbillon plus individualisé que celle de *M. proteus* (BARRANDE).

M. proteus (BARRANDE) est proche de *M. communis communis* LAPWORTH 1876 par la morphologie des thèques de la région distale mais n'a pas la même allure générale du rhabdosome.

Association : M. *proteus* (BARRANDE) a été observé en compagnie de M. *sedwickii* (PORTLOCK, 1843), M. *communis communis* LAPWORTH, M. *spiralis* GEINITZ (1842), M. *priodon* (BRONN, 1835) et M. *halli* (BARRANDE, 1850) dans les mêmes gisements.

Répartition : En Bohême : Gala-Tarannon
En Grande Bretagne : zones 20 à 23.
Dans les Alpes Carniques : zones 20 à 23.
Au Maroc : zones 20 à 23.
Au Portugal : zones 20 à 23.
En France : Massif Armoricain : zones 20 à 23.
Pyrénées centrales , Pales Rases, Sentein : zones 20 à 23.
En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra n° 19, 30, 35 ; Llandovérien supérieur-Tarannonien.

Matériel : 4 individus dont 1 figuré.

Monograptus delicatulus ELLES & WOOD, 1913
(Pl. IX , fig. 9)

1913 *Monograptus delicatulus* sp. nov.; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 478, fig. 333, pl. 47, fig. 2a-b.

1930 *Monograptus delicatulus* ELLES & WOOD; LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques Pyrénées occidentales, p. 70, 72, 74, 80.

1941 *Demirastrites* cf. *delicatulus* (ELLES & WOOD); RIBYL & MUNCH, Révision mitteleuropäischen vertreter Gattung *Demirastrites*, p. 21,22,text-fig.1, fig. 7.

1945 *Monograptus delicatulus* E. & W.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 86, pl. 41, fig. 412.

1947 *Monograptus delicatulus* ELLES & WOOD; RUEDEMANN, Graptolites North America, p. 479.

1948 *Demirastrites delicatulus* (ELLES & WOOD, 1913); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 60.

1969 *Demirastrites delicatulus*; ROMARIZ, Graptolitos siluricos Noroeste Peninsular, p. 137.

1971 *Monograptus delicatulus* Elles & Wood, STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 53, 93, 110.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome mince en spirale irrégulière et à thèques triangulaires bien dégagées et épineuses d'un seul type. Rhabdosome mince atteignant 1,5 mm.

Description : Ml = 1,5 mm; Th = 10
Rl = 2/3; Is : 4/5; Ba = 1/4.

Rapports et différences : La partie distale de M. *delicatulus* ELLES & WOOD ressemble à la partie proximale de M. *convolutus* (HISINGER, 1837). Ces deux espèces se distinguent dans leur partie distale par l'allure des thèques. Chez M. *convolutus* (HISINGER), les thèques sont rectilignes du type *Rastrites*.

M. *delicatulus* ELLES & WOOD est proche de M. *proteus* (BARRANDE 1850) par la morphologie des thèques dans la partie moyenne du rhabdosome.

Association : M. *delicatulus* ELLES & WOOD a été observé en compagnie de M. *mirus* PERNER 1897 sur la même plaquette de schiste noir.

Répartition : En Grande Bretagne : Llandovérien.
En Bohême : Llandovérien.
En Amérique du Nord : zones 18 à 20.
Au Maroc : zones 19 à 20.
Au Portugal : zones 19 à 20.
En France, Massif Armoricain : zones 19 à 20.
Pyrénées occidentales : zones 19 à 20.
En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra n° 5,27,28, 33, 36 : Llandovérien moyen et supérieur.

Matériel : 6 individus et de nombreux fragments.

Monograptus mirus PERNER, 1897

(Pl. IX ,fig. 10)

1897 *Monograptus mirus* n. sp.; PERNER, Etude Graptolites Bohême, p. 16, pl. 12, fig. 1-3.

? 1919 *Monograptus mirus* PERNER; KIRSTE, Graptolithen Altenburger Ostkreises, p. 182, pl. 3, fig. 18.

1945 *Monograptus mirus* Barr.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 86, pl. 41, fig. 413.

1948 *Spirograptus mirus* (PERNER, 1897); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 49.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome mince, enroulé en spirale irrégulière dans sa partie proximale et à thèques triangulaires bien dégagées d'un seul type.

Description : Rh = 1 mm; Th = 10;
Rl = 3/4; Is = 9/10; Ba = 1/4.
Le bord supérieur de la thèque est rigoureusement perpendiculaire à l'axe du rhabdosome.

Rapports et différences : M. *mirus* PERNER ressemble beaucoup à M. *involutus* LAPWORTH, 1876 par la largeur maximale et la forme du rhabdosome. Ces deux espèces se distinguent par la disposition des thèques sur le rhabdosome. Les thèques de M. *involutus* LAPWORTH sont plus serrées que celles de M. *mirus* PERNER. De plus, la portion de la thèque isolée de M. *involutus* LAPWORTH est plus faible que celle de M. *mirus* PERNER.

Association : M. *mirus* PERNER a été observé en compagnie de M. *decipiens* TORNQUIST, 1899, M. *gemmetus* (BARRANDE, 1850), M. *involutus* LAPWORTH, 1876 et M. *delicatulus* ELLES & WOOD, 1913.

Répartition : En Bohême : Llandovérien.
Au Maroc : zones 19 à 21.
En Espagne : Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra n° 5, 13,27, 28 : Llandovérien moyen et supérieur.

Matériel : 4 individus dont 1 figuré.

Monograptus involutus LAPWORTH, 1876

(Pl. VIII, fig. 15)

1876 *Monograptus intermedius* var. *involutus* var. nov., LAPWORTH, Scottish Monograptidae, p. 216, pl. 10, fig. 11.

1913 *Monograptus involutus* (LAPWORTH); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 478, fig. 334a-c, pl. 49, fig. 4a-c.

1929 *Monograptus involutus* LAPWORTH; GLEMAREC, Etude faune graptolitique ampelites Poligné (I. & V.), p. 118, pl. 3, fig. 1a-d.

1930 *Monograptus involutus* (LAPWORTH); LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques Pyrénées occidentales, p. 79,73,74,75,77,80.

1945 *Monograptus involutus* Lapw.; WATERLOT, Graptlotites Maroc, p. 86, pl. 41, fig. 414.

1946 *Spirograptus involutus* (LAPWORTH); PRIBYL, Middle-European Monograptids Genus *Spirograptus*, p. 20, pl. 7, fig. 1-5; text-fig.3, fig. 3-5.

1948 *Spirograptus involutus* (LAPWORTH, 1876); PRIBYL, Bibliographic index, Bohemian Silurian Graptolites, p. 49.

1950 *Monograptus involutus* (LAPWORTH); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 265.

1970 *Monograptus* aff. *involutus* LAPWORTH, 1876; RICKARDS, Llandovery Silurian Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 90, text-fig. 16, fig. 20.

1971 *Monograptus involutus* Lapworth; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 56, 95, 110.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure spirale avec thèques toutes identiques, triangulaires et groupées dont la région de l'ouverture est légèrement recourbée.

Description : Rhabdosome de forme irrégulière ou en spirale plane largement ouverte.

Ml = 1 mm; Th = 8.

Rl = 4/7; Is = 3/8; Ba = 1/4.

Rapports et différences : M. *involutus* LAPWORTH ressemble beaucoup à M. *intermedius* (CARRUTHERS, 1868) par leur largeur maximale du rhabdosome et le nombre de thèques par centimètre de longeur identiques. Ces deux espèces se distinguent par la forme générale du rhabdosome : M. *involutus* LAPWORTH possède un rhabdosome enroulé en spirale tandis que M. *intermedius* (CARRUTHERS) ne présente qu'une courbure dorsale. Les thèques de M. *intermedius* (CARRUTHERS) sont terminées par un bec plus important que celui observé chez M. *involutus* LAPWORTH.

Association : M. *involutus* LAPWORTH a été observé en compagnie de M. *delicatulus* ELLES & WOOD, 1913 sur le même fragment de schiste. Dans le même gisement, ont été observés M. *communis communis* LAPWORTH, M. *intermedius* (CARRUTHERS) et M. *priodon* (BRONN, 1835).

Répartition : En Grande Bretagne : Llandovérien.
En Bohême : Llandovérien.
En Amérique du Nord : zones 19 à 21.
Au Maroc : zones 20 à 21.
En France : Massif Armoricain : zones 19 à 21.
Pyrénées occidentales : zones 20 et 21.
Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra n° 5,13,15, 27,32 : Llandovérien moyen et supérieur.

Matériel : 5 rhabdosomes dont 1 figuré et quelques fragments.

Monograptus circularis ELLES & WOOD, 1913

(Pl. IX , fig. 12)

1913 *Monograptus circularis* nov. sp.; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 479, fig. 335, pl. 48, fig. 9a-b.

1945 *Monograptus circularis* (E.&W.); WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 86, pl. 41, fig. 415.

1946 *Spirograptus circularis* (ELLES & WOOD); PRIBYL, Middle-European Monograptids Genus *Spirograptus*, p. 21, pl. 7, fig. 6-7.

1948 *Spirograptus circularis* (ELLES & WOOD, 1913); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 47.

1971 *Monograptus circularis* Elles et Wood; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p.52, 94, 110.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome mince enroulé en spirale plane et à thèques triangulaires toutes identiques. Les thèques, peu nombreuses, sont trapues.

Description : Rhabdosome mince et courbe; Ml : 1 mm
Th = 8; Rl = 2/3; Is = 1/2; Ba = 1/3 à 1/4.

Rapports et différences : M. *circularis* ELLES & WOOD ressemble beaucoup à M. *communis communis* LAPWORTH, 1876 par la morphologie des thèques. Ces deux espèces se distinguent par l'allure générale du rhabdosome : M. *circularis* ELLES & WOOD est enroulé en spirale tandis que M. *communis communis* LAPWORTH est simplement courbé. M. *circularis* ELLES & WOOD est proche de M. *involutus* LAPWORTH, 1876 mais les thèques de ce dernier possèdent un barbillon plus individualisé que celui de M. *circularis* ELLES & WOOD.

Association : M. *circularis* ELLES & WOOD a été observé sur les mêmes plaques schisteuses en compagnie de M. *involutus* LAPWORTH et M. *intermedius* (CARRUTHERS, 1868).

Répartition : En Grande Bretagne : zones 20 et 21.
En Bohême : Llandovérien.
Au Maroc : zones 20 et 21.
En Espagne : Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 13 : Llandovérien supérieur.

Matériel : 4 rhabdosomes dont 1 figuré.

Monograptus communis communis LAPWORTH, 1876

(Pl. VIII , fig.16,17)

1876 *Monograptus convolutus* Hisinger, sp. var (a) *communis* var. nov.; LAPWORTH, Scottish Monograptidae, p. 358, pl. 13, fig.4a(non 4b).

1876 *Monograptus convolutus (communis)* Lapw.; LAPWORTH, Llandoverian rocks Lake District, p. 5, pl. 1, fig. 18.

1877 *Monograptus spiralis* var.(b) *communis* Lapw.; LAPWORTH, Graptolites County Down, p. 128, pl. 5, fig.16.

1892 *Monograptus convolutus* His.var. *communis*, Lapw.; BARROIS, Distribution Graptolites France, p. 117.

? 1897 *Monograptus communis* Lapworth; PERNER, Etude Graptolites Bohême, p. 15-16, text-fig. 14, pl. 12, fig. 20 (non pl. 11, fig. 18a-b; pl. 12, fig. 5, 6a-b, 7, 9).

1909 *Monograptus communis* Lapw.; DELGADO, Systeme Silurique Portugal, p. 212,218,231.

1913 *Monograptus communis* (Lapworth); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 480-481, fig. 336a (non b), pl. 49, fig. 1a,c (non b,d,e)

1920 *Monograptus communis* LAPWORTH; GORTANI, Contribuzioni studio Paleozoico Carnico, p. 45, pl. 3, fig. 31.

? 1929 *Monograptus communis* (LAPWORTH); HABERFELNER, Silur Balkan nördlich Sofia, p. 119, pl. 11, fig. 10a-b.

1930 *Monograptus communis* (LAPWORTH); LAVERDIERE, Contribution étude terrains paléozoïques Pyrénées occidentales, p. 69,74,77,80.

1931 *Monograptus* cf. *communis* (LAPWORTH); HABERFELNER, Revision Graptolithen Sierra Morena Spanien, p. 60, fig. 1.

? 1933 *Monograptus communis* (LAPWORTH); SUN, Ordovician Silurian Graptolites China, p. 40, pl. 6, fig. 6.

1941 *Monograptus communis* LAPW.; WATERLOT, Niveaux stratigraphiques phtanites Graptolites Maroc, p. 78.

1945 *Monograptus communis* Lapw.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 87, pl. 42, fig. 418.

1946 *Spirograptus communis communis* (LAPWORTH, 1876); PRIBYL, Middle-European Monograptids Genus *Spirograptus*, p. 30, pl. 8, fig. 1 (non fig. 2, 3).

1947 *Monograptus communis* Lapworth; RUEDEMANN, Graptolites North America, p. 477, pl. 86, fig. 42-43.

1948 *Spirograptus communis communis* (LAPWORTH, 1876); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 48.

? 1949 *Campograptus communis* (Lapworth); OBUT, Polevot Atlas Graptolitov silura Kirgizkoj SSR, p. 24, pl. 4, fig. 8a-b.

1950 *Monograptus communis* (LAPWORTH); PHILIPPOT, Graptolites Massif armoricain, p. 265.

1957 *Demirastrites communis* (Lapworth); SUNER COMA, Graptolidos Silurico superior Cordillera Costera Catalana, p. 66, fig. 15.

1958 *Monograptus communis communis* Lapworth; SUDBURY, Triangulate Monograptids *Monograptus gregarius* Zone Cardiganechire, p. 520-522, pl. 23, fig. 97-101.

1962 *Spirograptus communis communis* (LAPWORTH); ROMARIZ, Graptolitos Silurico Portugues, p. 267, pl. 14, fig. 3-4.

1963 *Monograptus communis* (Lapworth); WILLEFERT, Graptolites Silurien inférieur Jbel Eguer-Iguiguena, p. 46.

? 1968 *Campograptus communis communis* (LAPWORTH), 1876; OBUT, SOBOLEUSKAYA & MERKUREVA, Llandovery graptolites Norilok Region, p. 103-104, pl. 26, fig. 1-4.

1969 *Spirograptus communis communis* (LAPW.); ROMARIZ, Graptolitos Siluricos Noroeste Peninsular, p. 113,129, 137.

1970 *Monograptus communis communis* Lapworth, 1876; RICKARDS, Llandpvery Silurian Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 84, pl. 6, fig. 7; text-fig. 17, fig. 1,9,19.

1971 *Monograptus communis communis* Lapworth; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 52, 94, 95, 111.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome légèrement arqué et à thèques d'un seul type, triangulaires et groupées dont le barbillon est recourbé.

Description : Rhabdosome arqué ou rectiligne. Ml = 1,4 mm; Th = 8; Rl = 2/3; Is = 7/12; Ba = 1/3 à 1/4.

Rapports et différences : M. *communis communis* LAPWORTH ressemble beaucoup à à M. *circularis* ELLES & WOOD, 1913. Ces deux espèces se différencient par l'allure et la largeur maximale du rhabdosome. Chez M. *circularis* ELLES & WOOD, Ml atteint 1 mm.

Association : Dans le même gisement, M. *communis communis* LAPWORTH a été recueilli en compagnie de M. *intermedius* (CARRUTHERS, 1868), M. *involutus* LAPWORTH, 1876, M. *undulatus* ELLES & WOOD, 1913 et M. *mirus* (BARRANDE, 1850).

Répartition : En Grande Bretagne : zones 19 à 20.
En Bohême : Llandovérien
Dans les Balkans : Llandovérien
Dans les Alpes carniques : Llandovérien
En Russie : Llandovérien
En Amérique du Nord : zones 19 à 20
En Chine : Llandovérien
Au Maroc : zones 19 à 20
Au Portugal : zones 19 à 20
En France : Massif Armoricain : zones 19 à 20
Pyrénées occidentales : zones 19 et 20.
En Espagne : Sierra Morena : zone 20
Pyrénées centrales espagnoles, Sierra Negra n° 5, 15, 19 : Llandovérien moyen et supérieur.

Matériel : 4 rhabdosomes dont 3 figurés et de nombreux fragments.

Monograptus planus (BARRANDE, 1850)
(Pl. IX , fig. 13)

1850 *Graptolithus proteus* var. *plana* Barr.; BARRANDE, Graptolites Bohême, p. 58, pl. 4, fig. 15.

1879 *Monograptus resurgens* n. sp. LINNARSSON, Gothlands Graptoliter, p. 515, pl. 23, fig. 13-21.

1913 *Monograptus planus* (Barrande); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 484, fig. 340, pl. 48, fig. 6.

? 1931 *Monograptus planus* BARRANDE; HABERFELNER, Graptolithen Obersilur Karnischen Alpen, pl. 3, fig. 3.

1945 *Monograptus planus* Barr.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 87, pl. 42, fig. 420.

1946 *Spirograptus planus* (BARRANDE, 1850); PRIBYL, Middle-European Monograptids genus *Spirograptus*.

1948 *Spirograptus planus* (BARRANDE, 1850); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 50.

? 1949 *Campograptus planus* (Barrande); OBUT, Polevot Atlas graptolitov Silura Kirgizkoj SSR, p. 24, pl. 4, fig. 9a-b.

1958 *Monograptus planus* (BARRANDE); SUDBURY, Triangulate Monograptids *Monograptus gregorius* Zone Cardiganshire, p. 524-525, fig. 226, pl. 22, fig. 92-93.

1969 *Spirograptus planus*; ROMARIZ, Graptolitos Siluricos Noroeste Peninsular, p. 137.

1970 *Monograptus planus* (BARRANDE, 1850); RICKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 86, text-fig. 17, fig. 7.

1971 *Monograptus planus* (Barrande); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 58, 60, 94, 111.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure dorsale et portant des thèques d'un seul type, groupées et toujours triangulaires. Ces thèques sont épineuses dans la région proximale et moyenne du rhabdosome.

Description : Rhabdosome régulièrement courbé. Ml = 1,5 mm
Th = 9 à 11 dans la partie distale, 8 à 9 dans la partie proximale.
Rl = 2/5 à 1/2; Is = 3/4; Ba = 1/4.
Les thèques sont largement triangulaires et possèdent un bec peu recourbé dans la partie distale. Dans la région proximale et moyenne, les thèques sont plus longues, épineuses avec un bec très petit ou inexistant.

Rapports et différences : M. *planus* (BARRANDE) ressemble beaucoup à M. *delicatulus* ELLES & WOOD, 1913 par l'allure des thèques dans la région distale et la largeur maximale du rhabdosome. Ces deux espèces se distinguent par l'allure du rhabdosome et également par la région proximale où, chez M. *delicatulus* ELLES & WOOD, les thèques sont bien dégagées.

Association : M. *planus* (BARRANDE) a été observé dans le même gisement en compagnie de M. *amphibolus* TORNQUIST, 1907 et M. *nodifer* TORNQUIST, 1881.

Répartition : En Bohême : Gala-Tarannon

Dans les Alpes carniques : zones 22 à 25.

En Grande Bretagne : Gala-Tarannon.

En Russie : Gale-Tarannon.

Au Maroc : Zones 22 à 25.

Au Portugal : zones 22 à 25.

En Espagne : Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 27 : Llandovérien moyen et supérieur

Matériel : 2 individus dont 1 figuré.

Monograptus intermedius (CARRUTHERS, 1868)

(Pl. VIII, fig. 11)

1868 *Graptolithus intermedius* sp. nov.; CARRUTHERS, Revision British Graptolites, p. 126, pl. 5, fig. 18.

1876 *Monograptus intermedius* (CARRUTHERS); LAPWORTH, Scottish Monograptidae, p. 316, pl. 10, fig. 10a-c.

1913 *Monograptus intermedius* (Carruthers); ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 485, fig. 341 a-d, pl. 49, fig. 3a-c.

1931 *Monograptus intermedius* (CARRUTHERS); HABERFELNER, Revision Graptolithen Sierra Morena Spanien, p. 62, fig. 3, pl. 1, fig. 26 a-d.

1941 *Monograptus intermedius* LAPW.; WATERLOT, Niveaux stratigraphiques, phtanites Graptolites Maroc, p. 78.

1945 *Monograptus intermedius* Carr.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 87, pl. 42, fig. 423.

1946 *Monograptus intermedius* (CARRUTHERS, 1868); PRIBYL, Middle-European Monograptids Genus *Spirograptus*, p. 89.

1947 *Monograptus intermedius* (Carruthers); RUEDEMANN, Graptolites North America, p. 481.

1948 *Monograptus* (? *Mediagraptus*) *intermedius* (CARRUTHERS, 1868); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 39.

1950 *Monograptus intermedius* (CARRUTHERS); PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 265.

1969 *Monograptus intermedius* (Carruthers); STRACHAN, Redescription Carruthers' type Graptolites, p. 118, fig. 5, pl. 5, pl. 5, fig.6.

1969 *Mediograptus intermedius* (CARR.); ROMARIZ, Graptolitos Silúricos Noroeste Peninsular, p. 128, 137.

1970 *Monograptus* aff. *intermedius* (Carruthers, 1968); RICKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 88.

1971 *Monograptus intermedius* (Carruthers); STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 54, 56, 95, 111.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure dorsale et portant des thèques triangulaires identiques avec crochet légèrement recourbé en forme de griffe.

Description : Rhabdosome mince et légèrement arqué dans la région proximale.
Mi inférieure ou égale à 1 mm
Th = 8 à 10; Rl = 2/3 ; Is = 2/3; Ba = 1/5.
Les thèques sont terminées par un crochet légèrement recourbé en forme de griffe.

Rapports et différences : M. *intermedius* (CARRUTHERS) ressemble à M. *involutus* LAPWORTH, 1876 par l'allure des thèques dans la partie moyenne du rhabdosome. Ces deux espèces se distinguent par la forme du crochet terminé par un barbillon chez M. *involutus* LAPWORTH. Chez M. *intermedius* (CARRUTHERS), le crochet se termine par une griffe très courte.

Association : M. *intermedius* (CARRUTHERS) a été observé en compagnie de M. *involutus* LAPWORTH et M. *nicholsoni* PERNER, 1897, sur le même fragment de schiste. Dans le même gisement, d'autres espèces ont été recueillies, en particulier M. *halli* (BARRANDE, 1850) et M. *circularis* ELLES & WOOD, 1913.

Répartition : En Grande Bretagne : zones 19 à 21.
En Bohême : Llandovérien.
En Amérique du Nord : zones 19 à 21.
Au Maroc : zones 19 à 21.
Au Portugal : zones 19b à 21.
En France : Massif Armoricain : zones 19 à 21

En Espagne : Sierra Morena : zone 21

Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 13, 15, 27, 29:

Llandevérien moyen et supérieur

Matériel : 6 individus dont 1 figuré et de nombreux fragments.

Monograptus elongatus TORNQUIST, 1899

(Pl. IX , fig. 14)

1899 *Monograptus elongatus* n. sp.; TORNQUIST, Researches Monograptidae Scanian *Rastrites* Beds, p. 17-18, pl. 3, fig. 12-18.

1913 *Monograptus* cf. *elongatus* Tornquist; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 486, fig. 342, pl. 49, fig. 5a-c.

1931 *Monograptus* cf. *elongatus* (TORNQUIST); HABERFELNER, Revision Graptolithen Sierra Morena, p. 63, fig. 4.

1945 *Monograptus elongatus* Tornq.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p.87, pl. 42, fig. 424.

1950 *Monograptus elongatus* TORNQUIST; PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 265.

1970 *Monograptus* ex.gr.*elongatus* Tornquist, 1899; RICKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 76, text-fig.17, fig. 21.

1971 *Monograptus* cf. *elongatus* Tornquist; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 59, 95, 111.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure dorso-ventrale et à thèques d'un seul type, triangulaires et groupées dont le crochet se termine en loge.

Description : Rhabdosome mince, long et irrégulièrement courbé.

M1 = 1 mm

Th = 8 à 9; R1 = 5/6; Is = 1/3; Ba = 1/2.

Rapports et différences : *M. elongatus* TORNQUIST est proche de *M. intermedius* (CARRUTHERS, 1868) par l'allure des thèques dans la région proximale du rhabdosome. Dans la partie distale, ces deux espèces se différencient par la présence d'un lobe extrêmement bien marqué chez *M. elongatus* TORNQUIST.

Association : M. *elongatus* TORNQUIST a été observé en compagnie de M. *decipiens* TORNQUIST, 1899 et M. *delicatulus* ELLES & WOOD, 1913, M. *communis communis* LAPWORTH, 1876, M. *gemmatus* (BARRANDE, 1850).

Répartition : En Grande Bretagne : Llandovérien.
En France : Massif Armoricain: zone 20.
Au Maroc : zone 19.
En Espagne : Sierra Morena : zones 19 à 20.
Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 5: Llandovérien moyen et supérieur.

Matériel : 3 individus dont 1 figuré.

Monograptus amphibolus TORNQUIST, 1907

(Pl. IX , fig. 15)

1907 *Monograptus amphibolus* n. sp.; TORNQUIST, Observation genus *Rastrites* allied species *Monograptus*, p. 19, pl. 3, fig. 22,23.

1945 *Monograptus amphibolus* Tornq.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 88, pl. 43, fig. 425.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure spirale et portant des thèques de 2 types : les thèques proximales sont isolées et linéaires du type *Rastrites*: les thèques distales sont toujours triangulaires et terminées par un barbillon peu apparent.

Description : Rhabdosome légèrement courbé. Ml = 1,8 mm
Th = 10; Rl = 5/6; Is = 5/7; pas de lobe.

Rapports et différences : M. *amphibolus* TORNQUIST ressemble beaucoup à M. *convolutus* (HISINGER, 1837) par l'allure linéaire des thèques. Ces deux espèces se différencient par la largeur maximale et la forme du rhabdosome qui chez M. *involutus* HISINGER, dans la partie distale du rhabdosome, sont plus sinueuses et plus filiformes que celles de M. *amphilobus* TORNQUIST.

Association : *M. amphilobus* TORNQUIST a été observé sur le même fragment de schiste en compagnie de *M. nodifer* TORNQUIST, 1881.

Répartition : En Scandinavie : zone 22.
Au Maroc : zones 22 et 23.
En Espagne : Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 27 : Llandovérien moyen et supérieur.

Matériel : 3 individus dont 1 figuré.

Monograptus decipiens TORNQUIST, 1899

(Pl. VIII, fig. 4,18)

1899 *Monograptus decipiens* n. sp.; TORNQUIST, Researches Monograptidae Scanian *Rastrites* Beds, p. 20-21, pl. 4, fig. 9-14.

1913 *Monograptus decipiens* Tornquist; ELLES & WOOD, Monograph British Graptolites, p. 469-470, fig. 325a (non b-d), pl. 47, fig. 3a, ?b, ? e (non c-d).

1930 *Monograptus decipiens* Tornq.; DALLONI, Etude géologique Pyrénées Catalanes, p. 64.

1942 *Demirastrites decipiens decipiens* (TORNQUIST, 1899); PRIBYL & MUNCH, Revision Mitteleuropaischen Vertreten Gattung Demirastrites Eisel, p. 12-13, text-fig. 1, fig. 6.

1945 *Monograptus decipiens* Tornq.; WATERLOT, Graptolites Maroc, p. 88, pl. 43,fig. 427.

1948 *Monograptus decipiens decipiens* (TORNQUIST, 1899); PRIBYL, Bibliographic index Bohemian Silurian Graptolites, p. 60.

1950 *Monograptus decipiens* TORNQUIST; PHILIPPOT, Graptolites Massif Armoricain, p. 263.

? 1957 *Demirastrites decipiens* Tornquist; SUNER COMA, Graptolitidos Silurico superior Cordillera Costera Catalana, p. 63, fig. 13.

1958 *Monograptus decipiens* Tornquist; SUDBURRY, Triangulate Monograptids *Monograptus gregorius* Zone Cardiganshire, p. 510-511, pl. 21, fig. 74-75.

1962 *Demirastrites decipiens decipiens* (Tornquist); ROMARIZ, Graptolitos Silurico Português, p. 272, pl. 2, fig. 3.

1963 *Monograptus* cf. *decipiens* TORNQUIST; WILLEFERT, Graptolites Silurien inférieur Jbel Eguer-Iguiguena, p. 44-45, fig. 70a,b, pl. 1, fig. 12; pl. 2, fig. 14-20.

1969 *Demirastrites decipiens decipiens* (TORNQ.); ROMARIZ, Graptolitos silúricos Noroeste Peninsular, p. 128, 137.

1970 *Monograptus decipiens* Tornquist, 1899; RICKARDS, Llandovery Graptolites Howgill Fells Northern England, p. 83, text-fig. 13, fig. 16; text-fig 17, fig. 8; text-fig. 18, fig. 3, 13.

1971 *Monograptus decipiens decipiens* Tornquist; STRACHAN, Supplement Monograph ELLES & WOOD, p. 53, 93, 110.

Diagnose : Une espèce du genre *Monograptus* à rhabdosome présentant une courbure spiralé et portant des thèques de 2 types. Dans la partie proximale, les thèques sont isolées et linéaires; elles se terminent par un barbillon bien apparent et plus ou moins recourbé dans la région distale.

Description : Rhabdosome petit en spirale plane. Ml = 1,5 à 2 mm. Th = 8 à 10; Rl = 7/9; Is = 7/9; Ba = 1/3.

BIS LILLE

Rapports et différences : M. *decipiens* TORNQUIST ressemble beaucoup à M. *convolutus* (HISINGER, 1837) par la courbure du rhabdosome. Ces deux espèces se différencient par la largeur maximale du rhabdosome qui est deux fois plus important chez M. *convolutus* (HISINGER) que chez M. *decipiens* TORNQUIST. De plus les thèques de M. *convolutus* HISINGER se terminent par une longue épine tandis que chez M. *decipiens* TORNQUIST, les thèques se terminent par un barbillon.

Association : M. *decipiens* TORNQUIST a été observé en compagnie de M. *mirus* (BARRANDE, 1850), M. *elongatus* TORNQUIST, 1899, M. *delicatulus* ELLES & WOOD, M. *involutus* (LAPWORTH, 1876) et M. *gemmatus* (BARRANDE, 1850) dans le même gisement.

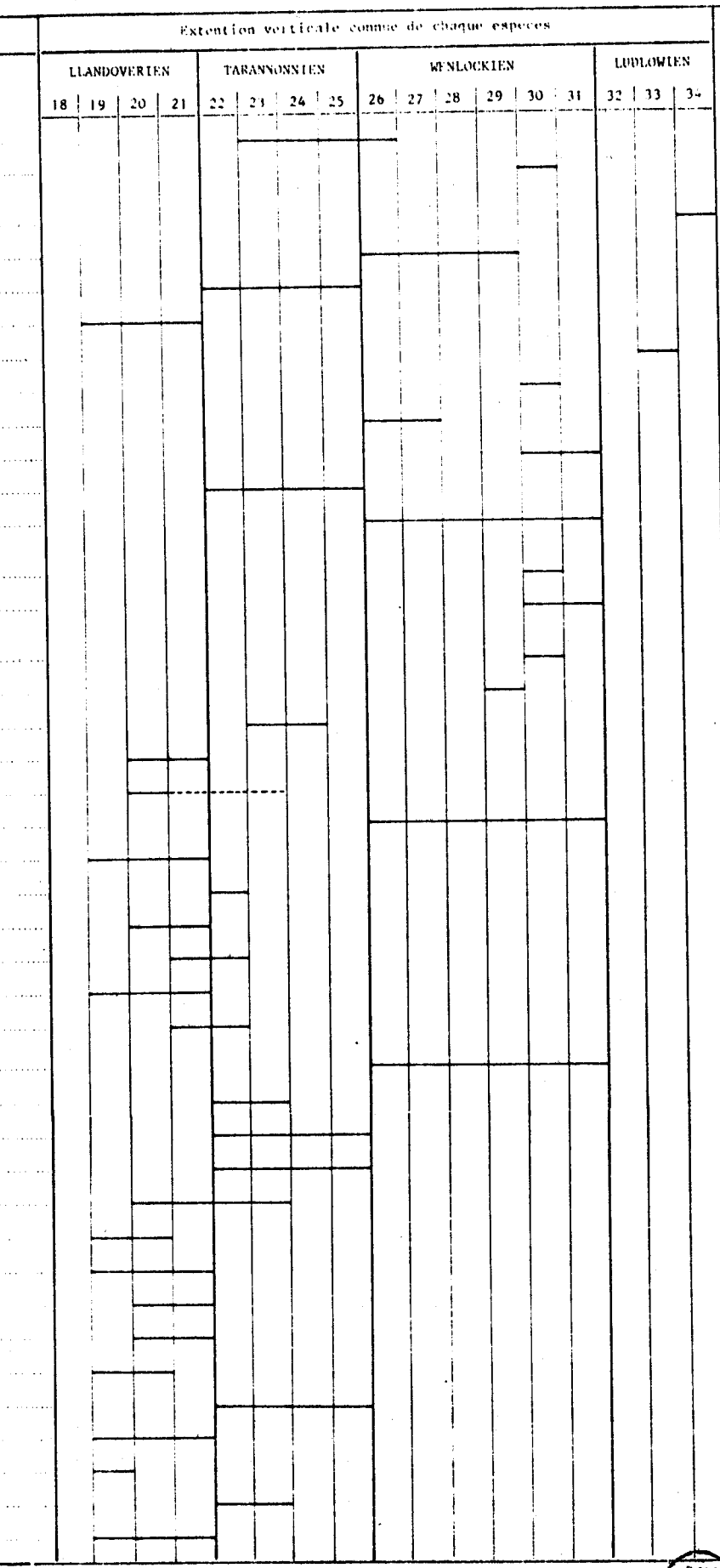
Répartition : En Scandinavie : zone 20
En Grande Bretagne : zone 20.
En Bohême : Llandovérien.
Au Maroc : zones 19 à 21.
En France : Massif Armoricain : zone 20.
Au Portugal : zones 19 à 22.

En Espagne : Pyrénées centrales, Sierra Negra n° 5, 27, 29, 33;
Llandovérien moyen et supérieur.

Matériel : 5 rabdosomes dont 2 figurés.

IV - REPARTITION BIOSTRATIGRAPHIQUE DES GRAPTOLITES RENCONTRES

Espèces des Pyrénées	Gisements
Retiolites geinitzianus geinitzianus (BARRANDE, 1850)	30,36
Monograptus sardous GORTANI, 1922	14
Monograptus chimaera var. *semi-spinosus* ELLES & WOOD, 1911	14,21
Monograptus priodon (BROWN, 1835)	13,15,19,27,31
Monograptus marri PERNER, 1897	17
Monograptus nicholsoni PERNER, 1897	13,15,30
Monograptus uncinatus orbatus WOOD, 1900	16
*Monograptus uncinatus taricco*i GORTANI, 1922	1,2,3,6,12, 16,24
Monograptus riccartonensis LAPWORTH, 1876	16,31
Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852)	1,3,6,7,8,10, 12,16,20,24, 31,34
Monograptus holmi PERNER, 1897	15,25,28,30,33
Monograptus suessi PERNER, 1899	20
Monograptus mutuliferus var. *strigosus* GORTANI, 1922	1,2,3,4,8,10, 12,16,23,31
Monograptus latus (Mc COY, 1848)	1,2,3,4,6,8, 9,12,16,23,24
Monograptus lamarmorae MENEGHINI em. GORTANI, 1922	8
Monograptus flexilis flexilis ELLES, 1900	14,16,20
Monograptus acus LAPWORTH, 1882	18,22,30
Monograptus distans (PORTLOCK, 1843)	5,27,28,36
Monograptus undulatus ELLES & WOOD, 1913	15,17,18,27
Monograptus ballaësus GORTANI, 1922	20
Monograptus gemmatus (BARRANDE, 1850)	5,27
Monograptus tortilis LINNARSSON, 1881	30
Monograptus sedgwickii (PORTLOCK, 1843)	25,30,35,36
Monograptus halli (BARRANDE, 1850)	13,22,25,27,30
Monograptus lobiferus (Mc COY, 1850)	27,
Monograptus runcinatus LAPWORTH, 1876	13,19
Monograptus antennularius (MENEGHINI, 1857)	14
Monograptus nodifer TORNQUIST, 1881	27
Monograptus dextrorsus LINNARSSON, 1881	5
Monograptus spiralis (GEINITZ, 1842)	19,35
Monograptus proteus (BARRANDE, 1850)	19,25,30,35
Monograptus delicatulus ELLES & WOOD, 1913	5,27,28,33,36
Monograptus mirus PERNER, 1897	5,13,27,28
Monograptus involutus LAPWORTH, 1876	5,13,15,27, 32,33
Monograptus circularis ELLES & WOOD, 1913	13
Monograptus communis communis LAPWORTH, 1876	5,13,19
Monograptus planus (BARRANDE, 1850)	27
Monograptus intermedius (CARRUTHERS, 1868)	13,15,27,29
Monograptus elongatus TORNQUIST, 1899	5,32
Monograptus amphibolus TORNQUIST, 1907	27
Monograptus decipiens TORNQUIST, 1899	5,27,29,33



Tabl.8.- TABLEAU BIOSTRATIGRAPHIQUE DES GRAPTOLITES ETUDIES.

BUS LILLE

CINQUIEME PARTIE

ETUDE PALEOGEOGRAPHIQUE

Sommaire :

I - LES SERIES LITHOLOGIQUES DU SILURIEN DES PYRENEES ET DE LA MONTAGNE NOIRE

I-1. Le Silurien des Pyrénées basques
I-2. Le Silurien de la partie occidentale de la zone primaire axiale
I-3. Le Silurien des Pyrénées orientales
I-4. Le Silurien de la Montagne Noire

II - ESSAI DE RECONSTITUTION DU MILIEU DE SEDIMENTATION DES TERRAINS SILURIENS

III - ESSAI DE RECONSTITUTION DE LA PALEOGEOGRAPHIE EUROPEENNE AU SILURIEN

III-1. Le Silurien de Grande Bretagne
III-2. Le Silurien des Ardennes
III-3. Le Silurien du Massif Armoricain
III-4. Le Silurien de Bohême

IV - CONCLUSIONS

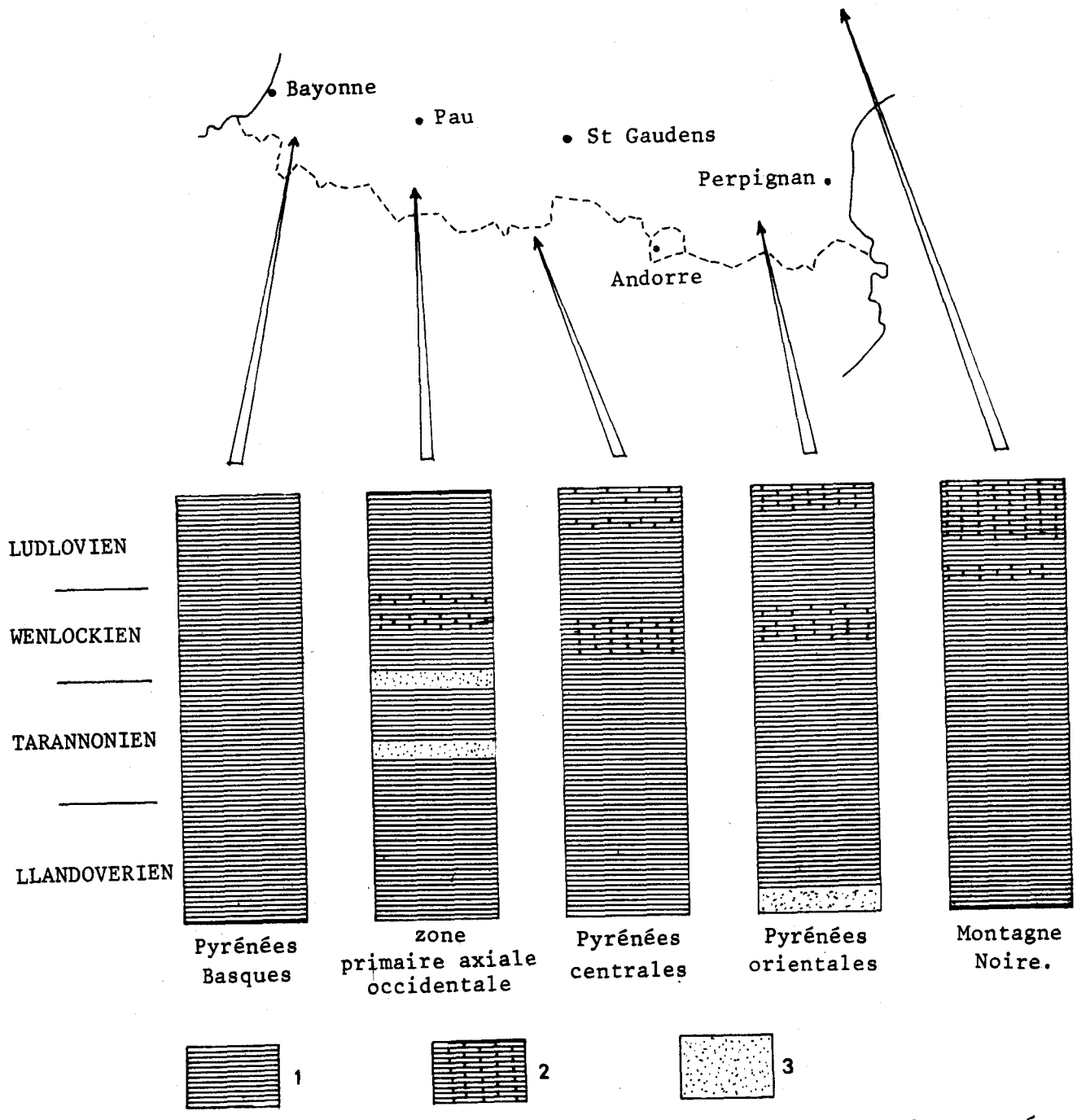
I - LES SERIES LITHOLOGIQUES DU SILURIEN DES PYRENEES ET DE LA MONTAGNE NOIRE (fig. 69)

I-1. Le Silurien des Pyrénées basques

Etudiés par C. HEDDEBAUT (1973), les terrains siluriens sont représentés essentiellement par une série schisteuse épaisse de 600 à 650 m.

De bas en haut, l'auteur distingue :

- des schistes bleu-foncé à noir, ardoisiers, puissants de 200 m
- des schistes noirs tachant les doigts, très fissiles, à concrétions pyriteuses, dont l'épaisseur varie entre 100 et 150 m.
  Un niveau de petits galets s'observe à la base de ces schistes noirs qui renferment partout des Graptolites du Wenlockien au Ludlowien inférieur. Localement, la partie supérieur de ces schistes ampéliteux contiennent des lentilles de calcaires bleux riches en Crinoïdes et Orthocères



1.-Schistes; 2.-Calcaires et tendances calcaires; 3.-Grès et tendances gréseuses.

Fig.69.-REPARTITION SCHEMATIQUE DES FACIES SILURIENS DANS LES PYRENEES ET LA MONTAGNE NOIRE.

BUS LILLE

- des schistes bleus, durs et ardoisiers, puissants de 300 mètres, avec quelques passées conglomératiques peu épaisses.

  La partie supérieure de cette série schisteuse montre quelques intercalations de petites lentilles gréseuses, claires.

Le Gédinien est schisteux avec quelques passées gréseuses.

I-2. Le Silurien de la partie occidentale de la zone primaire axiale

Les terrains siluriens étudiés par R. MIROUSE (1966) comprennent de la base au sommet :

- 20 à 30 m de schistes ampéliteux, fins et pyriteux datés par des Monograptidés du Llandoverien
- 100 m de schistes noirs, ardoisiers avec des alternances micro-rythmiques plus détritiques
- 50 m de schistes pyriteux et graphiteux alternant avec des schistes gréseux à débit ardoisier du Tarannonien
- 30 à 40 m de schistes ampéliteux noirs, plus gréseux à la partie supérieure
- 40 à 60 m d'ampélites pyriteuses à intercalations de calcaires sombres du Wenlockien
- 30 m de schistes gris et rouille intercalés de lits graphiteux.

Les terrains siluriens sont représentés essentiellement par des schistes ampéliteux. Ces schistes sont cependant plus détritiques, plus gréseux dans leur partie moyenne tandis qu'au sommet, s'intercalent de minces niveaux calcaires à Entroques et Orthocères.

I-3. Le Silurien des Pyrénées orientales

Les terrains siluriens sont représentés par des schistes ampéliteux à Graptolites du Llandoverien, du Wenlockien et du Ludlowien.

Toutefois, P. CAVET (1957), faisant remarquer la présence occasionnelle de schistes versicolores ou rutilants, s'enrichissant, vers le haut de la série, en intercalations de calcaires et calcschistes pyriteux de teinte sombre.

Dans la région de Villefranche de Conflent, le Silurien est représenté par une formation de schistes calcareux et calcaires azoïques qui surmonte l'Ordovicien. Ces formations passent sans changement de faciès notable au Dévonien.

I-4. Le Silurien de la Montagne Noire

Etudiés par M.C. CHAUBET (1937), les terrains siluriens comprennent :

- des schistes noirs avec quelques niveaux quartzeux du Llandoverien
- des schistes noirs avec de nombreux nodules et bancs calcaires du Wenlockien
- des schistes noirs à nodules pyriteux et à niveaux calcaires du Ludlowien.

II - ESSAI DE RECONSTITUTION DU MILIEU DE SEDIMENTATION DES TERRAINS SILURIENS

Les schistes ampéliteux résultent du dépôt de vases en milieu marin peu agité. La stratification est très fine et régulière ; les apports détritiques sont de dimensions très réduites. Les constituants pélitiques sont dominants, en particulier les minéraux phylliteux.

La matière organique est abondante et provient soit de l'apport de débris végétaux flottés, soit de la prolifération d'organismes planctoniques et plus spécialement de Graptolites. Il faut admettre que les conditions écologiques de surface favorisaient cette prolifération. Par contre, les conditions physico-chimiques du milieu de dépôt étaient telles que la matière organique donnait naissance par réduction bactérienne à du carbone libre ou des hydrocarbures. De plus, ces conditions réductrices favorisaient la formation de sulfure de fer, ce qui explique la haute teneur en pyrite de ces terrains siluriens.

Tous les auteurs admettent à l'heure actuelle que la sédimentation schisteuse s'est effectuée dans une mer peu profonde et peu agitée, riche en faunes planctoniques. Les éléments détritiques, à grains fins peu abondants, se sont déposés dans un milieu très réducteur.

Les dépôts siluriens sont très homogènes sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne. Quelques variations de faciès sont cependant à signaler.

La sédimentation est plus gréseuse à l'Ouest, plus calcschisteuse et calcaire à l'Est. Dans les Pyrénées centrales, la sédimentation est presque exclusivement schisteuse avec quelques passées calcaires au sommet de la série.

III - ESSAI DE RECONSTITUTION DE LA PALEOGEOGRAPHIE EUROPEENNE AU SILURIEN

III-1. Le Silurien de Grande Bretagne

Les faciès du Silurien anglais sont très variés.

- En bordure des boucliers calédonien et baltique, ce sont des sédiments épicontinentaux composés de schistes plus ou moins calcareux à Brachiopodes, Trilobites, Graptolites et quelquefois à Polypiers, avec des calcaires noirs au Ludlowien.

- Dans la fosse située entre les boucliers calédonien et baltique, le Silurien est représenté par une importante série schisteuse de quelques milliers de mètres du Valentien au Ludlowien dans laquelle 36 zones de Graptolites ont été observées.

Le Ludlowien supérieur est caractérisé par des dépôts plus gréseux.

III-2. Le Silurien des Ardennes

Les terrains siluriens sont épais de plus de 1 000 mètres et représentés par :

- des schistes à Graptolites et des quartzites du Llandovérien,
- des schistes à Graptolites du Wenlockien,
- des schistes à Graptolites du Ludlowien inférieur.

Le sommet du Ludlowien n'est pas toujours présent dans les Ardennes.

III-3. Le Silurien du Massif Armoricain

Ce sont des schistes noirs à Graptolites et à nodules calcaires. La puissance de ces terrains est de 500 mètres environ.

III-4. Le Silurien de Bohême

Ces terrains et plus particulièrement la faune, ont été étudiés minutieusement par J. BARRANDE (1850). Ils comprennent :

- des calcaires à Orthocères et Cardioles du Wenlockien,
- des calcaires recristallisés à Phacops et Calymenes du Ludlowien.

De nombreux Graptolites sont observés dans toute la série.

Il faut remarquer qu'il y a lacune du Llandovérien et du Tarannonien.

IV - CONCLUSIONS

Les terrains siluriens sont remarquables par les grandes uniformités des faciès. Partout en Europe, ils sont représentés par une importante série schisteuse à Graptolites du Llandoverien, du Ludlowien inférieur. Le sommet de la série par contre, est occupé par des calcaires ou des grès.

CONCLUSIONS

L'étude stratigraphique détaillée a permis de préciser l'extension des schistes noirs graphiteux. Grâce à la découverte de nombreux gisements de Graptolites, les schistes "carburés" ont été datés du Llandovérien moyen au Wenlockien, sans aucune lacune de sédimentation. La base du Silurien n'a pu être observée dans la région étudiée. La découverte de Conodontes a permis d'apporter des précisions sur la stratigraphie du Silurien supérieur. Il faut remarquer que la limite lithologique entre les schistes noirs et les schistes noduleux ne correspond pas à la limite stratigraphique entre le Silurien et le Dévonien.

L'étude de la matière organique dispersée dans les sédiments siluriens a montré qu'il existait une grande différence au niveau de l'évolution biochimique et géochimique entre les grains déposés dans les schistes et ceux sédimentés dans les calcaires. Une zonéographie du métamorphisme du contact du massif de la Maladeta a pu être mise en évidence à la faveur d'une étude de la matière organique dispersée et de la cristallinité de l'illite.

La structure des terrains de la Sierra Negra est très complexe. Elle est constituée d'un vaste anticlinorium à coeur silurien, orienté N 120°, avec un pendage général vers le Nord. La connaissance de la structure de la région, ainsi que celle de la stratigraphie, n'auraient pu être effectuées sans l'aide précieux des Graptolites. Cependant, depuis les premières découvertes de Graptolites dans les Pyrénées, les diagnoses ont quelque peu changées et il serait bon de faire une mise au point de toutes les espèces citées dans la bibliographie.

Ce travail, effectué sur les Pyrénées centrales espagnoles, est l'amorce d'une étude plus complète que nous nous proposons de faire du Silurien de l'ensemble de la chaîne pyrénéenne.

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES PRINCIPALES ABREVIATIONS UTILISEES

Abh. hess. Landesamt. Bodenforsch. : Abhandlungen der Hessichen Landesamtes für Bodenforschung, Wiesbaden.

Abh. Ges. Wiss. Göttingen : Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

Act. Geol. Hispanica Inst. N. Geol.: Acta geologica hispanica. Instituto Nacional de Geologia, Madrid.

Act. Soc. lin. Bordeaux : Actes de la Société Linéenne de Bordeaux

Ann. Fac. Sc. Marseille : Annales de la Faculté des Sciences de Marseille.

Ann. Mag. Nat. Hist. : Annales et Magazines of Natural History, London.

Ann. Soc. geol. Belg. : Annales de la Société Géologique de Belgique, Liège.

Ann. Soc. géol. Nord : Annales de la Société Géologique du Nord, Lille.

Ass. Fr. Av. Sc. : Association française pour l'avancement des Sciences, Paris.

Bol. Inst. Geol. y Min. Espana : Boletin del Instituto Geologico y Minero de Espana, Madrid.

Boll. Soc. paleont. ital. : Bollettino della Societa paleontologica italiana, Modena.

Bull.Br. Mus. nat. Hist. : Bulletin of the British Museum (national history), London.

Bull. B.R.G.M. : Bulletin du Bureau de Recherches géologiques et minières, Orléans.

Bull. Centre Rech. Pau - SNPA : Bulletin du centre de recherche de la S.N.P.A., Pau.

Bull. Geol. Surv. Can. : Bulletin. Geological Survey of Canada, Ottawa.

Bull. int. Acad. tchèque Sc. : Bulletin international Académie tchèque des Sciences, Prague.

Bull. Inst. Roy. Sc. Nat. Belg.: Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Bruxelles.

Bull. Serv. Carte Geol. Alsace-Lorraine : Bulletin des Services de la Carte géologique d'Alsace-Lorraine, Nancy.

Bull. Serv. Carte geol. Fr. : Bulletin des Services de la Carte géologique de la France, Paris.

Bull. Soc. belge géol. paléont. et hydrol. : Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrogéologie, Bruxelles.

Bull. Soc. Et. Sc. Angers : Bulletin de la Société d'Etudes scientifiques d'Angers.

Bull. Soc. géol. Belg. : Bulletin de la Société géologique de Belgique, Liège.

Bull. Soc. géol. Fr. : Bulletin de la Société géologique de France, Paris.

Bull. Soc. géol. min. Bret. : Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne, Rennes.

Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse : Bulletin de la Société d'Histoire naturelles de Toulouse.

C.R. Ac. Sc. : Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences de Paris.

C.R. Sess. Congr. géol. int. : Comptes-rendus des sessions du Congrès géologique international.

C.R. somm. Soc. géol. Fr. : Comptes-rendus sommaires des séances de la Société géologique de France, Paris.

Geol. För. Stockholm Förhandl. : Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar.

Geol. Mag. : Geological magazine. London.

Geol. Rdsch. : Geologische Rundschau, Leipzig, Stuttgart.

J. Paleont. Journal of Paleontology, Tulsa, Okla.

Knih. st. geol. Ust. Csl. Repub. : Knihovna Statniko geologickeho ustavu Ceskoslovenské republiky, Praha.

Leid. Geol. Med.: Leidse Geologische Medadelingen, Leiden.

Mém. B.R.G.M. : Mémoire du Bureau de Recherches géologiques et minières, Orléans.

Mem. Inst. Geol. y Min. Espana : Memoria del Instituto Geologico y Minero de Espana, Madrid.

Mém. Serv. Carte géol. Fr. : Mémoire des Services de la Carte géologique de la France, Paris.

Mém. Serv. géol. Maroc : Mémoire du Service géologique du Maroc, Rabat.

Mém. Serv. géol. Portugal : Mémoire du Service de la carte géologique du Portugal, Lisbonne.

Mém. Soc. géol. Fr. : Mémoire de la Société géologique de France, Paris.

Mém. Soc. géol. Nord : Mémoire de la Société géologique du Nord, Lille.

Mitt. tschech. Akad. Wiss. : Mitteilungen des Tschechoslowakischen Akademie Wissenschaft, Praha.

Neues Jb. Geol. Palaont. Abh. : Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen, Stuttgart.

Note Serv. géol. Maroc : Note su Service de la Carte géologique du Maroc, Rabat.

Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch. : Notizblatt der Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Wiesbaden.

Paläeontogr. ital. : Palaeontographia italica, Pisa.

Palaeontogr. Soc. : Palaeontographical Society, London.

Palaeont. sin. : Palaeontologica sinica, Pékin.

Palaont. Z. : Palaontologische Zeitschrift, Berlin.

Phil. Trans. R. Soc. : Philosophical Transactions of the Royal Society London.

Proc. Roy. Soc. Victoria : Proceeding of Royal Society of Victoria, Australia.

Proc. U.S. nat. Mus. : Proceeding of the United States National Museum, Washington.

P.V. Soc. lin. Bordeaux : Procès-Verbaux de la Société linéenne de Bordeaux.

Q. Jl. Geol. Soc. Lond. : Quaterly journal of the Geological Society of London.

Rev. I.F.P. : Revue de l'Institut français du Pétrole, Rueil-Malmaison.

Rev. Géogr. Pyr. Sud-Ouest : Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, Toulouse.

Revta Fac. Ciênc. Univ. Lisb. : Revista de Faculdade de ciências, Universidade de Lisboa.

Rozpr. Ceskë Akad. : Rozpravy Ceské akademie, Praha.

Sver. Geol. Unders. Afh. : Sveriges geologiska undersökning. Afhandlingar och uppsatser, Stockholm.

Z. deutsch. geol. Ges. : Zeitzchrif der Deutschen Geologischen Gesellochaft, Berlin.

AIGNER G. (1931).- Eine Graptolithen fauna aus der Grauwackenzone van Fieberbrunn in Tirol nebst Bemerkungen über die Grauwackenzone von Dienten. *Sber. Akad. Wiss. Wien*, 140, p. 23-55.

ALPERN B., DURAND B., ESPITALIE J. & TISSOT B. (1972).- Localisation, caractérisation et classification pétrographique des substances organiques sédimentaires fossiles. *Adv. in Org. Geochem.*, p. 1-28, Pergamon Press, Oxford.

AMMOSOV I.I. (1968).- Coal organic matter as a parameter of the degree of sedimentary rock lithification. *Intern. Geol. Congr.*, 23rd, Proc. Sect., 11, p. 23-30, Prague.

AUTRAN A. & GUITARD G. (1955).- Stratigraphie du Paléozoïque inférieur de la zone axiale au Sud de Saint-Girons (Ariège). *C.R. Ac. Sc.*, t. 241, p. 969-971.

AUTRAN A. & GUITARD G. (1969).- Mise en évidence de nappes hercyniennes de style pennique dans la série métamorphique du massif du Roc de France (Pyrénées orientales) : liaison avec la nappe du Canigou. *C.R. Ac. Sc.*, t. 268, p. 2497-2499.

AUTRAN A., FONTEILLES M. et GUITARD G. (1970).- Relations entre les intrusions de granitoïdes, l'anatexie et le métamorphisme régional considérés principalement du point de vue du rôle de l'eau : cas de la chaîne hercynienne des Pyrénées orientales. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. 12, p. 673-731, 18 fig., 1 carte au 1/400 000.

BARLIER J. (1974).- Recherches paléothermométriques dans le domaine des terres noires subalpines méridionales. Données de la minéralogie des argiles, du pouvoir réflecteur de la M.O.D. et de l'étude des inclusions fluides aqueuses et organiques. *Thèse 3ème Cycle, Paris-Sud*, 98 p.

BARNETT S.G., KOHUT J.J., RUST C.C. & SWEET W.C. (1966).-Conodonts from Nowshera reef Limestones (Uppermost Silurian or lowermost Devonian), West Pakistan. *J. paleont.*, 40, p. 435-438.

BARRANDE J. (1850).- Graptolites de Bohême; Systeme Silurien du centre de la Bohême, 8, 74 p., 4 pl. Prague.

BARROIS Ch. (1883).- Sur les faunes siluriennes de la Haute-Garonne. Faunes des calcaires de Saint-Beat. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 10, p. 151-169.

BARROIS Ch. (1887).- Sur les faunes siluriennes et dévoniennes de la Haute-Garonne d'après les découvertes de M.GOURDON. *Ass. Fr. Av. Sc.*, 16° sess., Toulouse, p. 507-514.

BARROIS Ch. (1892).- Distribution des Graptolites en France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 20, p. 75-191.

BARROIS Ch. (1898).- Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone (Espagne). *Ann. Soc. géol. Nord*, t.27, p. 180-182.

BARROIS Ch. (1898).- L'extension du Silurien supérieur dans le Pas-de-Calais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 27, p. 212-225, 1 fig.

BARROIS Ch. (1901).- Note sur les Graptolites de la Catalogne et leurs relations avec les étages graptolitiques de France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. 1, p. 637-646.

BARROUQUERE G. (1968).- Données nouvelles sur le Dévonien du massif de l'Arize (Pyrénées ariègeoises). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 294-295.

BARROUQUERE G. (1968).- Structure des formations paléozoïques du massif de l'Arize (Pyrénées ariégeoises). *Bull. B.R.G.M.* (2), sect. 1, n° 4, p. 1-10, 4 fig., 1 pl. h.-t.

BERTRAND L. (1907a).- Sur l'allure des plis anciens dans les Pyrénées centrales et orientales. *C.R. Ac. Sc.*, t. 144, p. 289.

BERTRAND L. (1907b).- Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 17, n° 118, p. 365-547.

BERTRAND L. (1911).- Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales et leurs relations avec les Pyrénées orientales et centrales : essai d'une carte structurale des Pyrénées. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. 11, p. 133-153, 6 fig., 1 pl.

BLANQUART P. (1974).- Etude comparative de différents types de matière organique inclus dans des sédiments du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. D.E.A., *Lille*, 45 p., 12 fig., 3 pl.

BONNFOUS J. (1963).- Synthèse stratigraphique sur le Gothlandien des sondages du Sud-Tunisien. *Rev. I.F.P.*, 18, n° 10, p. 1437-1447.

BOSCHMA D. (1963).- Successive hercynian structures in some areas of the Central Pyrenees. *Leid. Geol. Med.*, 28, p. 103-176, 101 fig.

BOSTICK N.H. (1972).- Time as a factor in thermal metamorphism of phytoclasts (coaly particules). *7° Congr. Intern. Strat. Géol. Carbonifère*, 8 fig., Krefeld.

BOSTICK N.H. & FOSTER J.N. (1973).- Comparison of vitrinite reflectance in coal seams and in kerogen of sandstones, shales, and limestones in the same part of a sedimentary section. *Coll. int. Pétrographie de la matière organique des sédiments*. C.N.R.S., PARIS, p. 13-25.

BOUCEK B. (1936).- Graptolitová fauna českého spondního ludlow. *Rozpr. ceské. Akad.*, 46, n° 16, p. 1-26, 2 pl.

BOUCEK B. & PRIBYL A. (1941).- O rodu *Petalolithus* Suess z českého siluru. *Mitt. tschech. Akad. Wiss.*, 51, p. 1-17, 2 pl.

BOUQUET C. & STOPPEL D. (1975).- Contribution à l'étude du Paléozoïque des Pyrénées centrales (Hautes vallées de la Garonne et de l'Aure). *Bull. B.R.G.M.*, (2), sect. 1, n° 1, p. 7-61, 22 fig., 4 pl.

BOURDON M. (1957).- Etudes micropaléontologiques. Utilisation de l'acide acétique dans la désagrégation des roches dures. *Rev. I.F.P.*, 12, n° 1, p. 14-15.

BOYER F. (1960).- Sur la paléogéographie primaire du versant sud de la Montagne Noire. C.R. Ac. Sc., t. 250, p. 3347-3349.

BRANSON E.B. & BRANSON C.C. (1947).- Lower Silurian conodonts from Kentucky. *J. Paleont.*, 21, p. 549-556, 2 pl.

BRANSON E.B. & MEHL M.G. (1933).-Conodont studies 1-4. *Univ. Missouri Studies*, 8, 343 p., Columbia.

BRONN H.G. (1835).- Lethaea Geognostica, vol. 1, Stuttgart.

BRONN H.G. (1846).- Index Palaeontologicus B. Enumerator, Stuttgart.

BULMAN O.M.B. (1963).- The evolution and classification of the Graptoloidea. *Q. Jl. geol. Soc. Lond.*, 119, p. 401-418.

BULTYNCK P. (1971).- Le Silurien et le Dévonien inférieur de la Sierra de Guadarrama (Espagne centrale). Deuxième partie : Assemblage de Conodontes à *Spathognathodus*. *Bull. Inst. roy. Sc. Nat. Belg.*, 47, 3, p. 1-43, 24 fig., 5 pl. h.-t.

BULTYNCK P. (1972).- Middle Devonian Icriodus Assemblages (Conodonta). *Geologica et Palaeontologica*, 6, p. 71-86, 17 fig., Marburg.

BULTYNCK P. et PELHATE A. (1971).- Découverte de la zone à *eosteinhornensis* (Conodontes) dans le Synclinorium médian du Massif Armoricain. Colloque Ordovicien-Silurien Brest. *Mém. B.R.G.M.*, 73, p. 189-198.

BRESSON A. (1903).- Etudes sur les formations anciennes des Hautes et Basses Pyrénées (Haute Chaîne). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 14, n° 93, 278 p., 3 cartes.

BRESSON A. (1906).- Compte-rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans les Pyrénées occidentales. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. 6, p. 777-884, 18 fig.

CALEMBERT L. (1951).- Sur la géologie des environs de Bosost (Hautes Pyrénées d'Espagne. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 75, n° 3, p. 123-130, 1 carte, 2 coupes.

CALEMBERT L. (1952).- Observation sur la feuille de Bagnère de Luchon dans la partie espagnole de la Haute Garonne. *C.R. somm. Soc. géol. France*, (2), p. 16.

CAPDECOMME L. (1943).- Sur les procédés d'étude des roches charbonneuses, à propos des schistes graphitiques de la région de Marignac. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, t. 78, p. 181-190.

CARALP J. (1888).- Etudes géologiques sur les hauts massifs des Pyrénées centrales (Ariège, Haute-Garonne, Vallée d'Aran). *Thèses Sciences Toulouse*, 512 p., 144 fig.

CARALP J. (1889).- Le graphite et les combustibles minéraux de la région pyrénéenne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 23, p. 141-166.

CAREZ L. (1903-1909).- La Géologie des Pyrénées françaises. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, 6 vol., 3892 p.

CAREZ L. (1910).- Sur quelques points de la géologie du Nord de l'Aragon et de la Navarre. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. 10, p. 682.

CAREZ L. (1912).- Résumé de la géologie des Pyrénées françaises. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (4), t. 2, n° 7, 29 p., 8 pl.

CARLS P. (1969).- Die conodonten des tieferen Unter-Devons der Guadarrama (Mittel- Spanien) und die stellung des Grensbereiches Lochkowium/Pragium nach der rheinischen Gliederung. *Senckenb. Leth.*, 50, 4, p. 303-355.

CARLS P. & GANDL J. (1969).- Stratigraphie und Conodonten des Unter-Devons der Ostlichen Iberischen Ketten (NE-Spanien). *Neues Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 132, 2, p. 155-218.

CARLS P. & GANDL J., & GROOS-UFFENORDE H. (1972).- Neue daten zur Grenze Unter/Mittel-Devon. *Newsl. Stratigr.*, 2, 3, p. 115-147, 7 fig., 2 tabl.

CARRINGTON DA COSTA J. (1952).- Les mouvements calédoniens et prémonitains hercyniens dans la péninsule ibérique. *C.R. 19° Sess. Congr. Intern. Alger*, sect. 13, fasc. 14, p. 201-210.

CARRUTHERS W. (1868).- A revision of the British graptolites, with description of new species and notes on their affinities. *Geol. Mag.*, (1), 5, p. 64-74, p. 125-133, pl. 5.

CASTERAS M. (1933).- Recherches sur la structure du versant nord des Pyrénées centrales et orientales. *Thèses Sciences Paris* et *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 37, n° 189, 525 p., 64 fig., 9 pl. dont une carte au 1/200 000 et coupes au 1/80 000.

CASTERAS M. (1954).- Phases de plissement dans les Pyrénées basques et orientales. *C.R. 19° sess. Congr. int. géol. Alger*, sect.13, fasc. 14, p. 143-164.

CASTERAS M. (1954).- Esquisse structurale du versant nord des Pyrénées. *C.R. 19° sess. Congr. géol. int. Alger*, section 13, fasc. 14, p. 165-180, 1 pl.

CASTERAS M. (1961).- Sur le socle paléozoïque du Massif d'Igounce (Basses Pyrénées). Découverte du Dévonien supérieur. *C.R. Ac. Sc.*, 252, p. 1042-1044.

CASTERAS M. (1974).- Les Pyrénées (dans DEBELMAS J., 1974, *Géologie de la France*,)p. 296-345, Doin, Paris.

CASTERAS M. & DAGUIN F. (1948).- Quelques précisions au sujet de la coupe géologique de la vallée d'Aspe (Basses-Pyrénées). *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, t. 83, p. 231-243, 2 coupes.

CASTERAS M., FREY M. et GALHARAGUE J. (1967).- Sur les terrains paléozoïques et sur la structure du massif de Mendibelza (Basses-Pyrénées). C.R. Ac. Sc., t. 264, p. 1677-1682.

CASTERAS M. et PARIS J.P. (1964).- Sur le socle paléozoïque du massif d'Igounce (Basses-Pyrénées) : nouveaux affleurements. C.R. Ac. Sc., t. 259, p. 3791-3795.

CASTERAS M. et SOUQUET P. (1964).- Sur la constitution et sur la structure de la couverture crétacée de la zone primaire axiale pyrénéenne à l'Ouest du Pic d'Anie. C.R. Ac. Sc., t.259, p. 2881-2886.

CAVET P. (1951).- Sur la stratigraphie du Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales. C.R. Ac. Sc., t. 232, p. 743-745.

CAVET P. (1957).- Le Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales françaises entre le Roussillon et l'Andorre (Etude stratigraphique et paléontologique). *Thèses Sciences Toulouse* et *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 45, n° 254, p. 303-517, 36 fig., 12 pl. h.-t.

CAVET P. (1960).- L'Ordovicien supérieur et la série paléozoïque au Nord du Granite de Querigut (Pyrénées de l'Aude). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. 2, p. 847-854.

CAVET P. (1967).- Sur la stratigraphie du Paléozoïque du massif de l'Agly aux environs d'Estagel (Pyrénées orientales). Colloque sur le Dévonien inférieur et ses limites, Rennes 1964. *Mém. B.R.G.M.*, n° 33, p. 99-104.

CAYEUX L. (1930).- Le Gothlandien du sondage de Dannaville (Calvados) et son milieu générateur. *Livre jubilaire Cent. Soc. géol. Fr.*, t. 1, p. 197-212, 2 pl. h.-t.

CHARLET J.M. (1971).- Utilisation de quelques données pétrochimiques dans l'étude des granites des Pyrénées centrales espagnoles. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 174.

CHARLET J.M. (1972).- Etude géologique et pétrographique du massif granitique de la Maladetta (Pyrénées centrales espagnoles). *Mém. Fac. Poly. Mons*, 115 p., 20 fig.

CHARLET J.M. et WATERLOT M. (1969).- La thermoluminescence utilisée dans l'étude de quelques sédiments quartzo-feldspathiques du Paléozoïque des Pyrénées centrales. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. 11, p. 298-306.

CHAUBET M.C. (1937).- Contribution à l'étude géologique du Gothlandien du versant méridional de la Montagne Noire. *Thèses Sciences* Montpellier, 237 p., 7 pl., 1 carte.

CIZANCOURT M. de (1948).- Essai d'interprétation de la tectonique profonde des Pyrénées. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. 18, p. 271-284.

CLARK D.L. et ETHINGTON R.L. (1966).- Conodonts and biostratigraphy of the Lower and Middle Devonian of Nevada and Utah. *J. Paleont.*, vol. 40, p. 659-689.

CLIN M. (1959).- Etude géologique de la Haute Chaîne des Pyrénées centrales entre le cirque de Troumouse et le cirque du Lys. *Thèses Sciences Nancy* et *Mém. B.R.G.M.*, n° 27, 324 p., 27 pl., 1 carte au 1/50 000.

CLIN M. (1962).- Indices d'intensité tectonique dans la zone axiale des Pyrénées centrales. *P.V. Soc. Lin. Bordeaux*, vol. 99, 12 p.

CLIN M., HEDDEBAUT C., MULLER J. et ROGER P. (1968).-Déformations transverses et plis couchés anté-stéphaniens, plis de revêtement pyrénéen dans la haute vallée du rio Gallego (Pyrénées occidentales espagnoles). *C.R. Ac. Sc.*, t. 267, p. 1131-1132.

CLIN M., HEDDEBAUT C., MIROUSE R., MULLER J., ROGER J. et WATERLOT M. (1970).- Le cycle hercynien dans les Pyrénées. Rapport du Centenaire. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 40, fasc. 4, p. 253-276.

CLIN M.& MIROUSE R. (1963).- Remarques sur l'évolution de la partie centrale et de la partie occidentale du domaine axial pyrénéen à la veille de l'orogenèse hercynienne. *C.R. Ac. Sc.*, t. 256, p. 216-218.

CLIN M. & MIROUSE R. (1966).- Aperçu sur l'histoire de la zone primaire axiale des Pyrénées centrales et occidentales. *Trav. Lab. Géol. Pétrol. Fac. Sc. Toulouse*, 6, 3 p.

COCKS L.R.M. & RICHARDS R.B. (1969).- Five boreholes in Shropshire and the relationships of shelly and graptolitic facies in the Lower Silurian. *Q. Jl. Soc. Lond.*, 124, p. 213-238, pl. 9-11.

COLLINSON C. (1963).- Collection and preparation of Conodonts through Mass Production Techniques. *Illinois State Geological Survey*, 343, 16 p., 6 fig., Urbana.

COMTE P. (1937).- Sur le Gédinnien de la chaîne cantabrique. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n° 11, p. 154-156.

CUBAYNES R. (1970). Contribution à la stratigraphie du Paléozoïque supérieur dans la région d'Arreau (Hautes Pyrénées). *Thèse 3ème Cycle, Toulouse.*

CYGAN C. (1973).- Etude de quelques Conodontes du Paléozoïque supérieur pyrénéen. *D.E.S. Toulouse*, 68 p., 28 fig., 3 pl.

DAGUIN F. (1941).- Sur les gisements fossilifères du Dévonien inférieur de Viella près Luz (Hautes-Pyrénées). *P.V. Soc. lin. Bordeaux*, t. 92, p. 56.

DALLONI M. (1910a).- Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. 19, 444 pages, 5 fig., 4 pl., 1 carte.

DALLONI M. (1910b).- Esquisse de l'histoire géologique des Pyrénées centrales (ère paléozoïque). *Ass. Fr. Av. Sc.*, Toulouse, 6 p.

DALLONI M. (1913).- Stratigraphie et tectonique de la région des Nogueras (Pyrénées centrales). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. 13, p. 243-263, 1 carte au 1/300 000.

DALLONI M. (1930).- Etude géologique des Pyrénées catalanes. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. 26, 373 p., 65 fig., 14 pl., 1 carte.

DALLONI M. (1952).- Découverte du terrain silurien dans la région de Laruns (Basses Pyrénées). *C.R. Ac. Sc.*, t. 234, p. 740-741.

DEFLANDRE G. et TERS M. (1966).- Sur la présence d'Acritarches ordoviciens dans les schistes subardoisiers de la région de la Motte-Achard (Vendée). Extension du Silurien (grès armoricain et schistes d'Angers) en Vendée littorale. *C.R. Ac. Sc.*, t. 262, p. 237-241.

DEFLANDRE G. et TERS M. (1966).- Sur l'âge cambro-silurien des terrains anciens de la Vendée littorale (ex Briovérien). *C.R. Ac. Sc.*, t. 262, p. 339-343, 1 pl.

DEFLANDRE G. et TERS M. (1970).- Présence de microplancton silurien fixant l'âge des ampélites associées aux phtamites de Brétignolles (Vendée). *C.R. Ac. Sc.*, t. 270, p. 2162-2166, 2 pl., 1 fig.

DELATTRE Ch. et WATERLOT M. (1963).- Observations nouvelles sur le Carbonifère du Plan des Etangs (Hautes Pyrénées espagnoles). C.R. Ac. Sc., t. 256, p. 453-454.

DELCROIX J. (1957).- La faune graptolitique gothlandienne de la région du Tamlet (Maroc). D.E.S., Fac. Sc., Lille.

DELGADO J.F. (1908).- Système silurique du Portugal. Mém. Serv. géol. Portugal, 4, 245 p., 8 pl.

DERAMOND J. (1971).- Plis couchés dans la zone axiale des Pyrénées ariègeoises (Haut Salat). C.R. Ac. Sc., t. 272, p. 693-697.

DERAMOND J., MANGUIN A., ROUX L. et SOULA J.C. (1969).- Déformations superposées et figures d'interférences dans les Pyrénées ariégeoises. C.R. Ac. Sc., t. 269, p. 2309-2312.

DERAMOND J., MIROUSE R. et SOULA J.C. (1971).- Déformations hercyniennes superposées dans la vallée de la Valira del Oriente (Pyrénées andorranes). C.R. somm. Soc. géol. Fr., p. 123-124.

DERAMOND J. et SOULA J.C. (1971).- Orientation des structures hercyniennes et rôle des anitropies dans les Pyrénées ariégeoises et andorranes. C.R. Ac. Sc. , t. 272, p. 2653-2657.

DESTOMBES J.P. (1949).- Stratigraphie de l'Ordovicien des Hautes Pyrénées. C.R. somm. Soc. géol. Fr., p. 138-140.

DESTOMBES J.P. (1950).- L'Ordovicien de la Haute Ariège. C.R. somm. Soc. géol. Fr., p. 75-77.

DESTOMBES J.P. (1953).- Stratigraphie des terrains primaires de la Haute-Garonne. C.R. 19° Congr. géol. intern. Alger, Sect. II , fasc. 2, p. 107-129, 2 fig.

DESTOMBES J.P. & VAYSSE A. (1947).) Sur le Gothlandien de la vallée de la Pique (Haute Garonne). Bull. Soc. géol. Fr., (5), t. 17, p. 403-409, 1 pl.

DESTOMBES J.P. & RAGUIN E. (1953).- Les relations du granite et du Paléozoïque dans les Pyrénées luchonnaises (Haute-Garonne). C.R. somm. Soc. géol. Fr., (6), p. 337-339.

DEUNFF J. (1954).- Sur le microplancton du Gothlandien armoricain. C.R. somm. Soc. géol. Fr., (6), t. 4, p. 54-55.

DEUNFF J. (1954).- Microorganismes planctoniques fossiles (Hystrichosphères) dans le Dévonien du Massif Armoricain. C.R. somm. Soc. géol. Fr., p. 239-242.

DEUNFF J. (1955).- Un microplancton fossile dévonien du continent nord-armoricain. Bull. Min. Appl. Fr., (2), 5, n° 11-12.

DEUNFF J. (1959).- Formations récifales et Hystrichosphères. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. I, p. 409-410.

DIEBEL K. (1956).- Conodonten in der Oberkreide von Kamerun. *Geologie*, 5, p. 424-450.

DOLLE L. (1914).- Notes sur les Graptolites du Vall de Ribes, Pyrénées Orientales (Espagne). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 43, p. 295-301.

DROT J. (1964).- Un nouveau genre de Rhynchonelloidea dans le Ludlow du Maroc présaharien. *Note Serv. géol. Maroc*, t. 23, n° 172, p. 111-118, 1 pl. h.-t.

DRUCE E.C. (1970).- Conodonts from the Garra Formation (Lower Devonian), New South Wales. *Bureau of Mineral Resources Geology and Geophysics*, Canberra, 116, 3 p.

DUBOIS R. & MAZELET P. (1964).- Stratigraphie du Silurien du Tassili N'Ajjer. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. 6, p. 586-591, 2 fig.

DUNOYER DE SEGONZAC G. (1969).- Les minéraux argileux dans la diagenèse. Passage au métamorphisme. *Mém. Serv. Carte Géol. Alsace Lorraine*, n° 29, 320 p.

DUNOYER DE SEGONZAC G. & HEDDEBAUT C. (1971).- Paléozoïque anchi-métamorphique à illite, chlorite, pyrophyllite, allevardite et paragonite dans les Pyrénées basques. *Bull. Serv. Carte Géol. Alsace-Lorraine*, 24, 4, p. 277-290.

DUFRENOY M. (1873).- Explication de la carte géologique de France: Les Pyrénées. Paris, p. 113-126.

ELLES G.L. (1900).- The zonal classification of the Wenlock Shales of the Welsh Borderland. *Q. Jl. geol. Soc. Lond.*, 56, p. 370-414.

ELLES G.L. & WOOD E.M.R. (1901-1918).- A Monograph of British Graptolites. *Paleont. Soc. Lond.*, 526 p., 359 fig., 52 pl. h.-t.

ELLISON S.P. (1944).- The composition of conodonts. *J. Paleont.*, 18, p. 133-140.

ESQUEVIN J. (1969).- Influence de la composition chimique des illites sur leur cristallinité. *Bull. Centre Rech. Pau, S.N.P.A.*, 3, 1, p. 147-153, 3 fig.

ETHINGTON R.L. & FURNISH W.M. (1962).- Silurian and Devonian Conodonts from Spanish Sahara. *J. Paleont.*, 36, p. 1253-1290, pl. 172-173, 2 tabl., 1 fig.

FAHRAEUS L.E. (1969).- Conodont zones in the Ludlovian of Gothland and a correlation with Great Britain. *Sver. geol. Unders. Afh.*, 63, 2, p. 1-33.

FAHRAEUS L.E. (1969).- *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER 1960, and the age of the Ohesaare Stage of Estonia : A reply to D. KALJO & V.VIIRA. *Geol. För. Stockholm Förhandl.*, vol. 91, p. 433-435.

FONTBOTE J.M. et GUITARD G. (1958).- Aperçus sur la tectonique cassante de la zone axiale des Pyrénées orientales entre les bassins de Cerdagne et de l'Ampurdan-Roussillon. *Bull. Soc. géol. Fr.* (6), t. 8, p. 884-890.

FONTBOTE J.M. et JULIVERT M. (1954).- Algunas precisiones sobre la chronologia de los plegamientos hercissianos en Cataluna. *C.R. 19° sess. Congr. géol. intern. Alger*, sect. 13, fasc.14, p. 575-591.

FOURMARIER P. (1951).- Remarques au sujet de la distribution de la schistosité dans les Pyrénées. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), t. 1, p. 543-552.

FOURNIER E. (1905).- Etudes géologiques sur la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées, entre la vallée d'Aspe et celle de la Nive. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), p. 699-723.

FURNISH W.M. (1938).- Conodonts from the Prairie du Chien Beds of the Upper Mississipi Valley (Lower Ordovician). *J. Paleont.*, 12, p. 318-340.

GEINITZ H.B. (1852).- Die Versteinerungen der Grauwacken formation (Die Graptolithen). 58 p., 6 pl., Leipzig.

GEZE B. (1949).- Etude géologique de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales. *Mém. Soc. géol. Fr.*, 29, fasc. 1-3, n° 62, 215 p., 110 fig., 7 pl.

GEZE B. (1960).- L'orogenèse calédonienne dans la Montagne Noire (sud du Massif central) et les régions voisines. *C.R. 21° sess. Congr. géol. intern. Copenhague*, 194, p. 120-125, 1 fig.

GIGOUT M. (1952).- Résumé de nos connaissances sur le Primaire de la Meseta marocaine occidentale. *C.R. 19° sess. Congr. géol. intern. Alger*, sect. II, fasc. 2, p. 29-40, 2 fig.

GLANGEAUD L. (1958).- Le plutonisme sialique, ses relations avec le métamorphisme dans les Pyrénées orientales et centrales. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), t. 8, p. 961-978, 1 fig.

GLEMAREC L. (1929).- Etude de la faune graptolitique des Ampélites de Poligné (I. et V.). *Bull. Soc. géol. Min. Bret.*, t. 10, fasc.1, 2, 3, 4, p. 87-152, 3 pl.

GORTANI M. (1920).- Contribuzioni allo studio del Paleozoico carnico. Parte 6. Faune à Graptoliti . *Palaeont. Ital.*, vol. 26, p. 1-56, pl. 1-3.

GORTANI M. (1922).- Faune paleozoiche della Sardegna, parte I; Graptoliti di Goni. *Palaeont. Ital.*, vol. 28, p. 44-68, pl. 8-13.

GORTANI M. (1922).- Faune paleozoiche della Sardegna, parte II; Graptoliti della Sardegna Orientale. *Palaeont. Ital.*, vol. 28, p. 85-112, p. 15-19.

GORTANI M. (1923).- Contribuzioni allo studio del paleozoico carnico. parte 7. Graptoliti del Monte Hochwipfel. *Palaeont. Ital.*, vol. 29, p. 1-24, pl. 1.

GRACIANSKI de P.C. (1961).- La montagne de Taruh (Aude) et les chevauchements nord-pyrénéens. *C.R. Ac. Sc.*, t. 252, p. 1353-1355.

GRIFFIN G.M. (1967).- X-Ray diffraction techniques, applicable to studies of diagenesis and low-rank metamorphism inhumic sediments. *J. Sed. Petr.*, vol. 37, n° 4, p. 1006-1011, 4 fig.

GUILLOT P.L. et DOUBINGER J. (1971).- Découverte d'Acritarches dans les schistes sériciteux de Génis (Dordogne). *C.R. Ac. Sc.*, t. 272, p. 2763-2764.

HABERFELNER F. (1931).- Graptolithen aus dem Obersilur der Karnischen Alpen. Teil 1 Hochwipfel, Nordseite. *Sber. Akad. Wiss. Wien*, 140, (1-2), p. 89-168, pl. 1-3.

HACQUEBART P.A. & DONALDSON J.R. (1970).- Coal metamorphism and hydrocarbon potential in the Upper Paleozoic of the Atlantic Provinces, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 7, p. 1139-1163.

HARTEVELT J. (1970).- Geology of the Upper Segre and Valira valleys. Central Pyrenees, Andorra/Spain. *Leid. Geol. Med.*, vol. 45, p. 167-236, 67 fig., 1 carte.

HEDDEBAUT C. (1966).- Données nouvelles sur le Silurien et le Dévonien des Pyrénées basques. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 86, p. 197-200, 1 fig.

HEDDEBAUT C. (1970).- Sur l'âge des formations paléozoïques du massif des Cinco-Villas (Pays basque espagnol). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 6, p. 205-206.

HEDDEBAUT C. (1973).- Etudes géologiques dans les massifs paléozoïques basques. *Thèse Sciences Lille*, 263 p., 64 fig., 11 pl.,3 cartes.

HELMS J. (1959).- Conodonten aus dem Saalfelder Oberdevon (Thuringen). *Geologie*, 6, p. 634-677.

HELMS J. (1961).- Die, nodocostata. Gruppe "der Gattung Polygnathus oberdevonische Conodonten. *Geologie*, 6, p. 674-711.

HINDE G.J. (1879).- In Conodonts from the chazy and Cincinnati Group of the Cambro-Silurian and from the Hamilton and Genesee Shale divisions of the Devonian in Canada and the United States. *Q. Jl. Geol. Soc. Lond.*, 35, p. 351-368.

HISINGER W. (1937).- Lethaea Suecica seu Petrificata Suecica, Supplentum 1, 124 p., 2 pl., Stockholm.

HOPKINSON J. & LAPWORTH C. (1875).- Description of the Graptolites of the Arening and Llandeilo rocks of St Davids. *Q. Jl. geol. Soc. Lond.* 31, p. 631-672, pl. 33-37.

HUDDLE J.W. (1972).- Historical introduction to the problem of Conodont Taxonomy. *Geologica et Palaentologica*, 5 B 1, p. 3-16, 6 fig., 2 tab.; 1 pl. Marburg.

HUPE P. (1949).- Sur l'existence du Gothlandien sous le granite de Néouvielle (Hautes Pyrénées) et ses conséquences tectoniques probables. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 59.

HUPE P. (1951).- Quelques grands traits de l'histoire géologique des Hautes Pyrénées. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 136-137.

JACOB Ch. (1927).- La structure du Turbon, du Cotiella et du Castillon Mayor, en Haut Aragon. C.R. Ac. Sc., t. 185, p.787.

JACOB Ch. (1930).- Zone axiale, versant sud et versant nord des Pyrénées. *Centenaire de la Soc. géol. Fr.*, Livre jubilaire (1830-1930), t. 2, p. 389-410, 1 carte au 1/500 000.

JACOB Ch. (1952).- A propos de la géologie du sud des Pyrénées. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, t. 25.

JACOB Ch., FALLOT P., ASTRE G. et CIRY R. (1926).- Observations tectoniques sur le versant méridional des Pyrénées centrales et orientales. *C.R. 14° Sess. Congr. geol. Intern. Madrid*, fasc. 2, p. 335-411, 7 fig., 4 pl.

JENTZSCH I. (1962).- Conodonten aus dem Tentaculitenknollenkalk (Unterdevon) in Thüringen. *Geologie*, 11, 8, p. 961-985.

JEPPSSON L. (1969).- Notes on some Upper Silurian multielement conodonts. *Geol. För. Stockholm Förhandl.*, vol. 91, p. 12-24, 4 fig.

JEPPSSON L. (1972).- Some Silurian conodont apparatures and possible conodont dimorphism. *Geologica et Palaeontologica*, vol. 6, p. 51-69, 5 fig., 2 pl. Marburg.

JOSEPH J. & LUCAS C. (1972).- Déformations hercyniennes et pyrénéennes dans la nappe de Gavarnie (Hautes Pyrénées). C.R. Ac. Sc., t. 274, p. 657-659.

KARWEIL J. (1956).- Die Metamorphose der Kohlen vom Standpunkt der physikalischen Chimie. *Z. deutsch. Geol. Ges.*, 107, p. 132.

KEISER J. (1953).- La géologie de la couverture sédimentaire du massif de l'Arize. *Leid. Geol. Med.*, 18, p. 229-253, 1 carte au 1/50.000.

KERFORNE F. (1902).- Note préliminaire sur les Graptolites du Massif Armoricain. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. 2, p. 102-103.

KISCH H.J. (1968).- Coal rank and burial-metamorphism mineral facies. In Schenek P.A., Havenaar I.; *Adv. in Org. Geochem.*, p. 407-425, Pergamon-Press.

KIRSTE E. (1919).- Die Graptolithen des Altenburger Osthreises. *Mitt. Osterlande*, 16, p. 60-222.

KLAPPER G. (1969).- Lower Devonian Conodont sequence, Royale Creek, Yukon Territory and Devon Island, Canada. *J. Paleont.*, vol. 43, p. 1-27.

KLAPPER G. & PHILIP G.M. (1971).- Devonian Conodont apparatuses and their vicarious skeletal elements. *Lethaia*, vol. 4, p. 429-452, Oslo.

KLAPPER G. & PHILIP G.M. (1972).- Familial classification of reconstructed Devonian Conodont Apparatuses. *Geologica et Palaeontologica*, SB 1, p. 97-114, Marburg.

KLARR K. (1971).- Der Geologische Bau des südöstlichen Teiles vom Aldudes-Quinto-Real-Massiv (Spanish Westpyrenäen). *Clausthaler, Geol. Abh.*, 11, 184 p., 42 fig., 1 tabl., 16 fig. h.-t.

KLEISMIEDE W.F. (1960).- Geology of the Valle de Aran (Central Pyrenees). *Leid. Geol. Med.*, 25, p. 129-245, 77 fig., 1 carte.

KOCKEL F. (1958).- Conodonten aus dem Paläozoikum von Malaga (Spanien). *Neues Jb. Geol. Paläont. Abh.*, p. 255-262, 1 tabl.

KRYLATOV S. et STOPPEL D. (1969).- La série des Agudes-Cap de Pales (zone primaire axiale des Pyrénées aux confins de la Haute Garonne et des Hautes Pyrénées). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. 11, p. 484-490.

KRYLATOV S. et STOPPEL D. (1971).- Attribution au Frasnien de la série de Sia (zone primaire axiale des Pyrénées). Ses rapports avec celle des Agudes-Cap de Pales. Conséquences paléogéographiques. *Z. deutsch. geol. Gest.*, 122 p., 213-230, 3 fig., 1 pl.

LAMARE P. (1925).- Sur quelques points de tectonique de la lisière septentrionale des Pyrénées. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), p. 287-297.

LAMARE P. (1936).- Recherches géologiques sur les Pyrénées basques d'Espagne. *Mém. Soc. géol. Fr.*, 12, n° 27.

LAMARE P. (1939).- La série paléozoïque du massif de Baygoura et de la vallée de la Nive. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), p. 163.

LAPWORTH C. (1873).- On an improved classification of the Rhabdophora. *Geol. Mag.*, (1), 10, p. 500-504, 555-560.

LAPWORTH C. (1875).- in HOPKINSON J. & LAPWORTH C. (1875).

LAPWORTH C. (1876).- On Scottish Monograptidae. *Geol. Mag.*, (2), 3, p. 308-323, 350-360, 499-507, 544-552, pl. 10-13,20.

LAPWORTH C. (1877).- On the Graptolites of County Down. *Proc. Belf. Nat. Fld. Club.*, p. 125-147.

LAPWORTH C. (1880).- On new British Graptolites. *Ann. Mag. nat. Hist.*, (5), 5, p. 149-177, pl. 4,5.

LAVERDIERE J.W. (1930).- Contribution à l'étude des terrains paléozoïques dans les Pyrénées occidentales. *Mém. Soc. géol. Nord*, 10,n° 2, 131 p., 13 fig., 8 pl.

LEFEVRE J. (1964).- Succession d'associations d'Ostracodes et de Conodontes dans le Silurien, le Dévonien inférieur et l'Eifélien de quelques coupes de France et du Sahara. *Coll. sur le Dévonien inférieur et ses limites*, Rennes, *Mém. B.R.G.M.*, n° 33, p. 373-390.

LE GAULT J.A. (1968).- Contribution to Canadian Palaeontology. Part I. Conodonts and Fish remains from the Stonehouse formations, Arisaig, Nova Scotia. *Geol. Surv. Can. Bull.*, t. 165, p.1-46.

LEGRAND P. (1967).- Nouvelles connaissances acquises sur la limite des systèmes siluriens et dévoniens au Sahara algérien. *Coll. sur le Dévonien inférieur et ses limites*, Rennes 1964, *Mém. B.R.G.M.*, n° 33, p. 119-138.

LEGRAND P. (1967).- Quelques nouveaux Graptolites à la limite des systèmes silurien et dévonien au Sahara algérien. *Coll. sur le Dévonien inférieur et ses limites*, Rennes 1964, *Mém. B.R.G.M.*, n° 33, p. 139-154.

LE PICHON X, BONNIN J. et SIBUET J.C. (1970).- La faille nord-pyrénéenne : faille transformante liée à l'ouverture du golfe de Gascogne. *C.R. Ac. Sc.*, t. 271, p. 1941-1944.

LEYMERIE A. (1868).- Récit d'une exploration géologique de la vallée du Sègre. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), 26, p. 653.

LEYMERIE A. (1870).- Explication d'une coupe transversale des Pyrénées françaises passant par Luchon et Montréjeau, comprenant le massif de la Maladetta avec projection du versant gauche des vallées de la Pique et de la Garonne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), 27, p. 573.

LINDSTROM M. (1964).- Conodonts. *Elsevier Publishing Company*, Amsterdam, London, New York, 196 p., 64 fig., 5 tabl.

LINDSTROM M. (1970).- A suprageneric taxonomy of the Conodonts. *Lethaia*, vol. 3, p. 427-445, Oslo.

LINK A.G. & DRUCE E.C. (1972).- Ludlovian and Gedinnian Conodont Stratigraphy of the Yass Basin, New South Wales. *Bureau of Mineral Resources Geology and Geophysics*, Canberra, Bull. n° 134.

LINNARSSON (1881).- Graptolitskiffrar med *Monograptus turriculatus* vid Klubbudden nära Motala. *Geol. För. Stockholm Förhandl.*, 5.

LLOPIS LLADO N. (1946).- Problèmes tectonicas de la zona axial pirenaica. *Bol. Inst. geol. y Min. de Espana*, t. 59, p. 167-219.

LLOPIS LLADO N. (1948).- Sur le style tectonique du Paléozoïque de la Haute vallée du rio Aragon (Pyrénées, Espagne). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 95-97.

LLOPIS LLADO N. (1966).- Sobre la estratigraphia del silurico de Andorra y el limite silurico-devonico. *Actas V. Congr. intern. Est. Pir. Jaca-Paplona*, p. 79-86.

LLOPIS LLADO N. & ROSELL SANUY Y. (1968).- Algunas aportaciones a la estratigrafia del Silurico-Devonico de "Las Nogueras" al E. de Guerri de la Sal (Lerida). *Acta geologica Hispanica. Instituto Nacional de Geologia*, C.S.I.C., t. 3, n° 5, p. 113-116.

LYS M. et MAUVIER A. (1964).- Résultats micropaléontologiques (Conodontes) dans le Silurien et le Dévonien inférieur de l'Anjou. *Coll. sur le Dévonien inférieur et ses limites*, Rennes. Mém. B.R.G.M., n° 33, p. 391-395.

LYS M. & SERRE B. (1957).- Présence de Conodontes dans le Paléozoïque du Sahara (Région d'Adrar-Tanezrouft). C.R. Ac. Sc., t. 244, p. 916-918, 1 tabl.

MALLADA L. (1878).- Descripción fisica y geológica de la provincia de Huesca. *Memorias de la comission del Mapa geologico de Espana*, 439 p., 1 carte au 1/400 000, 1 pl.

MANGIN A. (1970).- Le Paléozoïque du Picou de Freychenet (Ariège). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 33,34.

MARSKOVA T.V. (1972).- *Ozarkodina steinhornensis* (ZIEGLER) apparatus, its Conodonts and Biozone. *Geologica et Palaeontologica*, SB 1, p. 81-90, 2 fig., 1 tabl. 2 pl., Marburg.

MARSAL D. & LINDSTROM M. (1972).- A contribution to the Taxonomy of Conodonts; the Statistical Reconstruction of Fragmented Fossil Populations. *Geologica et palaeontologica*, 5B 1, p. 43-66, 4 fig., Marburg.

MASHKOVA T.V. (1967).- Conodonts of the Skala and Borschov Horizons of Podolia. *Intern. Symp. Dev. System Calgary Alberta, Soc. Petr. Geol.*, vol. 2, p. 497-500.

MASHKOVA T.V. (1970).- Konodonty biozony *Spathognathodus steinhornensis* ostrova Vaynatch in Stratigraphie i fauna siluriskich otlozhenij Vajgatoha (Sbornik statei), p. 210-234, Léningrad.

MATHIEU G. (1967).- Le Siluro-Dévonien de Beaumont-en-Artois, ses faciès détritiques intraformationnels à la limite entre le Silurien et le Dévonien. *Coll. sur le Dévonien inférieur et ses limites*, Rennes, 1964, *Mém. B.R.G.M.*, n° 33, p. 155-170.

MATTAUER M. (1964).- Sur les schistosités d'âge tertiaire de la zone axiale hercynienne des Pyrénées. C.R. Ac. Sc., t. 259, p. 2891-2894.

MATTAUER M. & SEGURET M. (1966).) Sur le style des déformations tertiaires de la zone axiale des Pyrénées. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 10-12.

MENEGHINI (1857). - **Palaeontologie de l'Isle de Sardaigne**.

MENGAUD L. (1939).- Etudes géologiques dans la région de Gavarnie et du Mont Perdu. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. 40, n° 199, p. 197-223, 11 fig.

MENGEL O. (1910).- Stratigraphie et tectonique de l'îlot primaire de la Guardia entre le Segre et la Noguera Palleresa. C.R. Ac. Sc., t. 151, p. 836-839.

MENGEL O. (1920).- Le Canigou et la Maladetta, pôles de l'axe primitif des Pyrénées. C.R. Ac. Sc., t. 173, p. 990-993.

MERIAUX E. (1969).- Contribution à l'étude pétrographique des houilles du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Ann. Mines de Belgique*, n° 4-5, p. 469-516, 39 fig., 14 tabl., 7 pl., 2 dépl. h.-t., Liège.

MEY P. (1967).- Evolution of the pyrenean basin during the late Paleozoïque. *Int. Dev. Symp. Calgary*, t. 2, p. 1157-1166, 3 fig.

MEY P. (1967).- The geology of the Upper Ribagorzana and Baliera Valleys, Central Pyrenees (Spain). *Leid. Geol. Med.*, 41, p. 153-220.

MEY P. (1968).- The geology of the Upper Ribagorzana and Tor Valleys, central Pyrenees (Spain). *Leid. Geol. Med.*, 41, p. 220-292, 57 fig.

MILLOT G. (1964).- Géologie des Argiles. *Masson et Cie*, 499 p., 75 fig., 12 pl., 15 tabl.

MIROUSE R. (1962).- Recherches géologiques dans la partie occidentale de la zone primaire axiale des Pyrénées. *Mém. Carte géol. Fr.*, 451 p., 122 fig., 16 pl., 3 dépl.

MIROUSE R. (1962).- Tectonique hercynienne et tectonique alpine dans la partie occidentale de la zone primaire axiale des Pyrénées. *Actes IV Congr. Intern. Et. Pyrénéennes*. Pau-Lourdes, sect. I, p. 75-83.

MISCH P. (1948).- La estructura tectonica de la région central de los Pirineos meridionales. *Publicaciones extranjeros sobre Geologia de Espana*, vol. 41.

MOSHER L.C. (1967).- Are there post-triassic Conodonts ? *J. Paleont.*, 41, p. 1554-1555.

MULLER K.J. (1962).- Ein einfacher Behelf für die löseungstechnik. *Palaontol. Z.*, 36, p. 265-267.

MULLER K.J. (1967).- Sur la superposition des déformations dans les Pyrénées occidentales. *C.R. Ac. Sc.*, t. 265, p. 400-402.

MULLER K.J. & MOSHER L.C. (1971).- Post-triassic Conodonts, in Symposium on Conodont Biostratigraphy, SWEET W.C. & BERGSTROM S.M., *Geol. Soc. Am.*, 127, p. 467-470.

MUNCH A. (1952).- Die Graptolithen aus dem anstehenden Gothlandium Deutschlands und der Tskechoslovakei. *Geologie*, Berlin, 7, p. 1 -157, pl. 1-62.

MUSELET C. (1969).- Introduction à l'étude des conodonts. Mise au point d'une technique de dégagement. Application à quelques formes triasiques des Dinarides. *D.E.S., Lille*, 56 p., 14 fig., 4 pl.

NICOLAI A. (1963).- Contribution à l'étude géologique du bassin du Gave de Pau entre le granite de Cauterets et la zone nord-pyrénéenne. *Thèse Sciences*, Bordeaux.

NOHDA S. & SETOGUCHI T. (1967).- An occurence of Jurassic Conodonts from Japan. Kyoto Univ. *Mém. Coll. Sc.*, 33, p. 227-239, 1 pl., 7 fig.

OBUT A.M. (1949).- Polevot Atlas rukovodiascich isopaemuch graptolitor verchnego silura Kirgizkoj. SSR. *Trudy geol. SSSR. Kirgiz., Filical, geol. Inst. Frunze*, p. 1-56.

OVTRACHT A. (1960).- Paleogeographie du massif primaire du Monthoumet (France). *C.R. 21° sess. Congr. Géol. Intern. Copenhague*, part. 12, p. 56-64, 6 fig.

OVRACHT A. (1967).- Gothlando-Dévonien et Dévonien inférieur du massif du Monthoumet (Aude). *Coll. sur le Dévonien inférieur et ses limites*, Rennes. *Mém. B.R.G.M.*, 33, p. 171-188.

PEDDER A., JACKSON J.H. & PHILIP G.M. (1970).- Lower Devonian Biostratigraphy in the Wee Jasper Region of New South Wales. *Journ. Pal.*, vol. 44, p. 206-251.

PERNER J. (1894-1899).- Etudes sur les Graptolites de Bohême. 1ère partie (1894) : Structures du squelette des Graptolites, p. 1-14, pl. 1-3; 2ème partie (1895) : Monographie des Graptolites de l'étage D, p. 1-31, pl. 4-8; 3ème partie section a (1897) : Description des Graptolites de l'étage E inférieur, p. 1-25, pl. 9-13; 3ème partie, section b (1899); Description des Graptolites de l'étage E supérieur, p. 1-24, pl. 14-17. Prague.

PHILIP G.M. (1965).- Lower Devonian Conodonts from the Tyers Area, Gippsland, Victoria. *Proc. Roy. Soc. Victoria*, vol. 79, 1, p. 95-117.

PHILIP G.M. (1966).- Lower Devonian Conodonts from the Bucham Group, Eastern Victoria. *Microvaleontology*, vol. 12, p. 441-460.

PHILIP G.M. (1969).- Silurian Conodonts from the Dirk Hartog Formation, Western Australia, *Proc. Roy. Soc. Victoria*, vol. 82, 2, p. 287-298, 1 fig., 2 tab., 2 pl.

PHILIP G.M. & JACKSON J.H. (1967).- Lower Devonian subpecies of the Conodonts *Polygnathus linguiformis* Hinde from South eastern Australia. *Journ. Pal.* vol. 41, n° 5, p. 1261-1266, 3 fig.

PHILIPPOT A. (1967).- Le Ludlowien en Bretagne, faune de Graptolites et relations visibles avec le Gédinnien. *Coll. sur le Dévonien inférieur et ses limites*. Rennes, 1964, Mém. B.R.G.M., n°33, p. 189-194.

PHILIPPOT A. (1950).- Les Graptolites du massif armoricain. Etude stratigraphique et paléontologique. *Mém. Soc. géol. Mines de Bretagne*, t. 8, p. 1-295.

POLLOCK C.A. (1969).- Fused silurian Conodont clusters from Indiana. *Jour. Pal.*, vol. 43, p. 929-935.

POLLOCK C.A., REXROAD C.B. & NICOLL R.S. (1970).- Lower Silurian Conodonts from Northern Michigan and Ontario. *Jour. Pal.*, vol. 44, n° 4, p. 743-764, 3 fig., 4 pl.

PORTLOCK J.E. (1843).- Report on the geology of the county of Londonderry and of parts of Tyrone and Fermanagh. 21, 784 p., 40 pl. DUBLIN & LONDRES.

PRIBYL A. (1944).- The Middle-European Monograptids of the genus Spirograptus Gurich. *Bull. int. Acad. tchèque Sc.*, 54, p. 19, p. 1-46, pl. 1-11.

PRIBYL A. (1848).- Bibliographie index of Bohemian Silurian Graptolites. *Knih. st. geol. Ust. eol. Repub.*, 22, 96 p.

PRIBYL A. & MUNCH A. (1941).- Revision der Mitteleuropäischen Vertreter der Gattung *Demirastrites* Eisel. *Rozpn. ceskě, Akad.*, 52.

RAGUIN E. (1951).- A propos des terrains primaires et des granites des Pyrénées ariégeoises. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 36-38.

RAGUIN E. et DESTOMBES J.P. (1948).- Massif granitique du Lys Caillaouas dans la Haute Garonne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), t. 18, p. 75-88, 3 fig.

RAUSCHER R. (1971).- Acritarches du Paléozoïque inférieur de la Montagne Noire. *Bull. Serv. Carte géol. Alsace Lorraine*, t. 24, fasc. 4, p. 291.

REICHSTEIN M. (1962).- Conodonten und Graptolithen aus einem Kalk-Mergel-Geschiebe des Unter-Ludlow. *Geologie*, Berlin, 11, p. 538-544, 8 fig., pl. 1-2.

REMARCK-PETITOT M.L. (1960).- Contribution à l'étude du Gothlandien au Sahara, Bassin d'Adrar-Reggane et de Fort-Polignac. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), p. 230-239.

REMARCK-PETITOT M.L. (1960).- Contribution à l'étude des Conodontes du Sahara (bassins de Fort-Polignac, d'Adrar Reggane et du J.Bechar). Comparaison avec les Pyrénées et la Montagne Noire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. 2, p. 240-262, 2 tab., 4 fig., 3 pl.

REXROAD C.B. & CRAIG W.W. (1971).- Restudy of Conodonts from the Bainbridge formation (Silurian) at Lithumo, Missouri. *Jour. Pal.*, vol. 45, n° 4.

REXROAD C.G. & NICOLL R.S. (1972).- Conodonts from the Estill shale (Silurian Kentucky and Ohio) and their Bearing on Multielement Taxonomy. *Geologica et Palaeontologica*, SB 1, p. 57-74, 1 fig., 3 tab., 2 pl. Marburg.

RHODES F.H.T. (1953).- Some British Lower Paleozoïc conodont faunas. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 237, p. 261-334, 20 fig., 4 pl.

RHODES F.H.T. (1953).- Nomenclature of conodont assemblages. *J. Paleont.*, 27, p. 610-612.

RHODES F.H.T. & MULLER K.J. (1956).- The Conodonts genus Prioniodus and related forms. *J. Paleont.*, 30, p. 695-699.

RICKARDS R.B. (1970).- The Llandovery (Silurian) Graptolites of the Howgill Fells, Northern England. *Palaeontog. Soc.*, p. 1-108, pl. 1-8.

RICKARDS R.B. & SMYTH W.R. (1968).- The Silurian graptolites of Mayo and Golway. *Sc. Proc. R. Dublin Soc.*, (A) , 3, p. 129- pl. 4.

ROBERT P. (1971).- Etude pétrographique des matières organiques par la mesure de leur pouvoir réflecteur. Contribution à l'exploitation pétrolière et à la connaissance des bassins sédimentaires. *Rev. J.F.P.* , vol. 26, 2, p. 105-135.

ROBERT P. (1974).- Analyse microscopique des charbons et des bitumes dispersés dans les roches et mesure de leur pouvoir réflecteur. Application à l'étude de la paléogéothermie des bassins sédimentaires et de la genèse des hydrocarbures. *Proc. 6th Intern. Congr. Organ. Geochem.*, Paris-Rueil Malmaison, 17 p., 5 fig., 2 pl.

ROGER Ph. (1965).- Etude stratigraphique et structurale de la zone des Nogueras entre l'Esera et l'Isabena (Huesca, Espagne). *Act. Soc. Lin.* Bordeaux, t. 102, série 3, n° 5, 27 p., 1 carte au 1/20 000.

ROMARIZ C. (1962).- Graptolitos do Silúrico português. *Revta Fac. Cient.*, Lisbon, (2,c), 10, p. 115-312, 22 pl.

ROMARIZ C., ARCHE A., BARBA A., GUTIERREZ ELORZA M. & VEGAS R. (1971).- The méditerranean graptolitic fauna of the Wenlockian in the Iberian Peninsula. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, vol. 18, p. 57-61.

SALTER (1852).- Description of some Graptolites from the Silurian of Scotland. *Q. Jl. Geol. Soc. Lond.*, vol. 8.

SAMPELAYO P.H. (1942).- Explicacion del nuevo mapa geologico de España El systeme Siluriano. *Mem. Inst. geol. y Min. España*, 592 p.

SCHMIDT H. (1931).- Das Paläozoikum der Spanischen pyrenaess. *Abh. Ges. Wiss. Z. Göttingen*, n° 8, p. 980-1065.

SCHMIDT H. (1934).- Conodonten-Funde in ursprunglichem Zusammenhang. *Palaontol. Z.*, 16, p. 76-85.

SCHMIDT H. (1943).- El Paleozoico el Pirineo espanol. *Publicaciones alemanas sobre geologica de Espana*, t. 2, p. 101-202 (Trad. D. San Miguel de la Camara).

SCHRIEL W. & STOPPEL D. (1963).- Das Altern der Cephalopodenkalk im mittleren Selketal (Devon, Unterharz). *Z. deutsch. geol. Ges.*, 115, p. 77-99, 7 fig., 4 tab., 1 pl.

SCHULZE R. (1968).- Die conodonten aus dem Palaezokunder mittleren Karawanken (Seeberggeliet). *Neues Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 130, 2, p. 133-245.

SCOTT H.W. (1934).- The Zoological relatioships of the Conodonts. *J. Paleont.*, 8, p. 448-455.

SEGURET M. (1964).- Sur le style en têtes plongeantes des structures pyrénéennes de la zone des Nogueras (Versant sud des Pyrénées centrales). *C.R. Ac. Sc.*, t. 259, p. 2895-2898.

SEGURET M. (1966).- Sur les charriages de la zone des Nogueras (Versant sud des Pyrénées). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 17-18.

SEGURET M. (1972).- Etude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées. *Pub. USTELA, Montpellier*, Série Géol. struct., n° 2, 160 p., 66 fig., 12 pl.

SERPAGLI E. (1970).- Uppermost Wenlockian Upper Ludlovian (Silurian) Conodonts from Western Sardinia. *Bull. Soc. paléont. Ital.*, vol. 9, n° 1.

SITTER DE L.U. (1953).- La faille nord-pyrénéenne dans l'Ariège et la Haute Garonne. *Leid. Geol. Med.*, 18, p. 287-307.

SITTER DE L.U. (1959).- The structure of the axial zone of the Pyrenees in the province of Lerida. *Estudios geologicas*, 15, p. 349-360.

SITTER DE L.U. (1961).- La phase tectogenèse pyrénéenne dans les Pyrénées méridionales. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 224-225.

SITTER DE L.U. & ZWART H.J. (1959).- Geological map of the Paleozoic of the central Pyrenees. *Leid. Geol. Med.*, 22, p. 351-418.

SOLE SABARIS L., FONBOTE J.M., MASACHS V. & VIRGILI C. (1956).- Elementos estructurale de la zona axial en el alto Ribagorzana. *2e Congr. intern. Et. Pyr., Luchon-Pau*, t. 2, sect. 1, p. 171-183.

SOUQUET P., BILLOTE M., CANEROT J., DEBROAS E.J. PEYBERNES B. & REY J. (1975).- Nouvelle interprétation de la structure des Pyrénées. *C.R. Ac. Sc.*, t. 281, p. 609-610, 1 pl.

STAESCHE V. (1964).- Conodonten aus dem Skytls von Südtirol. *Neues Jb.Geol. Paläont.*, Abh. 119, 3, p. 247-306.

STRACHAN I. (1959).- L'ontogenèse des Graptolites. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 784-786.

STRACHAN I. (1969).- A redescription of W. Carruthers'type graptolites. *Bull. Br. Mus. nat. hist.*, 17, 4, p. 183-206, 5 pl.

STRACHAN I. (1971).- A synoptic supplement to "A Monograph of British Graptolites by Miss G.L. ELLES and Miss E.M.R. WOOD". *Palaeontogr. Soc.*, 125, p. 1-130.

SUDBURY M. (1958).- Triangulate monograptids from the *Monograptus gregorius* Zone (Lower Llandovery) of the Rheidol Gorge (Cardiganshire). *Phil. Trans. R. Soc.*, 241, p. 485-555, 5 pl.

SUESS E. (1851).- Uber böhmische Graptolithen. *Natur wiss. Abh. von W. Haidinger*, 4, 4, p. 87-134, 3 pl.

SUN Y.C. (1933).- Ordovician and Silurian Graptolites from China. *Palaeont. sin.*, 14, 1, p. 1-52.

TAUGOURDEAU P. (1966).- Les Chitinozoaires. Techniques d'Etudes, morphologie et classification. *Mém. Soc. géol. Fr.*, 104, p. 1-64, 5 pl.

TEICHMULLER M. & TEICHMULLER R. (1968).- Geological aspects of coal metamorphism. *Coal and Coal Bearing Strata*, 11, p. 233-267, Ed. Murchson and Westoll, Oliver and Boyd, Edinburg.

TERMIER H. (1931).- Sur le Gothlandien du Maroc central. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 55-56.

TERS M. (1970).- Découverte d'un gisement de Graptolites du Silurien (Wenlock) dans la série de Brétignolles (Vendée). *C.R. Ac. Sc.*, t. 271, p. 1060-1063.

THIEBAUT J. (1954).- Note préliminaire sur la stratigraphie des formations paléozoïques du massif de la Barousse dans les Pyrénées centrales. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 261-262.

THIEBAUT J. (1957).- Découverte du Gothlandien dans le massif primaire de Milhas (Haute Garonne). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 143-144.

THIEBAUT J. (1959).- Profondeur de la mer gothlandienne dans les Pyrénées. *Rev. gén. Sc. pures et appl. numéro spécial, Congr. Périgueux*, t. 2, p. 69-72, 1 fig.

TORNQUIST S. (1881).- Om nagra graptolitartes fran Dalarne. *Geol. För Stockeholm Förhandl.*, 5.

TORNQUIST S. (1899).- Researches into the Monograptidae of the Scanian Rastrites Beds. *Acta Univ. lund.*, 35, p. 1-25, 5 pl.

TORNQUIST S. (1907).- Observations on the genus Rastrites and some allied species of *Monograptus*. *Acta Univ. lund.*, 3, n° 5, p. 1-22.

ULRICH E.O. & BASSLER R.S. (1926).- A classification of the toothlike fossils, conodonts with descriptions of American Devonian and Mississipian species. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 68,12, p.1-63.

VAN DER LINGEN G.J. (1960).- Geology of the Spanish Pyrenees North of Confranc (Huesca Province). *Estudios geologicos*, t.16, n° 4, p. 205-242, 48 fig., 3 pl., 1 carte.

VIERS G. (1960).- Nouvelles conceptions touchant l'évolution géologique des Pyrénées. *Rev. Géogr. Phys. Sud-Ouest*, t. 31, p. 85-92.

VINCHON C. (1977).- Contribution à l'étude pétrographique du Silurien des Pyrénées centrales espagnoles (région du rio Esera, Province de Huesca et région de Llavorsi, Province de Lérida). *D.E.A., Lille*, 86 p., 26 fig., 3 pl.

WALLISER O.H. (1957).- Conodonten aus dem oberen Gothlandium Deutschlands and der Karnischen Alpen. *Notizbl. hess. - Amt Bodenforsch.*, 85, p. 28-52, 3 fig., 1 tabl., 4 pl.

WALLISER O.H. (1960).- Scolecodonts, Conodonts and Vertebrates, in BOUCUT A.J. and others. A late Silurian fauna from the Sutherland River Formations, Devon Island, Canadian Artic, Archipelago. *Bull. Geol. Surv. Canada*, 65, 51 p., 10 fig., 10 pl.

WALLISER O.H. (1962).- Conodontenchronologie des Silurs (= Gothlandiums) und des tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung der Formationsgrenze. *Symp. int. Arbeitstagung Silur/Devon Bonn-Bruxelles*, p. 281-287, Stuttgart.

WALLISER O.H. (1964).- Conodonten des Silurs. *Abh. hess. Landesamt Bodenforsch.*, 41, 106 p., 10 fig., 2 tabl., 32 pl.

WALLISER O.H. (1971).- Conodont Biostratigraphy of the Silurian of Europe. *Geol. Soc. of America*, Mem. 127, p. 195-206, 3 fig.

WALLISER O.H. (1972).- Conodont Apparatuses in the Silurian. *Geologica et Palaeontologica*, 5B 1, p. 75-80, Marburg.

WASSOJEWITSCH N.B., KORGHAGINA Y.I., LOPATIN N.V. & CHERNYSHEV V.V. (1970).- Principal phase of oil formation. *Internat. Geology Rev.*, vol. 12, n° 11, p. 1276-1296.

WATERLOT B. (1965).- Sur la faune graptolitique gothlandienne des environ de Porto (Portugal). *D.E.S. Fac. Sc., Lille.*

WATERLOT B. (1965).- Faune graptolitique géante dans le Llandovérien et le Tarannonien inférieur des environs de Porto (Portugal). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 85, p. 159-167.

WATERLOT G. (1941).- Le Tarannon au Sud du Djebel Bani (Maroc). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 63-64.

WATERLOT G. (1941).-Les niveaux stratigraphiques des phtanites à Graptolites du Maroc. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 77-79.

WATERLOT G. (1945).- Les graptolites du Maroc. Première partie : Généralités sur les Graptolites. *Mém. Serv. Géol. Maroc*, n° 63, 112 p., 70 fig.

WATERLOT G. (1948).- La faune graptolitique spéciale à la Mésogée occidentale. *C.R. Ac. Sc.*, t. 226, p. 681-683.

WATERLOT M (1961).- Contribution à l'étude de la série stratigraphique gothlandienne et antégothlandienne de la vallée du rio Esera (Province de Huesca, Espagne). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 81, p. 73-78, 1 pl.

WATERLOT M.(1962).- Etude géologique préliminaire du microgranite du pic de Cerler (province de Huesca, Espagne) et des filons qui en dépendent. *Notas y comm. Inst. Geol. y Min. España*, n° 66, p. 189-196.

WATERLOT M. (1969).- Contribution à l'étude géologique du Carbonifère anté-stéphanien des Pyrénées centrales espagnoles. *Thèse Sciences Lille, Mém. Inst. Géol. Min. España*, t. 70, 259 p 63 fig., 3 dépl., 6 pl.

WENNEKERS J.H.N. (1968).- The geology of the Esera Valley and the Lys Caillaouas, Central Pyrenees, Spain/France. *Leid. Geol. Med.*, 41, p. 221-267.

WILLEFERT S. (1962).- Quelques graptolites du Silurien supérieur du Sahara septentrional. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), p.

WILLEFERT S. (1964).- Graptolites du Silurien et du Lockkovien du Touchchent (anticlinorium de Kasba-Tadish-Arz Maroc central). *Note Serv. Géol. Maroc*, t. 23, n° 172, p. 69-94, 23 fig.

WILLEFERT S. (1964).- *Monograptus* gr. *uniformis* de la coupe du silurodévonien d'Ain Deliouine (Anti-Atlas occidental). *Note Serv. géol. Maroc*, t. 23, n° 172, p. 119-123, 1 pl.

ZIEGLER W. (1956).- Unterdevonische Conodonten insbesondere aus dem Schönauer und dem Zorgensis-Kalk. *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 84, p. 93-106, 1 tab., 2 pl.

ZIEGLER W. (1959).- Conodonten au Devon und Karbon Südwesteuropas und Bemerkiengen zur bretonischen Faltung (Montagne noire, Massif du Mouthoumet, Span, Pyrenanen). *Neues Jb. Geol. Palaont.*, 7, p. 289-309, 3 cartes, 2 tabl.

ZIEGLER W. (1960).- Conodonten aus dem Rheinischen Unterdevon (Gedinnium des Reinscheider Sattels (Rheinisches Schiefergebierge). *Palaont. Z.*, 34, p. 169-201, 2 fig., 3 tabl., 3 pl.

ZANDVLIET J. (1960).- The geology of the Upper Salat and Pallaresa valleys, Central Pyrenees, Spain. *Leid. Geol. Med.*, 25, p. 1-127, 46 fig.

ZWART H.J. (1959).- La géologie du massif de Saint Barthelemy. *Leid. Geol. Med.*, 18, p. 1-128.

ZWART H.J. (1963).- The structural evolution of the Paleozoïc of the Pyrenees. *Geologischen Rundschau*, n° 53, p. 170-205, 28 fig.

INDEX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES PLANCHES

LISTE DES FOSSILES

LISTE DES FIGURES

pages

Fig. 1.- LES GRANDES SUBDIVISIONS STRUCTURALES DES PYRENEES (d'après M. CASTERAS, 1974) 4

Fig. 2.- COUPES GENERALES A TRAVERS LA CHAINE PYRENEENNE (d'après M. SEGURET, 1972) 5

Fig. 3.- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU SECTEUR ETUDIE 11

Fig. 4.- CARTE ORO-HYDROGRAPHIQUE DU SECTEUR ETUDIE 13

Fig. 5.- CARTE GEOLOGIQUE DU SECTEUR ETUDIE (d'après H.JZWART, 1972) 16

Fig. 6.- COLONNES LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE L'ORDOVICIEN SUPERIEUR (d'après P.H.W. MEY, 1967) 26

Fig. 7.- LES SERIES CAMBRO-ORDOVICIENNES DES PYRENEES (d'après M. WATERLOT, 1967)..... 27

Fig. 8.- LOCALISATION DES DIFFERENTS FACIES DU DEVONIEN AU SUD DU MASSIF DE LA MALADETA (d'après P.H.W. MEY, 1967) 29

Fig. 9.- COLONNES LITHOSTRATIGRAPHIQUES DES DIFFERENTS FACIES DU DEVONIEN (d'après P.H.W. MEY, 1967) 30

Fig.10.- LOCALISATION DES COUPES EFFECTUEES DANS LE DEVONIEN 32

Fig.11.- COUPE GEOLOGIQUE SUR LE VERSANT SUD DU PIC CASTANESA ... 32

Fig.12.- COUPE DANS LA VALLEE DU RIO BALIERA 34

Fig.13.- CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE BENASQUE (d'après J.H.W. WENNEKERS, 1968) 40

Fig.14.- COLONNE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DU SILURIEN SUPERIEUR ET DU DEVONIEN INFERIEUR (d'après P.H.W. MEY, 1967) 42

Fig.15.- LOCALISATION DES COUPES EFFECTUEES DANS LA VALLEE DU RIO ESERA 44

Fig.16.- COUPE GEOLOGIQUE DU TALUS OCCIDENTAL DE LA ROUTE BENASQUE-LES-BAINS DE BENASQUE 46

Fig.17.- VUE PANORAMIQUE DU MONT COTE 1310 m 46

Fig.18.- COUPE GEOLOGIQUE DU SILURIEN DE LA GRANDE DE CAVALER ... 50

Fig.19.- VUE PANORAMIQUE DU FLANC EST DU PIC DE RUDA 52

Fig.20.- LOCALISATION DES COUPES EFFECTUEES SUR LA SIERRA NEGRA ET LA SIERRA DE LLAUSSET 54

Fig.21.- COUPES GEOLOGIQUES DANS LA VALLEE DE ARDONERS 56

Fig.22.- COUPE GEOLOGIQUE PASSANT PAR LE COL DE ARDONES 60

Fig.23.- COUPE GEOLOGIQUE DANS LA HAUTE VALLEE DU BARRANCO DE PENASCARO 62

Fig.24.- COUPE GEOLOGIQUE DANS LA VALLEE DU TORRENT DEL MUIDOR .. 65

Fig.25.- COUPE GEOLOGIQUE DE LA TUQUETA BLANCA DE VALLIBIERNA ... 68

Fig.26.- COUPE GEOLOGIQUE DU PIC ESTIBA FREDA 68

Fig.27.- VUE PANORAMIQUE DE LA VALLEE DU RIO VALLIBIERNA 70

Fig. 28.- COUPE GEOLOGIQUE DANS LA VALLEE DU TORRENT DE FANGONIELLES 70

Fig. 29.- COUPE GEOLOGIQUE DU BOSQUET 72

Fig. 30.- COUPES GEOLOGIQUES EFFECTUEES ENTRE LES BARRANCOS DE RINERO ET DE ROVIELLA 75

Fig. 31.- COUPE GEOLOGIQUE DU PIC ESPAX 81

Fig. 32.- COUPES GEOLOGIQUES DE LA SIERRA DE LLAUSSET 83

Fig. 33.- LOCALISATION DES COUPES EFFECTUEES DANS LA HAUTE VALLEE DU RIO ESERA 85

Fig. 34.- COUPE GEOLOGIQUE DU SILURIEN DU PLAN DES ETANGS 86

Fig. 36.- LOCALISATION DES AFFLEUREMENTS DES TERRAINS SILURIENS DANS LA VALLEE DU RIO ASTOS 88

Fig. 37.- COUPE GEOLOGIQUE DANS LA VALLEE DU RIO ASTOS 88

Fig. 38.- CARTE GEOLOGIQUE DE LA VALLEE DE AIGUETA DE ERISTE (d'après J.M.N. WENNEKERS, 1968) 90

Fig. 39.- COUPE GEOLOGIQUE DE L'ANTICLINAL DE LA CASCADE DE ESPIANTOSA 91

Fig. 40.- COUPE GEOLOGIQUE SUR LE VERSANT GAUCHE DE LA VALLEE DE AIGUETA DE ERISTE 91

Fig. 41.- LOCALISATION DES TERRAINS SILURIENS DE LA NOGUERA RIBAGORZANA 94

Fig. 42.- COUPE GEOLOGIQUE SUR LA RIVE GAUCHE DE LA NOGUERA RIBAGORZANA 94

Fig. 43.- REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES MINERAUX ARGILEUX ET DES INDICES DE KUBLER (C. VINCHON, 1977) 105

Fig. 44.- ENREGISTREMENT DES VALEURS MINIMALES ET MAXIMALES DU POUVOIR REFLECTEUR DE L'ECHANTILLON A 172 120

Fig. 45.- REFLECTOGRAMME DE L'ECHANTILLON A 172 122

Fig. 46.- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES ECHANTILLONS ETUDIES ...124-125

Fig. 47.- POUVOIR REFLECTEUR DES CHARBONS FRANCAIS (B.ALPERN.1969) 128

Fig. 48.- REPARTITION GEOGRAPHIQUE DU POUVOIR REFLECTEUR MAXIMAL DES ECHANTILLONS ETUDIES 130-131

Fig. 49.- VARIATION DU POUVOIR REFLECTEUR EN FONCTION DE LA TEMPERATURE (WASSOJEWITCH N.B. et al.)..... 132

Fig. 50.- REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES VALEURS DE LA TEMPERATURE 134-135

Fig. 51.- DEGRE DE DESORDRE DE LA MATIERE ORGANIQUE (G.A. LANDIS, 1971)..... 136

Fig. 52.- DIFFRACTOGRAMME DE LA MATIERE ORGANIQUE DE L'ECHANTILLON A 400 (C. VINCHON, 1977) 136

Fig. 53.- REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES AFFLEUREMENTS DES ROCHES ERUPTIVES 140

Fig. 54.- SCHEMA STRUCTURAL DE LA REGION ETUDIEE (P.M.W. MEY. 1967) 150

Fig. 55.- COUPES SERIEES DU SYNCLINAL DE VALLIBIERNE 151

Fig. 56.- COUPE SCHEMATIQUE DE L'ANTICLINAL DE ESPAX 153

Fig. 57.- COUPE DU VERSANT SUD DU PIC CASTANESA 154

Fig. 58.- EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE SUR LE VERSANT SEPTENTRIONAL DE LA SIERRA NEGRA 158

Fig. 59.- MORPHOLOGIE DES CONODONTES SIMOLES(LINDSTROM,1964).. 165

Fig. 60.- MORPHOLOGIE DES CONODONTES A LAMES 166

Fig. 61.- MORPHOLOGIE DES CONODONTES A PLATEFORME 167

Fig. 62.- COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES METHODES UTILISEES 170

Fig. 63.- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES GISEMENTS A CONODONTES DE LA SIERRA NEGRA 172-173

Fig. 64.- DEFORMATIONS OBSERVEES SUR DES *DIDYMOGRAPTUS* (A. PHILIPPOT, 1950) 211

Fig. 65.- MORPHOLOGIE DES GRAPTOLITES GEANTS 213

Fig. 66.- LES PARAMETRES UTILISES LORS DE LA DETERMINATION DES GRAPTOLITES 214

Fig. 67.- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES GISEMENTS GRAPTOLITIQUES DE LA SIERRA NEGRA 218-219

Fig. 68.- LES SERIES D'ESPECES DANS LE GENRE *MONOGRAPTUS* (G. WATERLOT, 1945) 236

Fig. 69.- REPARTITION SCHEMATIQUE DES FACIES SILURIENS DANS LES PYRENEES ET LA MONTAGNE NOIRE 306

LISTE DES TABLEAUX

Tabl. 1. - SERIES STRATIGRAPHIQUES DU CAMBRO-ORDOVICIEN DANS LES PYRENEES CENTRALES (M. CLIN, 1959,p. 63) 25

Tabl. 2. - LES DIVISIONS DU SILURIEN (G. WATERLOT, 1945) 38

Tabl. 3. - ANALYSES GEOCHIMIQUES DES SCHISTES SILURIENS 1

Tabl. 4. - NOMBRES DE MESURES PAR SERIE DANS LES DIFFERENTES CLASSES DE POUVOIR REFLECTEUR (P.R.M. etP.R.N.) ... 121

Tabl. 5. - VALEURS MINIMALES ET MAXIMALES DES POUVOIRS REFLECTEURS DES DIFFERENTS ECHANTILLONS ETUDIES 126

Tabl. 6. - TABLEAU BIOSTRATIGRAPHIQUE DES CONODONTES ETUDIES . 207

Tabl. 7. - LES SERIES D'ESPECES DANS LE GENRE *MONOGRAPTUS* (G. WATERLOT, 1945) 237

Tabl. 8. - TABLEAU BIOSTRATIGRAPHIQUE DES GRAPTOLITES ETUDIES. 301

LISTE DES PLANCHES

PLANCHE I : - PAYSAGES

PLANCHE II : - PAYSAGES

PLANCHE III : - CALCAIRES ET SCHISTES

PLANCHE IV : - GRAINS DE MATIERE ORGANIQUE DISPERSEE

PLANCHE V : - CONODONTES

PLANCHE VI : - CONODONTES

PLANCHE VII : - GRAPTOLITES

PLANCHE VIII : - GRAPTOLITES

PLANCHE IX : - GRAPTOLITES

PLANCHE X : - CHITIWOZOAIRES ET TRILOBITES

LISTE DES FOSSILES DECRITS[1]

CONODONTES

Icriodus woschmidti ZIEGLER..... 51, 171, *176*, 207

Ligonodina cf. *elegans* WALLISER..... 171, *177*, 207

Ligonodina salopia RHODES..... 171, 175, *178*, 207

Ligonodina silurica BRANSON & MEHL..... 171, *179*, 207

Lonchodina cf. *cristogalli* WALLISER..... 171, *181*, 207

Lonchodina detorta WALLISER..... 51, 55, 171, 175, *182*, 207

Lonchodina cf. *greilingi* WALLISER..... 51, 55, 171, 174, *183* 207

Neoprioniodus bicurvatus (BRANSON & MEHL)... 51, 55, 61, 171, 174, 175, *184*, 207

Neoprioniodus cf. *latidentatus* WALLISER..... 51, 55, 171, 174, 175, *186*, 207

Neoprioniodus multiformis WALLISER..... 171, *187*, 207

Ozarkodina cf. *fundamentata* (WALLISER)..... 171, 175, *188*, 207

Ozarkodina media WALLISER..... 174, *190*, 207

Ozarkodina typica denckmanni ZIEGLER..... 51, 174, 175, *191*, 207

Ozarkodina cf. *ziegleri* WALLISER..... 174, *193*, 207

Plectospathodus alternatus WALLISER..... 51, 63, 174, 175, *194*, 207

Plectospathodus extensus RHODES..... 61, 174, 175, *195*, 207

Plectospathodus flexuosus BRANSON & MEHL..... 55, 61, 174, 175, *196*, 207

Spathognathodus inclinatus inclinatus (RHODES)..... 51, 55, 174, 175, *198*, 207

Spathognathodus steinhornensis eosteinhorpensis WALLISER..... 51, 174, 175, *199*, 207

Spathognathodus steinhornensis remscheidensis ZIEGLER 51, 55, 174, 175, *201*, 207

Synprioniodina silurica WALLISER..... 55, 174, *204*, 207

Trichonodella inconstans WALLISER..... 51, 174, *205*, 207

[1] Le chiffre en écriture oblique indique la page où le fossile a été décrit.

GRAPTOLITES

Retiolites geinitzianus geinitzianus (BARRANDE, 1850) 229,232,*232*,301

Monograptus sardous GORTANI, 1922 ..... 224,*234*,301

Monograptus chimaera var.*semi-spinasus* ELLES & WOOD, 1911 ..224,226,*235* ,301

Monograptus priodon (BROWN, 1835) 223,224,226,228,230,*239*,301

Monograptus marri PERNER, 1897 ..... 225,*241* ,301

Monograptus nickolsoni PERNER, 1897 ..... 223,224,229,*243*,301

Monograptus uncinatus orbatus WOOD, 1900 ..... 225,*244*,301

*Monograptus uncinatus taricco*i GORTANI, 1922.. 217,220,221,223,225,227,*245*,301

Monograptus riccartonensis LAPWORTH, 1876 ..... 225,230,*246*,301

Monograptus flemingii flemingii (SALTER, 1852). 217,221,222,223,225,226, 227,230,231,*248*,301

Monograptus holmi PERNER, 1897 ..... 224,228,229,231,*250*,301

Monograptus suessi PERNER, 1899 ..... 226,*251*,301

Monograptus mutuliferus var.*strigosus* GORTANI, 1922... 217,220,221,222,223, 225,227,230,*252*,301

Monograptus latus (Mc COY, 1848) 217,220,221,222,223,225,227, *254*,301

Monograptus lamarmorae MENEGHINI em. GORTANI, 1922 ... 221,*255*,301

Monograptus flexilis flexilis ELLES, 1900 ..... 224,225,226,*256*,301

Monograptus acus LAPWORTH, 1882 ..... 225,227,229,*258*,301

Monograptus distans (PORTLOCK, 1843) 220,228,229,*259*,301

Monograptus undulatus ELLES & WOOD, 1913 ..... 224,225,228,*261*,301

Monograptus ballaësus GORTANI, 1922..... 226,*262*,301

Monograptus gemmatus (BARRANDE, 1850) 220,228,*263*,301

Monograptus tortilis LINNARSSON, 1881 ..... 229,*265*,301

Monograptus sedgwickii (PORTLOCK, 1843) 228,230,231,232,*266*,301

Monograptus halli (BARRANDE, 1850) 223,227,228,229,*268*,301

Monograptus lobiferus (Mc COY, 1850) 228,*270*,301

Monograptus runcinatus LAPWORTH, 1876 ..... 223,226,*273*,301

Monograptus antennularius (MENEGHINI, 1857) .... 224,274 , 301

Monograptus nodifer TORNQUIST, 1881 ..... 228,276 , 301

Monograptus dextrorsus LINNARSSON, 1881 ..... 220,277 , 301

Monograptus spiralis (GEINITZ, 1842) 226,232,279,301

Monograptus proteus (BARRANDE, 1850) 226,228,230,231,281,301

Monograptus delicatulus ELLES & WOOD, 1913 .... 220,228,229,231,232,284 ,301

Monograptus mirus PERNER, 1897..... 220,223,228,229,286 ,301

Monograptus involutus LAPWORTH, 1876 220,223,224,228,230,231,287,301

Monograptus circularis ELLES & WOOD, 1913 223,288,301

Monograptus communis communis LAPWORTH, 1876 ... 220,224,226,289,301

Monograptus planus (BARRANDE, 1850) 228,292,301

Monograptus intermedius (CARRUTHERS, 1868) 223,224,228,229,294,301

Monograptus elongatus TORNQUIST, 1899 ..... 220,230,296 ,301

Monograptus amphibolus TORNQUIST, 1907 228,297,301

Monograptus decipiens TORNQUIST, 1899 220,228,229,230,298,301

PLANCHES

P L A N C H E I

PLANCHE I

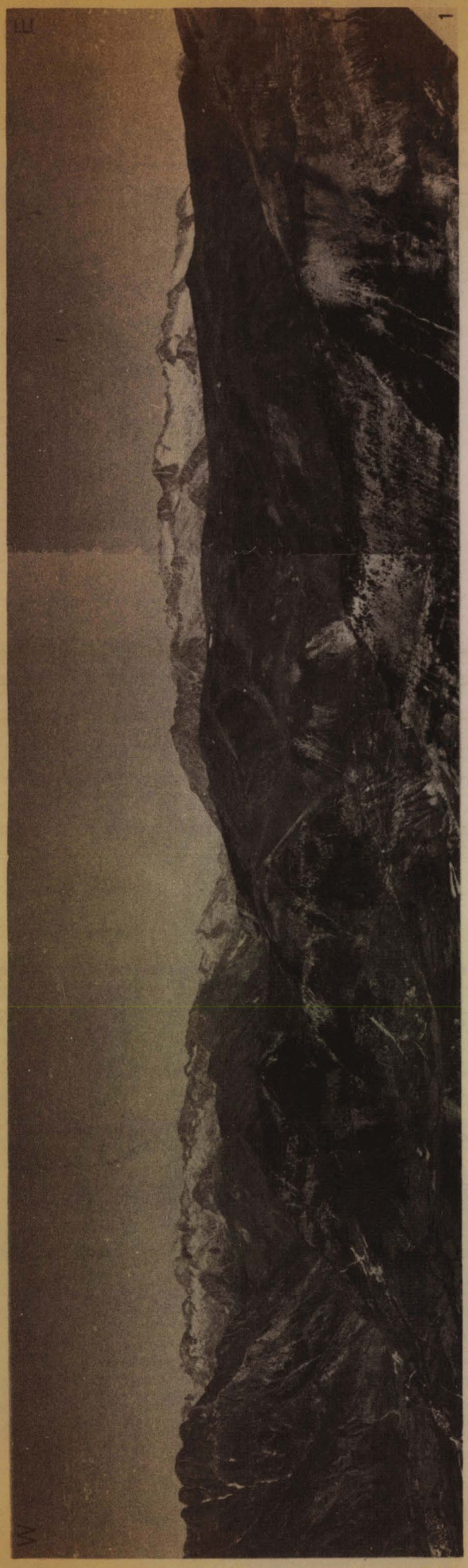
Fig. 1.- Le versant septentrional de la Sierra Negra au premier plan.

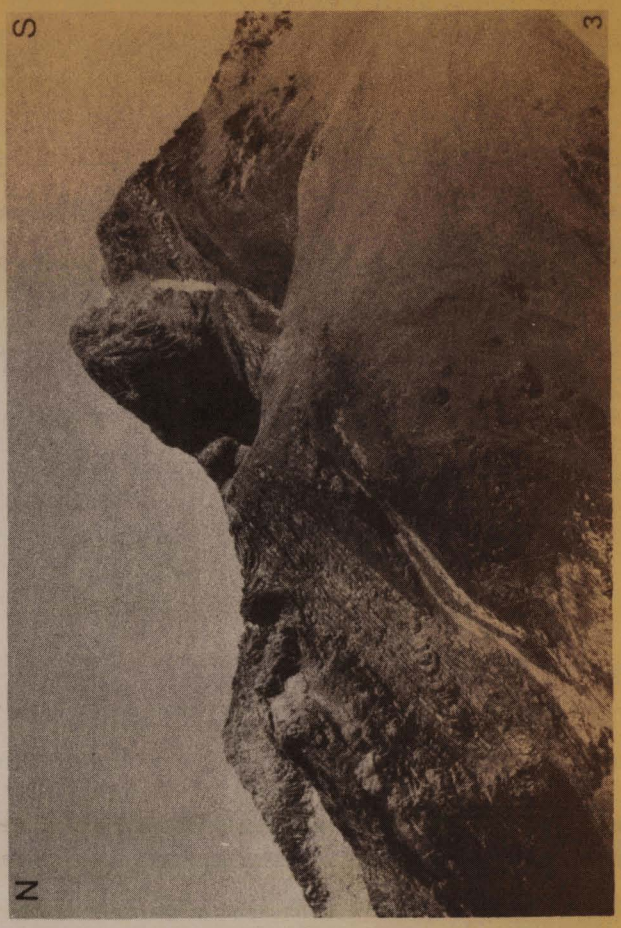
Au second plan, à l'W, le massif du Lys Caillaouas; à l'E, le Massif de la Maladeta.

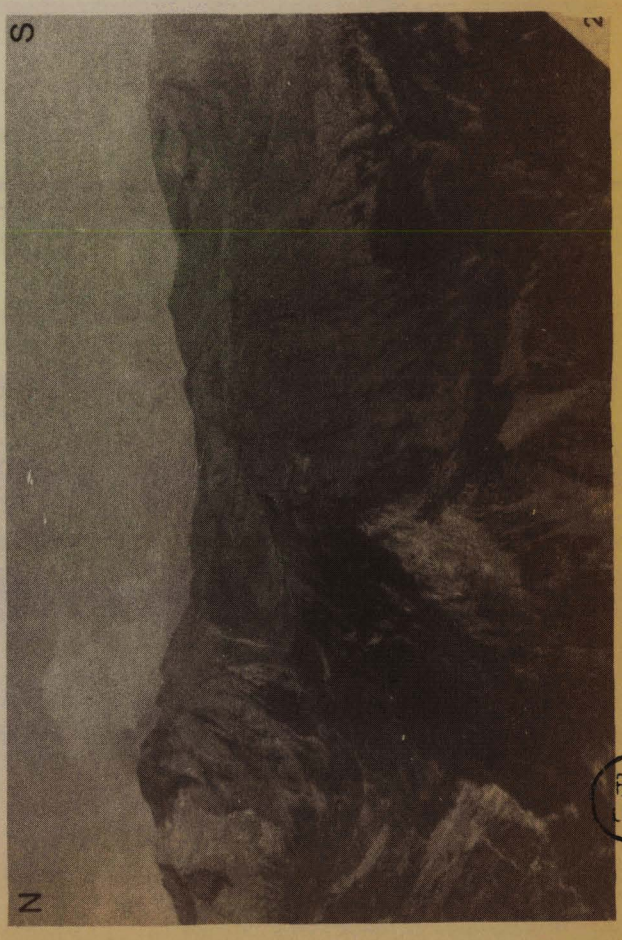
Fig. 2.- Le versant septentrional de la Sierra Negra.

Fig. 3.- Vue du Pico Blanca de Vallibierna montrant les couches plissées du Dévonien inférieur.

PLANCHE I







BUS
LILLE

P L A N C H E II

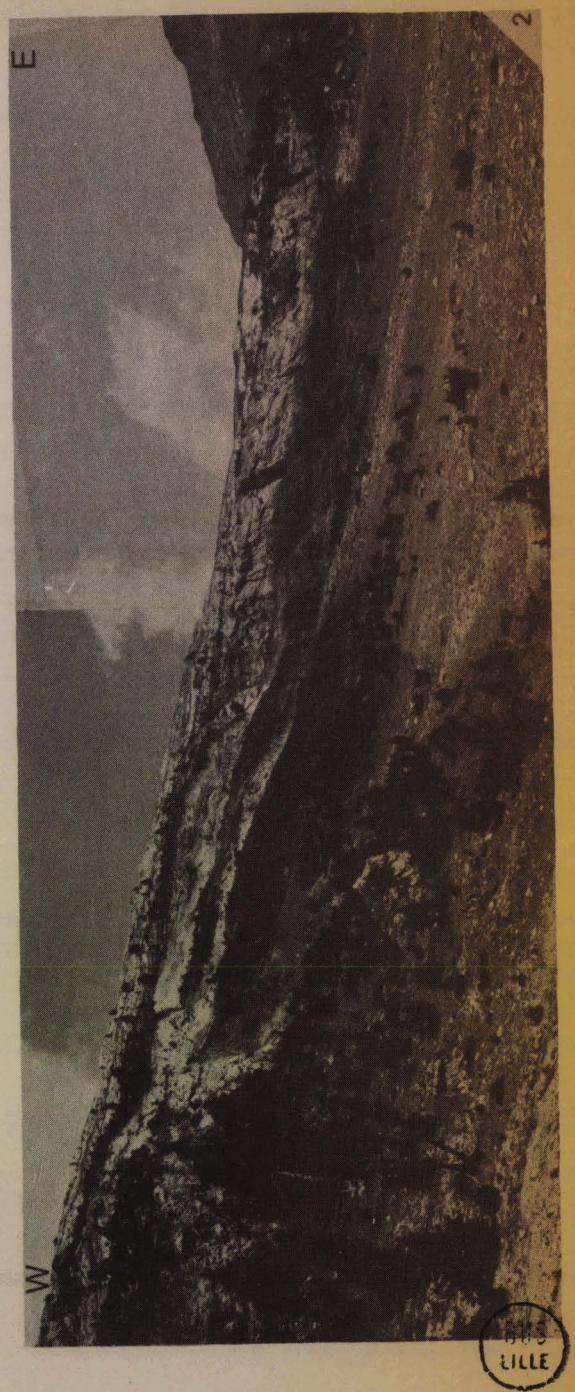
PLANCHE II

Fig. 1.- Vue occidentale de la Sierra Negra, de la vallée de Vallibierna à la Montagne de la Rueda.

Fig. 2.- Le Silurien du plan des Etangs.

PLANCHE II





LILLE

P L A N C H E III

PLANCHE III

Fig. 1.- Lame de calcaire recristallisé (x 25)

Fig. 2.- Lame de calcaire recristallisé montrant de petits cristaux de calcite orientés. Le litage est souligné par des grains de matière organique dispersée. (x 25)

Fig. 3.- Section d'un cube de pyrite dans un calcaire recristallisé. Remarquons le halo de calcite fibreuse qui entoure la pyrite (x 25).

Fig. 4.- Lame de schiste noir dans lequel on observe de petits ovoïdes de séricite. Des minéraux opaques et de la matière organique soulignent la schistosité. (x 25)

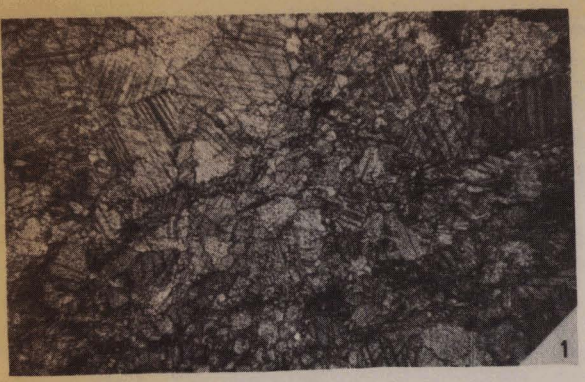
Fig. 5.- Cristaux d'andalousite dans un schiste noir (x 25)

Fig. 6.- Lame de cornéenne à andalousite (x 25)

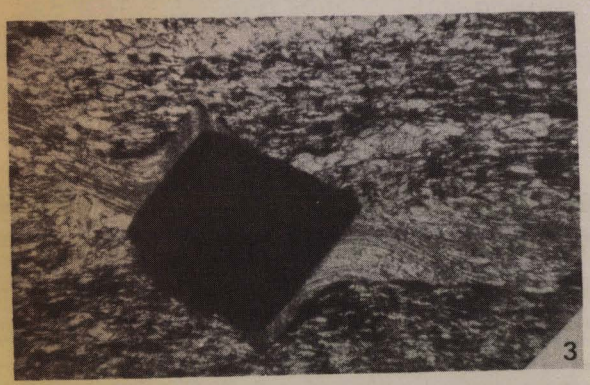
Fig. 7.- Brêche à éléments schisteux cimentés par des oxydes de fer.

Fig. 8.- Schistes noduleux du Dévonien inférieur.

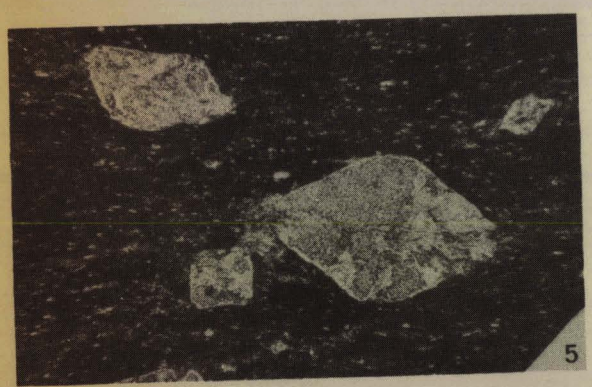
PLANCHE III

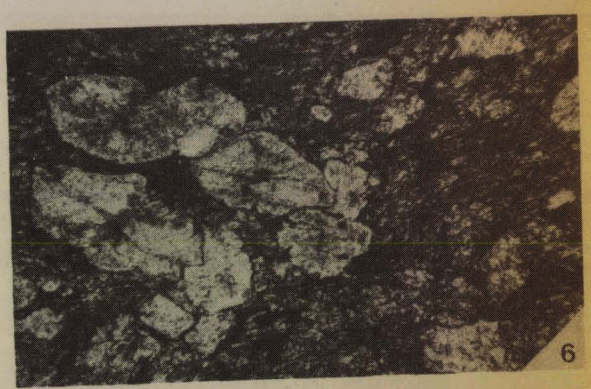

1

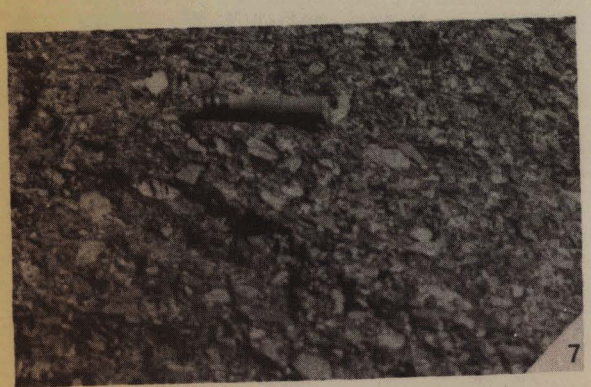

2


3


4


5


6


7


8

BUS LILLE

P L A N C H E IV

PLANCHE IV

(grossissement x400)

Lumière réfléchie - immersion d'huile

Fig. 1.- Filet charbonneux dans des schistes noirs siluriens

Fig. 2.- Grains de matière organique dispersée dans un schiste métamorphique.

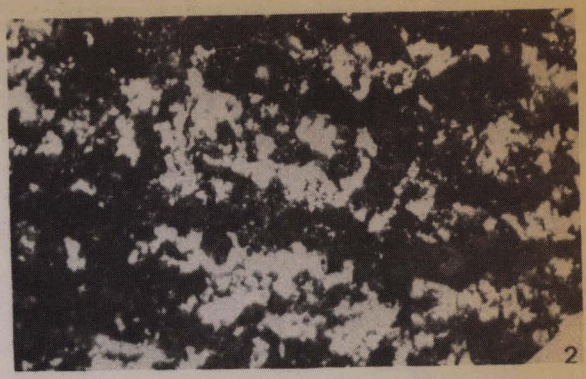
Fig. 3, 4.- Grains de collinite extraits des schistes peu métamorphiques.PRM faible

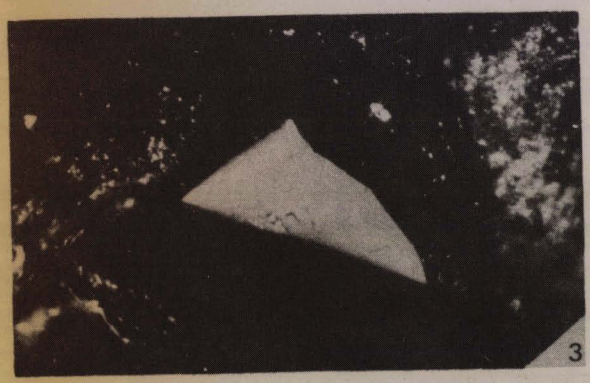
Fig. 5, 6.- Grains de collinite extraits des schistes métamorphiques. PRM élevé.

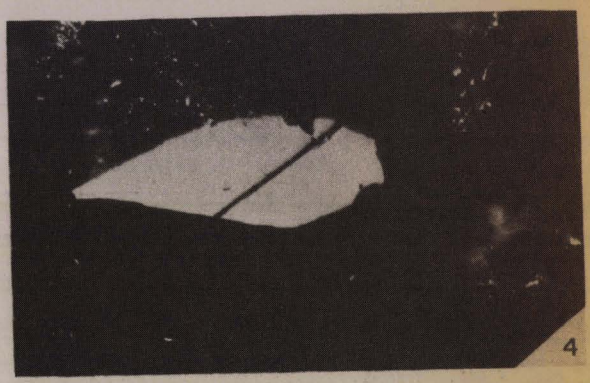
Fig. 7, 8.- Grains de collinite extraits des calcaires peu métamorphiques.PRM moyen.

PLANCHE IV


1

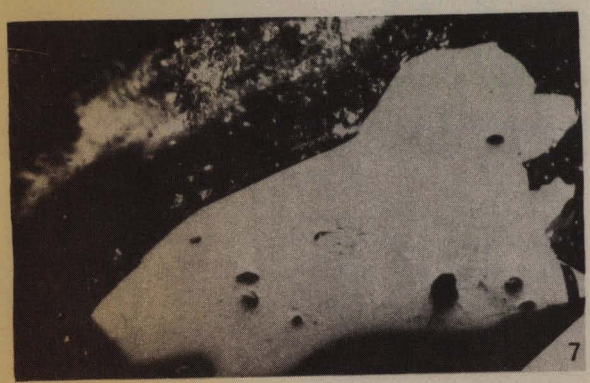

2

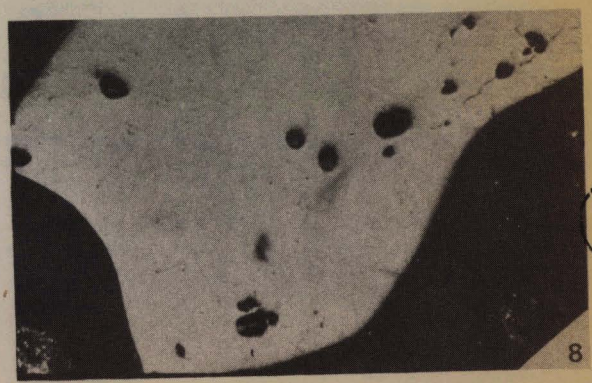

3


4


5


6


7


8

BUS LILLE

P L A N C H E V

PLANCHE V

(Grossissement x 50)

Fig. 1.- *Icriodus woschmidti* ZIEGLER

2.- *Icriodus woschmidti* ZIEGLER

3.- *Trichonodella* cf. *inconstans* WALLISER

4.- *Ligonodina silurica* (BRANSON & MEHL)

5.- *Ligonodina salopia* RHODES

6.- *Ligonodina salopia* RHODES

7.- *Ligonodina* cf. *greilingi* WALLISER

8.- *Lonchodina detorta* WALLISER

9.- *Neoprioniodus bicurvatus* BRANSON & MEHL

10.- *Ozarkodina media* WALLISER

11.- *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER

12.- *Neoprioniodus* cf. *latidentatus* WALLISER

13.- *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES)

14.- *Plectospathodus extensus* RHODES

15.- *Synprioniodina silurica* WALLISER

16.- *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (RHODES)

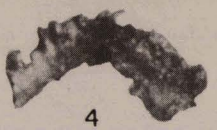
17.- *Plectospathodus flexuosus* BRANSON & MEHL

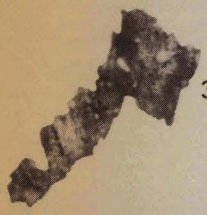
18.- *Spathognathodus steinhornensis eosteinhornensis* WALLISER

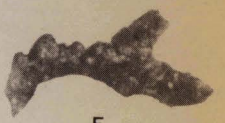
PLANCHE V

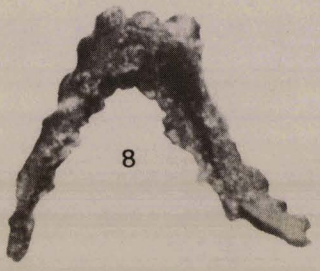

1

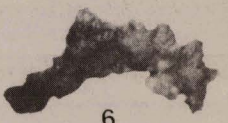

2


4

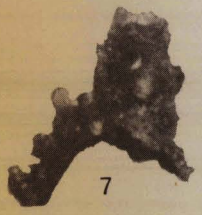

3


5

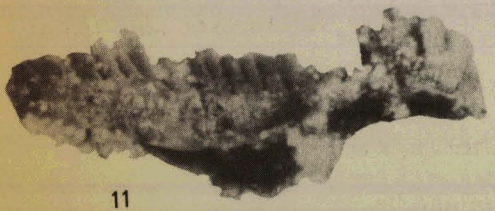

8

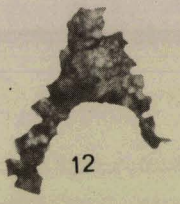

6


9

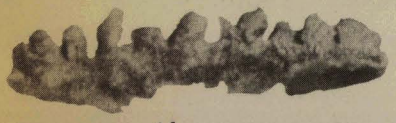

7


10


11

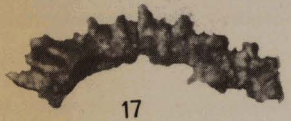

12

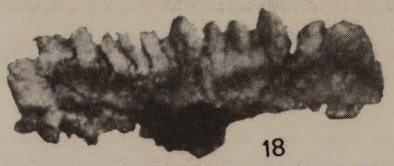

13


14


15


16


17


18

BUS
LILLE

P L A N C H E VI

PLANCHE VI

(Grossissement x 50)

Fig. 1.- *Ligonodina* cf. *elegans* WALLISER

2.- *Lonchodina* cf. *cristagalli* ZIEGLER

3.- *Neoprioniodus multiformis* WALLISER

4.- *Ozarkodina* cf. *fundamentata* (WALLISER)

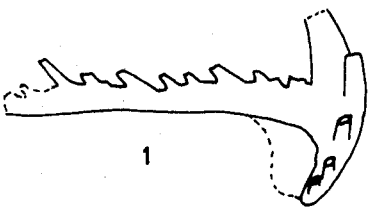
5.- *Ozarkodina typica denckmanni* ZIEGLER

6.- *Ozarkodina* cf. *ziegleri* WALLISER

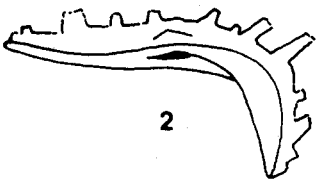
7.- *Plectospathodus alternatus* WALLISER

8.- *Spathognathodus steinhornensis remscheidensis* ZIEGLER

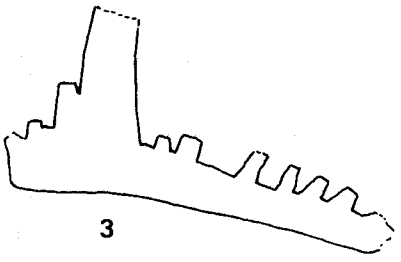
PLANCHE VI



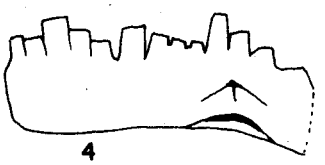
1



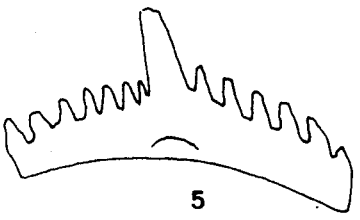
2



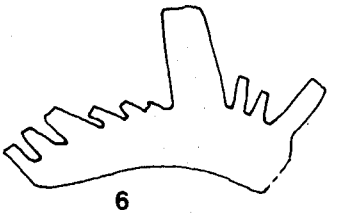
3



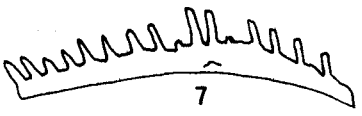
4



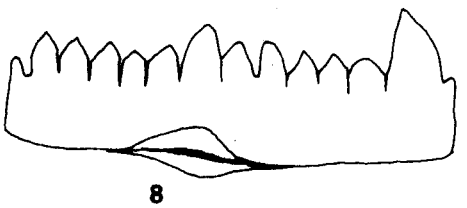
5



6



7



8

BUS
LILLE

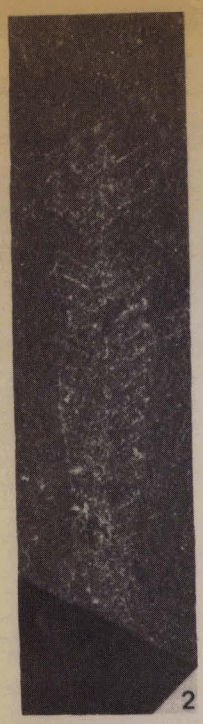
P L A N C H E VII

PLANCHE VII

Fig. 1 - *Retiolites genitzianus geinitzianus* (BARRANDE) (x1)
2 - *Retiolites geinitzianus geinitzianus* (BARRANDE) (x3)
3 - *Monograptus priodon* (BRONN) (x3)
4 - *Monograptus uncinatus orbatus* WOOD (x1)
5 - *Monograptus marri* PERNER (x3)
6 - *Monograptus nicholsoni* PERNER (x3)
7 - *Monograptus mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI (x1)
8 - *Monograptus mutuliferus* var. *strigosus* GORTANI (x1)
9 - *Monograptus uncinatus taricco*i GORTANI (x1)
10 - *Monograptus riccortonensis* LAPWORTH (x3)
11 - *Monograptus holmi* PERNER (x3)
12 - *Monograptus holmi* PERNER (x3)
13 - *Monograptus latus* Mc COY (x1)
14 - *Monograptus latus* Mc COY (x1)
15 - *Monograptus chimaera* var.*semi-spinosus* ELLES & WOOD (x1)
16 - *Monograptus suessi* PERNER (x3)
17 - *Monograptus acus* LAPWORTH (x3)
18 - *Monograptus flexilis flexilis* ELLES (x3)

PLANCHE VII


1


2


3


4


5


6

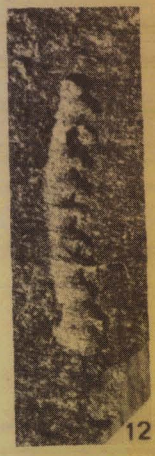

7


8


9


10

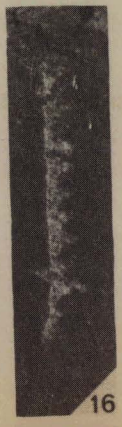

11

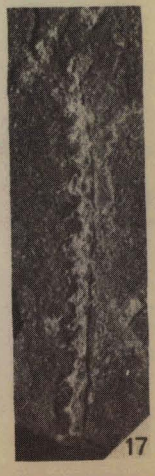

12


13


14


15


16


17


18

BUS LILLE

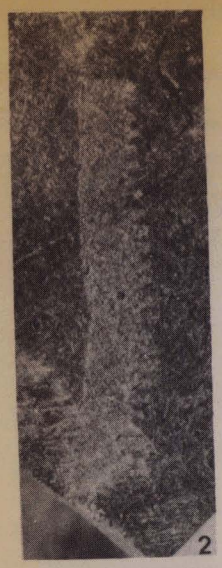
P L A N C H E VIII

PLANCHE VIII

Fig. 1 - *Monograptus flemingii flemingii* (SALTER) (x1)
2 - *Monograptus flemingii flemingii* (SALTER) (x3)
3 - *Monograptus involutus* LAPWORTH (x3)
4 - *Monograptus decipiens* TORNQUIST (x3)
5 - *Monograptus distans* (PORTLOCK) (x3)
6 - *Monograptus sedgwickii* (PORTLOCK) (x3)
7 - *Monograptus involutus* LAPWORTH (x3)
8 - *Monograptus lobiferus* (Mc COY) (x3)
9 - *Monograptus spiralis* (GEINITZ) (x3)
10 - *Monograptus antennularius* MENEGHINI (x3)
11 - *Monograptus intermedius* (CARRUTHERS) (x3)
12 - *Monograptus proteus* (BARRANDE) (x1)
13 - *Monograptus runcinatus* LAPWORTH (x3)
14 - *Monograptus spiralis* (GEINITZ) (x3)
15 - *Monograptus involutus* LAPWORTH (x3)
16 - *Monograptus communis communis* LAPWORTH (x3)
17 - *Monograptus communis communis* LAPWORTH (x3)
18 - *Monograptus decipiens* TORNQUIST (x3)
19 - *Monograptus ballaesus* GORTANI (x1)

PLANCHE VIII


1


2


3


4


5


6


7


8


9


10


11


12


13


14


15


16


17


18


19

BUS
LILLE

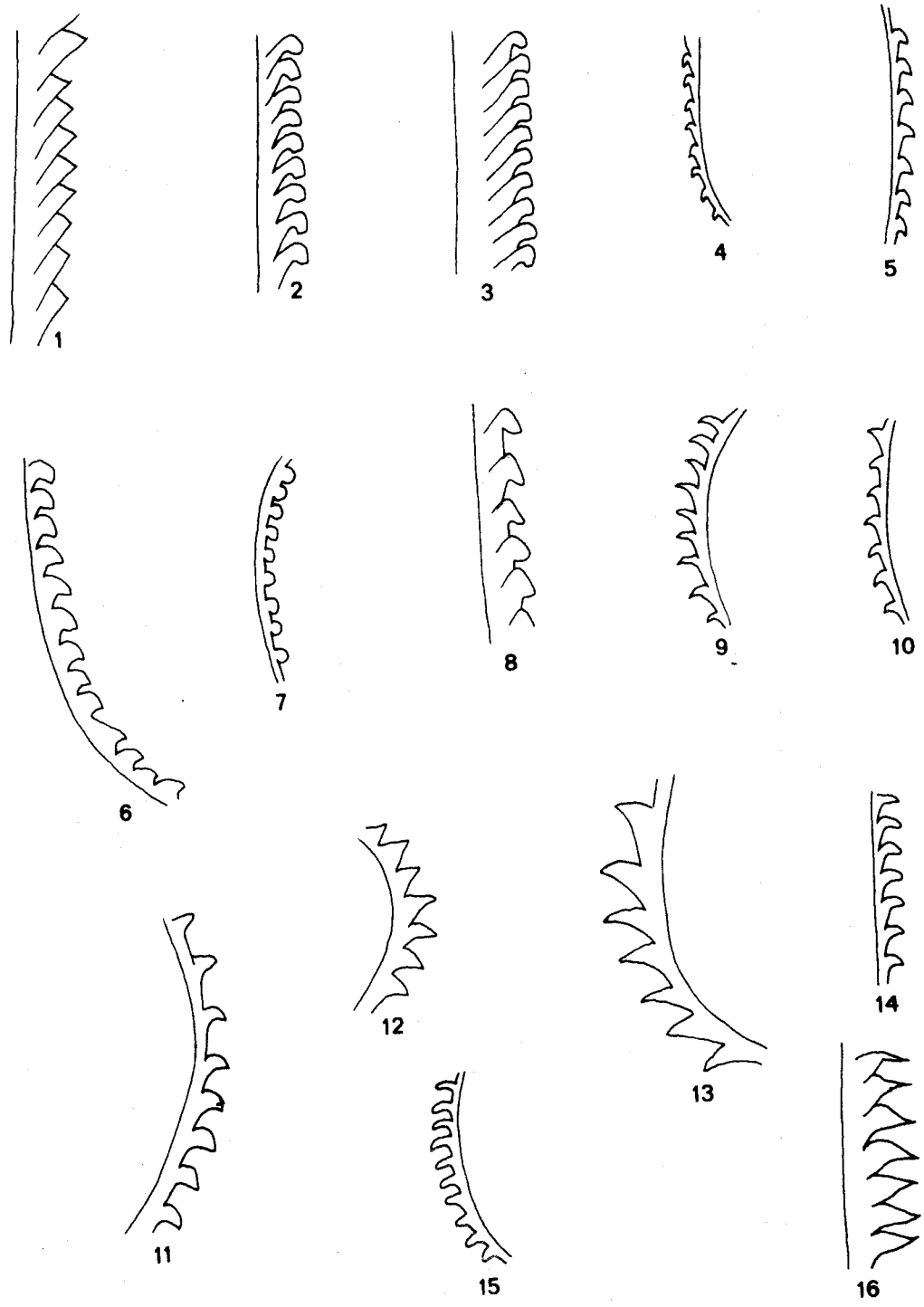
P L A N C H E IX

PLANCHE IX

(Grossissement 3)

Fig. 1 - *Monograptus sardous* GORTANI
2 - *Monograptus priodon* (BRONN)
3 - *Monograptus lamarmorae* MENEGHINI em. GORTANI
4 - *Monograptus undulatus* ELLES & WOOD
5 - *Monograptus gemmatus* (BARRANDE)
6 - *Monograptus tortilis* LINNARSSON
7 - *Monograptus nodifer* TORNQUIST
8 - *Monograptus destrorsus* LINNARSSON
9 - *Monograptus delicatulus* ELLES & WOOD
10 - *Monograptus mirus* PERNER
11 - *Monograptus involutus* LAPWORTH
12 - *Monograptus circularis* ELLES & WOOD
13 - *Monograptus planus* (BARRANDE)
14 - *Monograptus elongatus* TORNQUIST
15 - *Monograptus amphibolus* TORNQUIST
16 - *Monograptus halli* (BARRANDE)

PLANCHE IX



BUS LILLE

P L A N C H E X

PLANCHE X

Fig. 1, 2, 3, 5 - Différentes formes de *Eisenackitina bohemica* (EISENACK). (x 350).

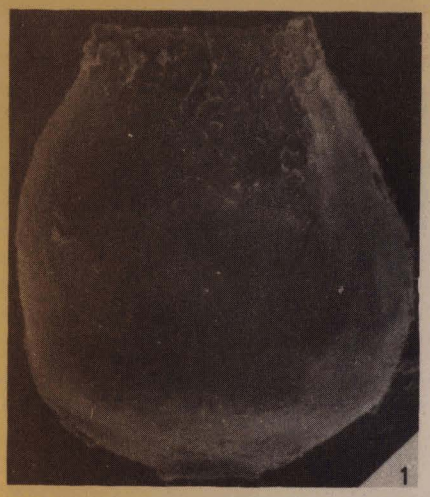
Fig. 4 - Vue basale de la forme 3 (x 500)

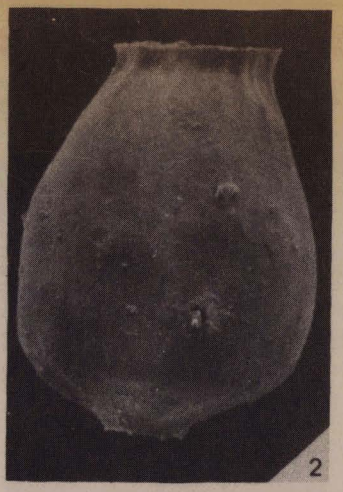
Fig. 6 - Vue du mucron de la forme 2 (x 750)

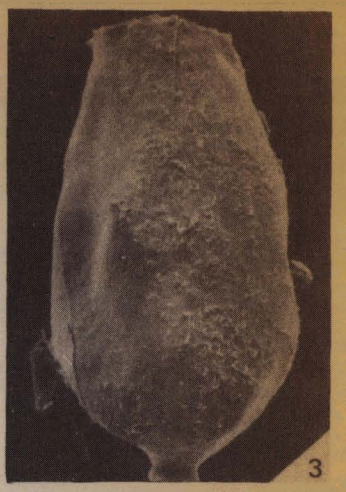
Fig. 7 - Fragment de Trilobite du Dévonien (x 3)

Fig. 8 - Fragment de Trilobite du Dévonien (x 1).

PLANCHE X

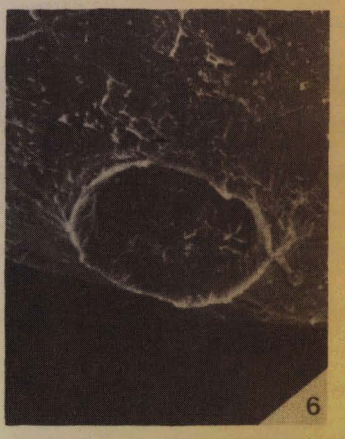

1

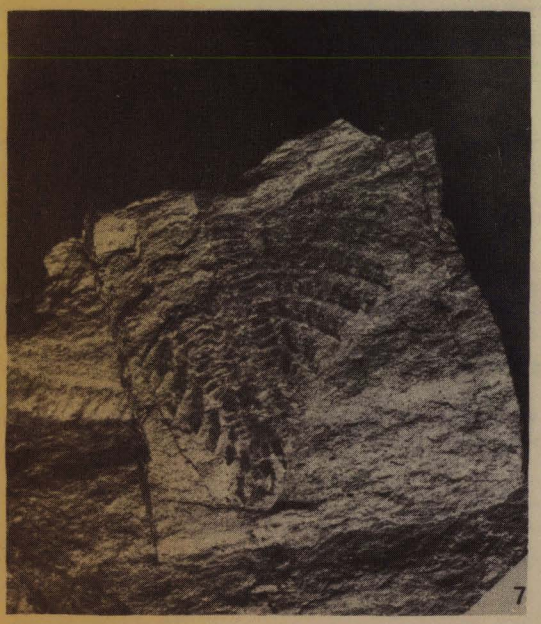

2

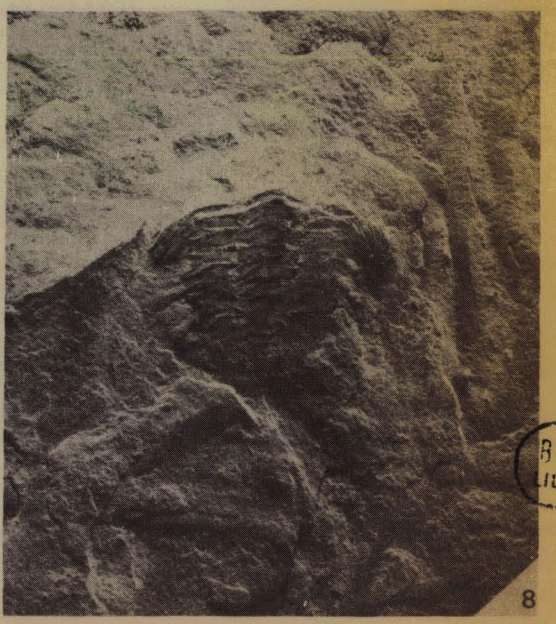

3


4


5


6


7


8

BUS LILLE

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE
Section de SCIENCES
LILLE