

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| I - CONSIDERATIONS GENERALES.....              | 125 |
| II - EVOLUTION VERTICALE DE LA MICROFAUNE..... | 132 |
| III - ASSOCIATIONS-TYPES.....                  | 148 |

# **inventaire de la microfaune**

## I - CONSIDERATIONS GENERALES

### A - FORAMINIFERES

La liste des genres, familles et super-familles de Foraminifères répertoriés est présentée dans le tableau 5. Elle appelle les commentaires suivants :

#### 1 - DIVERSITE ET ABONDANCE

La microfaune inventoriée est relativement peu variée par comparaison avec d'autres associations fauniques de même âge ou d'âge voisin.

Pour les coupes de Caunettes et de Coustouge, nous avons répertorié 49 genres répartis en 28 familles (tableau 5).

Dans l'Ilerdien de la région de Tremp, Y. LE CALVEZ (1973) a répertorié 61 genres mais ceci peut être favorisé par le nombre et la dispersion des coupes étudiées.

Dans les gisements les plus riches de Caunettes, le nombre de genres varie autour de 20 (fig. 68a et b) et le nombre d'espèces ne dépasse pas 25 ou 30. Par contre, certains niveaux sont riches en individus. La liste alphabétique des espèces est donnée en fin de volume.

#### 2 - REMARQUES PALEOGEOGRAPHIQUES

Peu d'espèces ayant été déterminées (voir Chap. I, p. 13), les comparaisons avec d'autres associations microfauniques restent délicates. Cependant, un rapprochement très étroit peut être fait avec les Foraminifères ilerdiens du Bassin de Tremp (FERRER et al., 1973). On peut citer parmi les espèces communes :

- *Asterigerina bartoniana*,
- *Rotalia trochidiformis*,
- *Nonion commune*,
- *Gyroldina octocamerata*,
- *Cibicidoides cf. proprius acutimargo*,
- *Karrerella fallax*,

et pour les grands Foraminifères :

- *Nummulites globulus*,
- *N. ataticus*,...
- *Alveolina moussoulensis*,
- *A. corbarica*,...

Ces analogies entre les Corbières et le Bassin de Tremp s'expliquent par l'appartenance à un même domaine paléogéographique (fig. 2).

On peut aussi observer des relations avec l'Atlantique Nord et le domaine méditerranéen. En effet, certaines espèces sont communes avec

| 49 GENRES                                                                                                                   | 28 FAMILLES      | 10 SUPER-FAMILLES | 3 SOUS-ORDRES |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|---------------|
| <i>Ammodiscus</i>                                                                                                           | AMMODISCIDAE     | AMMODISCACEA      | TEXTULARIINA  |
| <i>Ammodaculites</i>                                                                                                        | LITUOLIDAE       | LITUOLACEA        |               |
| <i>Spiroplectammina</i><br><i>Textularia</i>                                                                                | TEXTULARIIDAE    |                   |               |
| <i>Gaudryina</i><br><i>Valvulina</i>                                                                                        | ATAKOPHRAGMIIDAE |                   |               |
| <i>Quinqueloculina</i><br><i>Triloculina</i>                                                                                | MILIOLIDAE       | MILIOLACEA        | MILIOLINA     |
| <i>Opertarbitolites</i><br><i>Orbitolites</i>                                                                               | SORITIDAE        |                   |               |
| <i>Alveolina</i><br><i>Glomalveolina</i>                                                                                    | ALVEOLINIDAE     |                   |               |
| <i>Nodosaria</i><br><i>Dentalina</i><br><i>Lagena</i><br><i>Lenticulina</i><br><i>Marginulina</i><br><i>Pseudonodosaria</i> | NODOSARIIDAE     | NODOSARIACEA      | ROTALIINA     |
| <i>Globulina</i><br><i>Guttulina</i><br><i>Pseudopolymorphina</i><br><i>Ramulina</i>                                        | POLYMORPHINIDAE  |                   |               |
| <i>Oolina</i><br><i>Fissurina</i>                                                                                           | GLANDULINIDAE    |                   |               |
| <i>Buliminella</i>                                                                                                          | TURRILINIDAE     | BULIMINACEA       |               |
| <i>Bolivina</i>                                                                                                             | BOLIVINITIDAE    |                   |               |
| <i>Stilastomella</i>                                                                                                        | BOUVIGERINIDAE   |                   |               |
| <i>Bulimina</i>                                                                                                             | BULIMINIDAE      |                   |               |
| <i>Uvigerina</i><br><i>Siphogenerina</i><br><i>Uvigerinella</i>                                                             | UVIGERINIDAE     |                   |               |
| <i>Discorbis</i>                                                                                                            | DISCORBIDAE      | DISCORBACEA       |               |
| <i>Asterigerina</i>                                                                                                         | ASTERIGERINIDAE  |                   |               |
| <i>Rotalia</i>                                                                                                              | ROTALIIDAE       | ROTALIACEA        |               |
| <i>Nummulites</i><br><i>Assilina</i><br><i>Operculina</i>                                                                   | NUMMULITIDAE     |                   |               |
| <i>Acarina</i>                                                                                                              | GLOBOROTALIIDAE  | GLOBIGERINACEA    |               |
| <i>Globigerina</i>                                                                                                          | GLOBIGERINIDAE   |                   |               |
| <i>Eponides</i>                                                                                                             | EPONIDIDAE       | ORBITOIDACEA      |               |
| <i>Cibicides</i>                                                                                                            | CIBICIDIDAE      |                   |               |
| <i>Discoecyella</i>                                                                                                         | DISCOCYCLINIDAE  |                   |               |
| <i>Nonion</i>                                                                                                               | NONIONIDAE       | CASSIDULINACEA    |               |
| <i>Gyroldina</i>                                                                                                            | ALABAMINIDAE     |                   |               |
| <i>Osangularia</i>                                                                                                          | OSANGULARIIDAE   |                   |               |
| <i>Anomalina</i><br><i>Cibicidoides</i><br><i>Karreri</i>                                                                   | ANOMALINIDAE     |                   |               |
| <i>Yvonniellina</i>                                                                                                         | INCERTAE SEDIS   |                   |               |

Tab. 5 Genres, Familles et Super-familles de Foraminifères répertoriés dans les coupes de Caunettes et de Coustouge.

Foraminiferal Genus, Families and Super-families collected in the Caunettes and Coustouge sections.

du Paléocène du N.E. du Texas (faune de type Midway - KELLOUGH, 1965 ; BERGGREN, 1974) :

- *Karreriella fallax*,
- *Bolivina midwayensis*,
- *Amnobaeculites midwayensis*,
- *Spiroplectammina expansa*,
- *Nodosaria soluta*,
- *Globulina gibba*,
- *Oolina acuticosta*,...

D'autres espèces sont communes avec le Paléocène de Tunisie (AUBERT et BERGGREN, 1976) :

- *Karreriella fallax*,
- *Gyroldina octocamerata*,
- *Bolivina midwayensis*,...

ou avec le Paléocène du Bassin de Sirte en Libye, et du Mali (BERGGREN, 1974) comme :

- *Rotalia trochidiformis*,
- *Bolivina midwayensis*,
- auxquelles il faut rajouter un nombre important de grands Foraminifères benthiques.

Des comparaisons peuvent être faites aussi avec les bassins nordiques. M. MASSIEUX (1973) précise que la plupart des petits Foraminifères benthiques (sauf quelques exceptions) ont été signalés dans le bassin nordique éocène (bassin anglo-franco-belge).

On trouve aussi des espèces communes avec le bassin de Paris (LE CALVEZ, 1970 ; 1973).

Ceci, suggère que ces Foraminifères benthiques avaient une distribution paléobiogéographique très étendue et que les conditions paléoécologiques étaient relativement proches.

## B - OSTRACODES

Ils sont généralement peu abondants et relativement peu variés : environ 25 genres et 40 espèces pour les deux coupes.

La détermination n'est pas facilitée par l'état de conservation médiocre de la microfaune. Comme les Foraminifères, les Ostracodes sont souvent usés ou cassés, parfois pyritisés ou encroûtés de calcaire ou de silt. Les tableaux 6 et 7 donnent la liste des Ostracodes répertoriés dans les deux coupes.

Ils sont présents dans presque tous les niveaux et leur pourcentage par rapport aux Foraminifères varie entre 0 et 50 % (100 % lorsqu'ils sont seuls). En moyenne, ils représentent jusqu'à 22 % de la microfaune totale (fig. 68 et 73).

| OSTRACODES                                                     |   | COUPE DE CAUNETTES |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------|---|--------------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                                |   | 3                  | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 13 | 16 | 18 | 20 | 21 | 28 | 30 | 32 | 34 | 47 | 48 | 50 | 51 | 52 | 53 | 56 | 57 | 62 | 63 | 66 | 68 | 71 | 86 | 87 | 91 | 93 |
| <i>Cythereella</i> sp. - - - - -                               |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | ◆  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Pontocypridella aturica</i> DELTEL - - - - -                |   | ◆                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Protopargilloecia</i> sp. - - - - -                         |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Aquitaniella transversa</i> DELTEL - - - - -                |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | -  | -  | ◆  | -  | -  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Bairdia chebra</i> DELTEL - - - - -                         |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Bairdia aff. chebra</i> DELTEL - - - - -                    |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Bairdia succinea</i> DELTEL - - - - -                       |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Bairdia cf. succinea</i> DELTEL - - - - -                   |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Bairdopollata gibberti</i> KEIL - - - - -                   |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Cypripidina</i> aff. <i>homoeodurandiana</i> KEIL - - - - - |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Echinocythereis aragonensis</i> OERTLI - - - - -            |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Echinocythereis cf. aragonensis</i> - - - - -               |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Eucythereura</i> sp. - - - - -                              | ◆ | -                  | - | - | - | - | -  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Hemantites</i> sp. 1 TAMBAREAU - - - - -                    |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Kaiche</i> sp. - - - - -                                    |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Leguminocythereis</i> sp. - - - - -                         |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Limburgina</i> aff. sp. 1 TAMBAREAU - - - - -               |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Limburgina</i> sp. - - - - -                                |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Loxocantha</i> sp. - - - - -                                |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Monacematina</i> ? sp. - - - - -                            |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Montimihabellia</i> sp. - - - - -                           |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Oeculocythereis</i> aff. <i>mutabilis</i> abducta - - - - - |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Oeculocythereis</i> sp. - - - - -                           |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Oertliella</i> gr. <i>aculeata</i> (BOSQUET) - - - - -      |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Paracypris</i> aff. sp. 2 DUCASSE - - - - -                 |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Paracypris</i> aff. <i>contracta</i> JONES - - - - -        |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Paracypris</i> sp. - - - - -                                |   | -                  | - | - | - | ◆ | ◆  | -  | ◆  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Potomnyella</i> aff. <i>ventricosa</i> (BOSQUET) - - - - -  |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Potomnyella</i> sp. - - - - -                               |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Pterygocythereis connota</i> ROEMER - - - - -               |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Quadracythere</i> aff. <i>volpensis</i> (TAMB.) - - - - -   |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Schizocythere tessellata</i> (BOSQUET) - - - - -            |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Schizocythere appendiculata</i> TRIEBEL - - - - -           |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Sijthetia</i> sp. - - - - -                                 |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Xestoleberis</i> sp. - - - - -                              |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| CYTHRIDIDAE - - - - -                                          |   | -                  | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Nb. approximatif d'espèces                                     |   | 2                  | 2 | 2 | 5 | 7 | 4  | 5  | 7  | 7  | 9  | 7  | 6  | 2  | 1  | 11 | 7  | 3  | 2  | 6  | 1  | 2  | 3  | 1  | 5  | 3  | 1  | 2  | 2  | 3  | 5  | 2  |    |

Tab. 6 Répartition des Ostracodes inventoriés dans la coupe de Caunettes.

Ostracoda distribution in the Caunettes section.

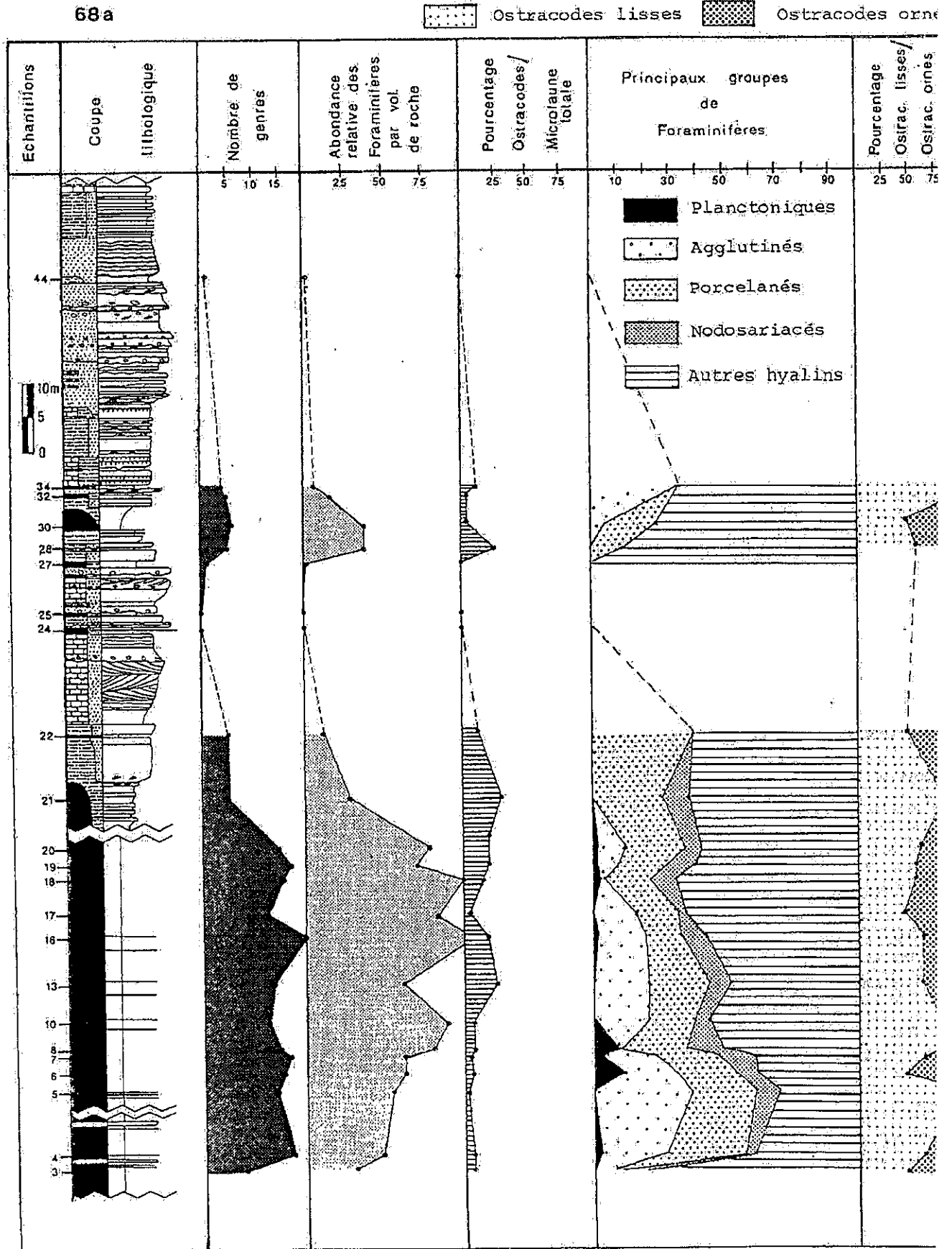
| OSTRACODES                                                     | COUPE DE COUSTOUGE |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------|--------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                                | 1                  | 3 | 11 | 26 | 57 | 58 | 59 | 65 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 |
| <i>Cytherella</i> sp. — — — — —                                | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Bairdia succincta</i> DELTEL — — — — —                      | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Bairdia</i> sp. — — — — —                                   | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Bairdoppilata gliberti</i> KEIJ — — — — —                   | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Echinocythereis isabellana</i> OERTLI — — — — —             | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Echinocythereis aragonensis</i> OERTLI — — — — —            | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Echinocythereis</i> cf. <i>aragonensis</i> OERTLI — — — — — | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Hermanites</i> sp. 1 TAMBAREAU — — — — —                    | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Hermanites</i> ? cf. <i>trigemma</i> TAMBAREAU — — — — —    | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Hermanites</i> aff. <i>alata</i> DUCASSE — — — — —          | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Krithe</i> sp. — — — — —                                    | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Leguminocythereis</i> sp. — — — — —                         | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Monsmirabilis</i> sp. — — — — —                             | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Occultocythereis</i> sp. — — — — —                          | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Oertliella</i> gr. <i>aculeata</i> (BOSQUET) — — — — —      | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Paracypris</i> aff. <i>contracta</i> JONES — — — — —        | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Paracypris</i> sp. — — — — —                                | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Pokorniyella</i> aff. <i>ventricosa</i> (BOSQUET) — — — — — | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Xestoleberis convexa</i> DELTEL — — — — —                   | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| <i>Xestoleberis</i> sp. — — — — —                              | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| CYTHERIDEIDAE — — — — —                                        | —                  | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| Nb. approximatif d'espèces                                     | 7                  | 4 | 3  | 4  | 4  | 2  | 7  | 3  | 3  | 2  | 3  | 5  | 5  |    |

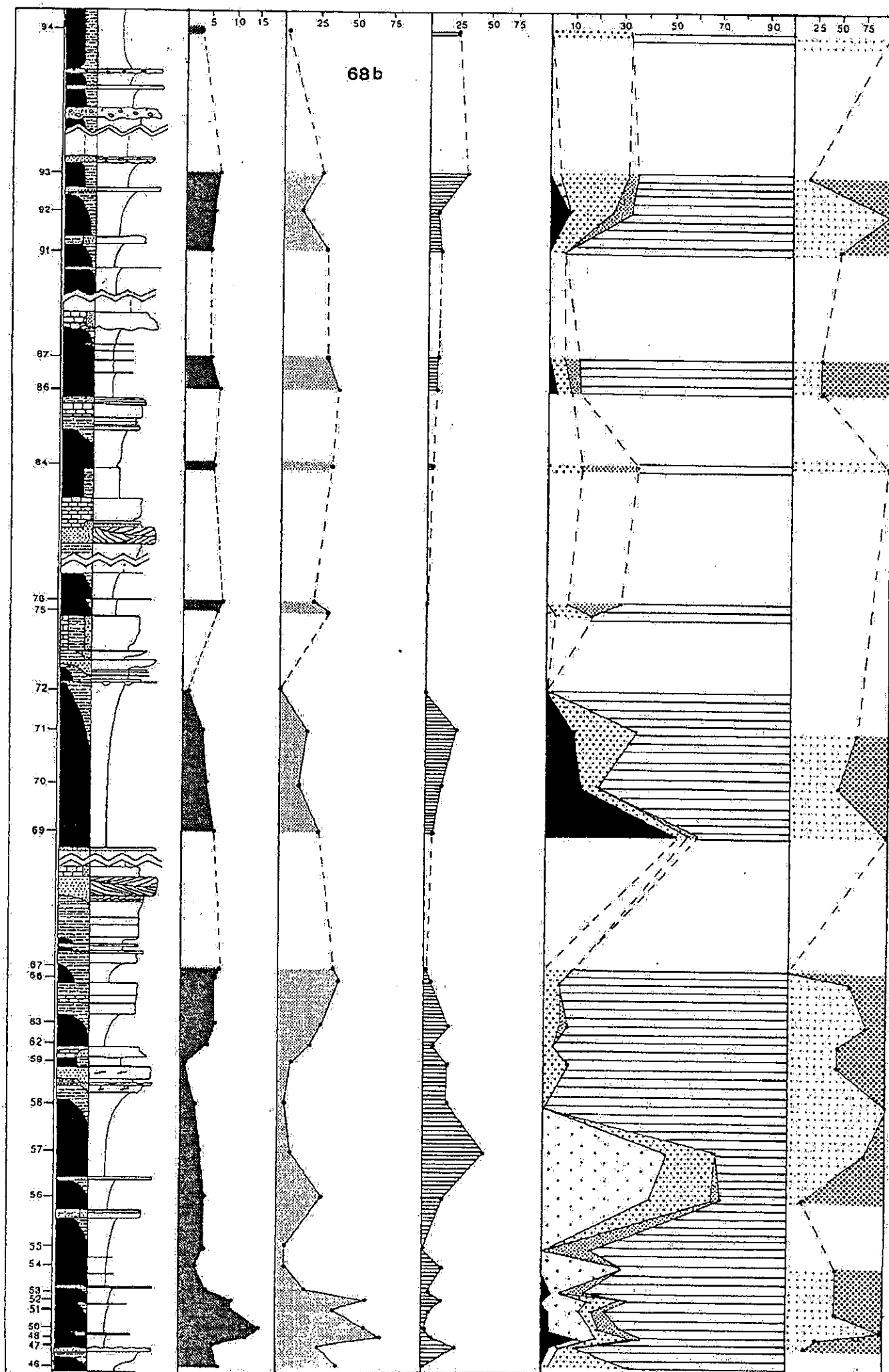
Tab. 7 Répartition des Ostracodes inventoriés dans la coupe de Coustouge.

Ostracoda distribution in the Coustouge section.

Fig. 68 Abondance et diversité de la microfaune dans la coupe de Caunettes.  
Rapports Ostracodes/Foram. et Planctoniques/Benthiques.

Microfaunal abundance and diversity in the Caunettes section.  
Ostracoda/Foram. and Planctonic/Benthic ratios.







## II - EVOLUTION VERTICALE DE LA MICROFAUNE

### A - COUPE DE CAUNETTES

Les Foraminifères sont relativement abondants dans les Marnes à Turritellés et Operculinés puis à la base des Marnes et Grès du Pech Redonel. A ces niveaux apparaissent quelques Foraminifères planctoniques.

Partout ailleurs, les Foraminifères diminuent en diversité et en abondance (fig. 68a et b).

#### 1 - FORMATION DE CAUNETTES

##### a - Marnes à Turritelles et Operculinés

Dans ces marnes, les trois sous-ordres correspondant aux Foraminifères à test agglutiné, à test porcelané et à test hyalin sont représentés (fig. 69).

- Les TEXTULARIINA ont tendance à diminuer vers le sommet (*Ammodiscacea* et *Lituolacea*).
- Les MILLIOLINA restent assez constants.
- Les ROTALIINA sont en proportion plus importante que les deux autres sous-ordres (66 %).

La diversité est maximum puisque la majorité des genres répertoriés y a été trouvée.

Les dix super-familles sont représentées (fig. 69).

On peut noter que :

- Les *Nodosariacea* sont en proportion quasi-constante. Ils sont peu nombreux mais relativement diversifiés.
- Les *Buliminacea* et *Globigerinacea* ont une distribution semblable : leur nombre augmente ou diminue de façon parallèle.
- Les *Discorbacea* (genre *Asterigerina*) apparaissent de façon sporadique.
- L'apparition massive des Operculinés augmente considérablement la proportion des *Rotaliacea*.

La différence entre les faciès "marnes à Turritelles" et "marnes à Operculinés" se marque principalement au niveau de certaines familles :

- Les Bolivinitidés et Uvigerinidés sont surtout présents dans les marnes à Turritelles.
- Les Alabaminidés (*Gyroldina*) se cantonnent surtout dans les marnes à Operculinés.

Pourcentage des super-familles de Foraminifères

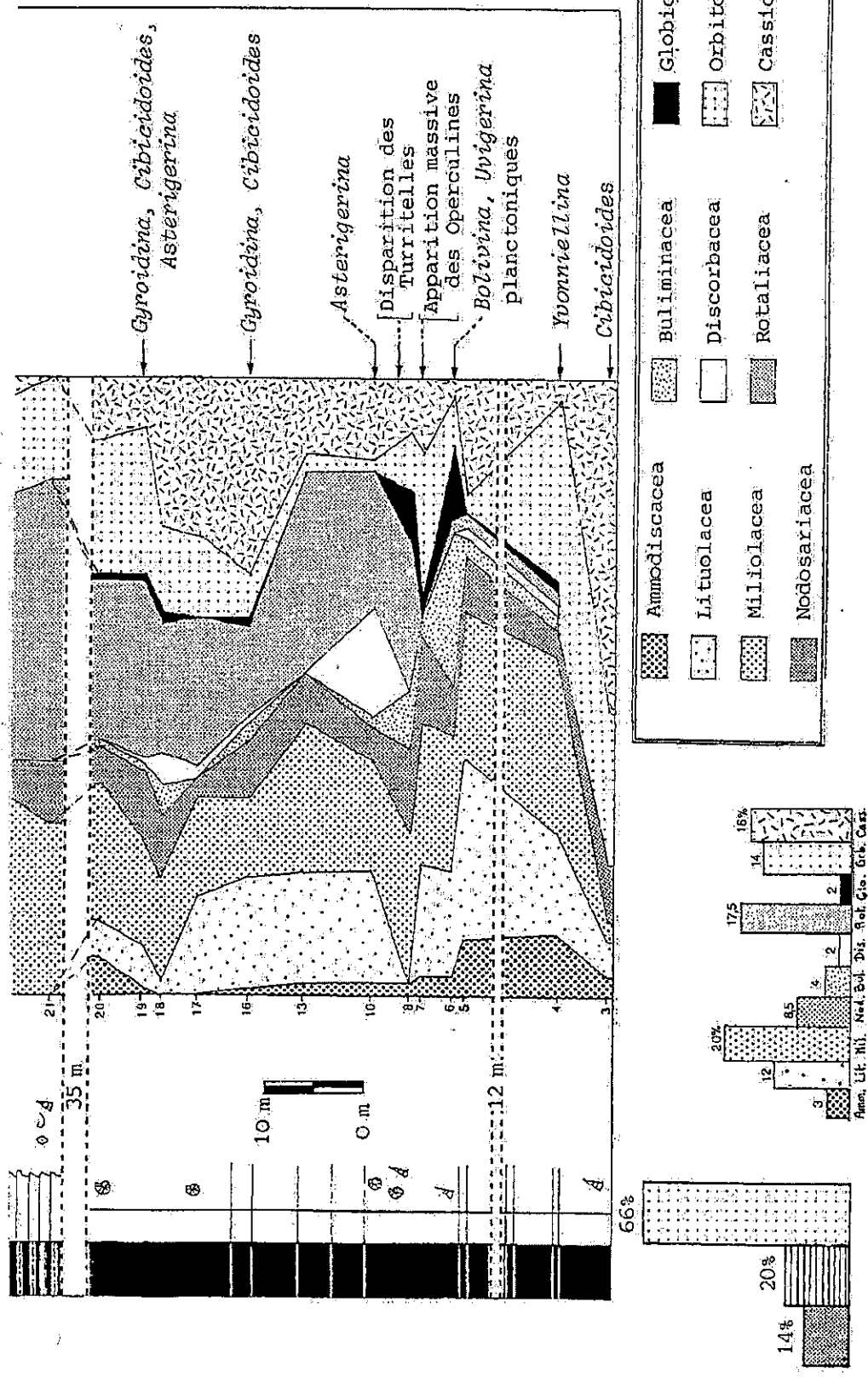


Fig. 69

Courbes cumulatives, abondance des Sous-Ordres et des Super-Familles de Foraminifères dans les Marnes à Turritelles et Operculines (coupe de Caunettes).

Cumulative graphs, abundance of Foraminiferal Sub-Orders and Super-Families in the "Marnes à Turritelles et Operculines" member (Caunettes section).

Le dernier lavage des Marnes à Turritelles et Operculines (niv. 21 fig. 69) présente une microfaune plus pauvre et moins diversifiée où seuls les MILIOLINA et ROTALIINA sont représentés.

### Les Ostracodes

Le nombre d'individus augmente de la base au sommet, de façon progressive. Les Ostracodes lisses sont toujours plus nombreux que les Ostracodes ornés (67 % pour 33 %).

Remarque : Les Bolivinitidés et Buliminidés sont parfois abondants dans le tamis 60  $\mu$ m ; c'est le cas des niveaux 4, 7 et 19.

|    | 100 $\mu$ m |          | 60 $\mu$ m |          |
|----|-------------|----------|------------|----------|
| 19 | Bul         | TR       | Bul<br>Bol | C/A<br>R |
| 7  | Bul         | TR       | Bul<br>Bol | C<br>A   |
| 4  | Bul<br>Bol  | TR<br>TR | Bul<br>Bol | R<br>C/A |

Ces organismes peuvent ne pas apparaître dans le tamis 100  $\mu$ m ou en très faible quantité, à cause de leur petite taille. Ils sont donc sous-estimés.

### b - Silts et Grès du Devès

Dans cette partie de la coupe, les niveaux marneux sont plus rares et espacés.

La microfaune est ici moins diversifiée et moins abondante. Seulement 4 super-familles sont présentes (fig. 70).

Certains niveaux des Silts et Grès inférieurs et supérieurs (b1, b3) n'ont fourni aucune microfaune.

Les Foraminifères à test agglutiné sont rares, ceux à test hyalin très abondants (82 %).

Les familles les mieux représentées sont les Nummulitidés et les Miliolidés.

Les Ostracodes sont rares (15 % de la microfaune en moyenne).

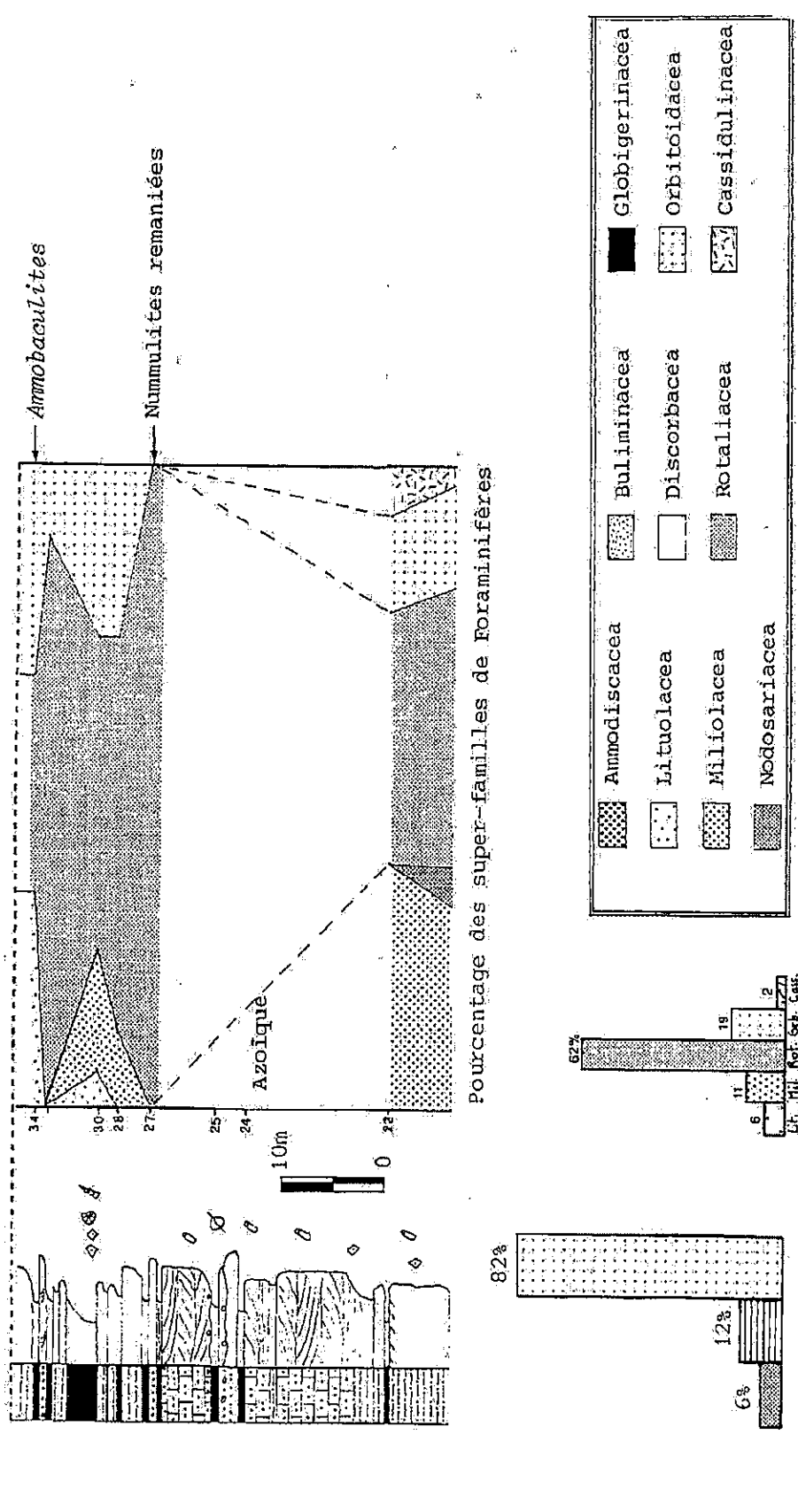


Fig. 70 Courbes cumulatives, abondance relative des Sous-Ordres et Super-Familles de Foraminifères dans les Silts et Grès du Devès (coupe de Caunettes).

Cumulative graphs, relative abundance of Foraminiferal Sub-Orders and Super-Families in the "Sils et Grès du Devès" member (Caunettes section).

## 2 - FORMATION DE MAIRONNES

### a - Marnes et Grès du Pech Redonnel

On peut y distinguer 3 parties différentes :

- A la base, la diversité est importante : 9 super-familles (fig. 71).  
Le contenu de ces marnes s'apparente à celui des marnes à Turritelles et Operculines.
- Dans la partie médiane : il y a diminution de la densité et de la diversité de la microfaune comme pour les Silt et Grès du Devès.
- Au sommet : on observe à nouveau un peu plus de diversité, moins cependant qu'à la base.

Si l'on regarde les tendances générales, par rapport aux Marnes à Turritelles et Operculines :

- Les *Ammodiscacea* ont disparu.
- La proportion des *Miliolacea* devient moins constante, ils sont parfois absents.
- Les *Nodosariacea*, *Buliminacea*, *Discorbacea* sont plus rares.
- Les *Rotaliacea* ainsi que les *Orbitoidacea* prennent de l'importance.

Les Ostracodes sont en moyenne peu abondants (13 %), parfois absents.

Remarque : Comme dans les Marnes à Turritelles et Operculines, on trouve dans le tamis le plus fin (60 ou 53 µm) des Foraminifères de très petite taille. Ce sont surtout des *Cibicididae*, *Bolivinitidae*, *Buliminidae*, *Uvigerinidae*, *Discorbidae* et *Globigerinacea*. On les trouve parfois en proportion non négligeable (niv. 54 à 56) dans des gisements pauvres en grands Foraminifères et en macrofaune.

### b - Marnes et Grès du Fournas (fig. 72)

Dans l'ensemble, la microfaune est assez pauvre. Les petits Foraminifères diminuent au détriment des grands.

- Les *TEXTULARIINA* ont quasiment disparu (2 niveaux seulement en contenant).
- Les *ROTAIINA* dominant (86 %).

Les super-familles les plus représentées sont les *Rotaliacea*, les *Miliolacea* et les *Orbitoidacea*.

L'importance des *Globigerinacea* est surtout due à la première séquence. (niv. 69 à 71). Le peu de microfaune recueillie à cet endroit augmente leur pourcentage (moyenne de 25 %). Les *Buliminacea*, *Discorbacea*, *Lituolacea* sont très peu représentés.

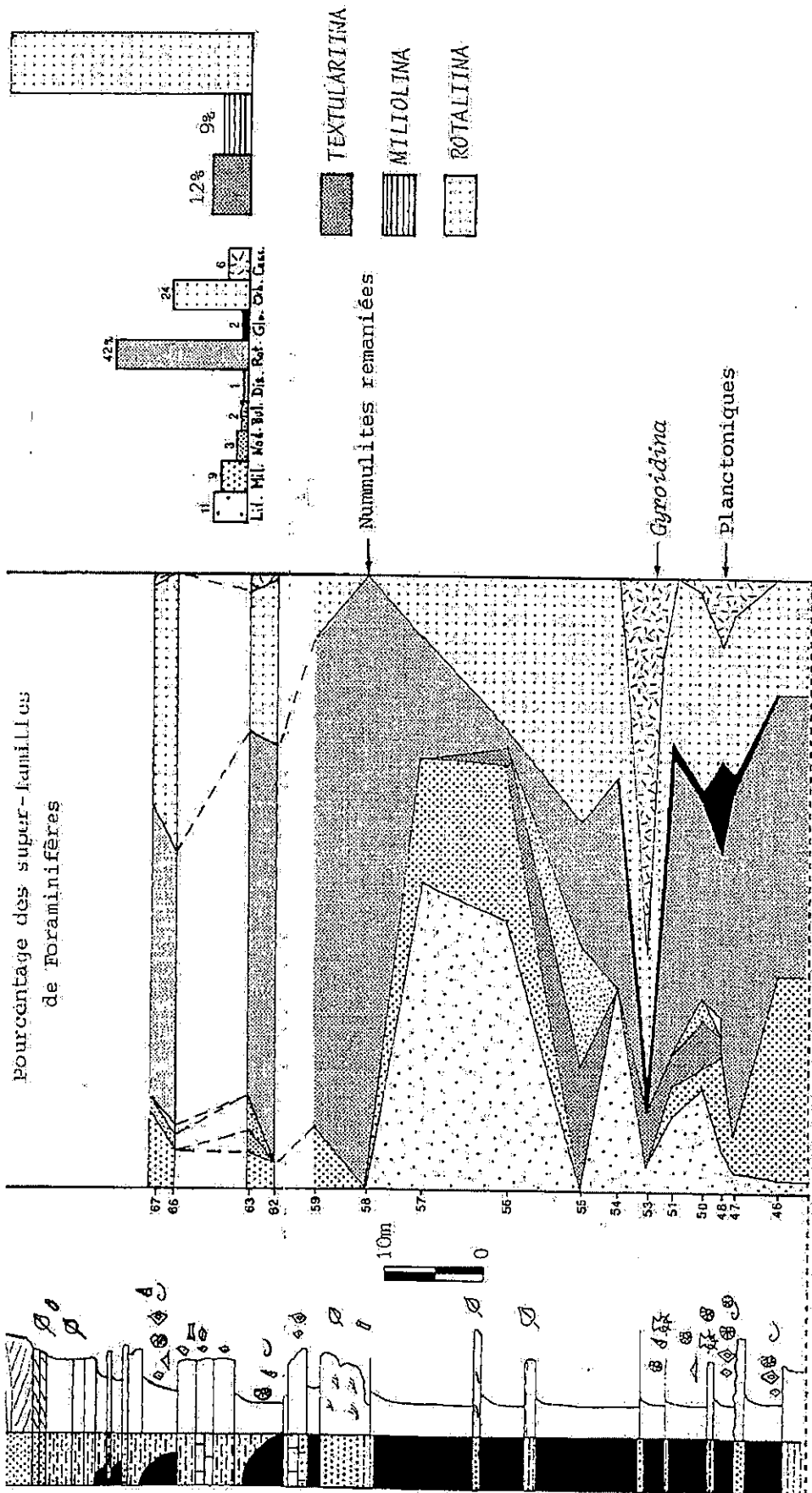
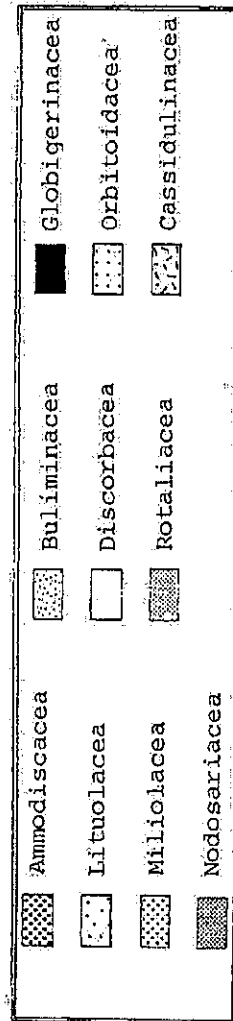


Fig. 71

Courbes cumulatives, abondance relative des Sous-Ordres et Super-Familles de Foraminifères dans les Marnes et Grès du Pech Redonnel (coupe de Caunettes).

Cumulative graphs, relative abundance of Foraminiferal Sub-Orders and Super-Families in the "Marnes et Grès du Pech Redonnel" member (Caunettes section).



Pourcentage des super-familles de Foraminifères

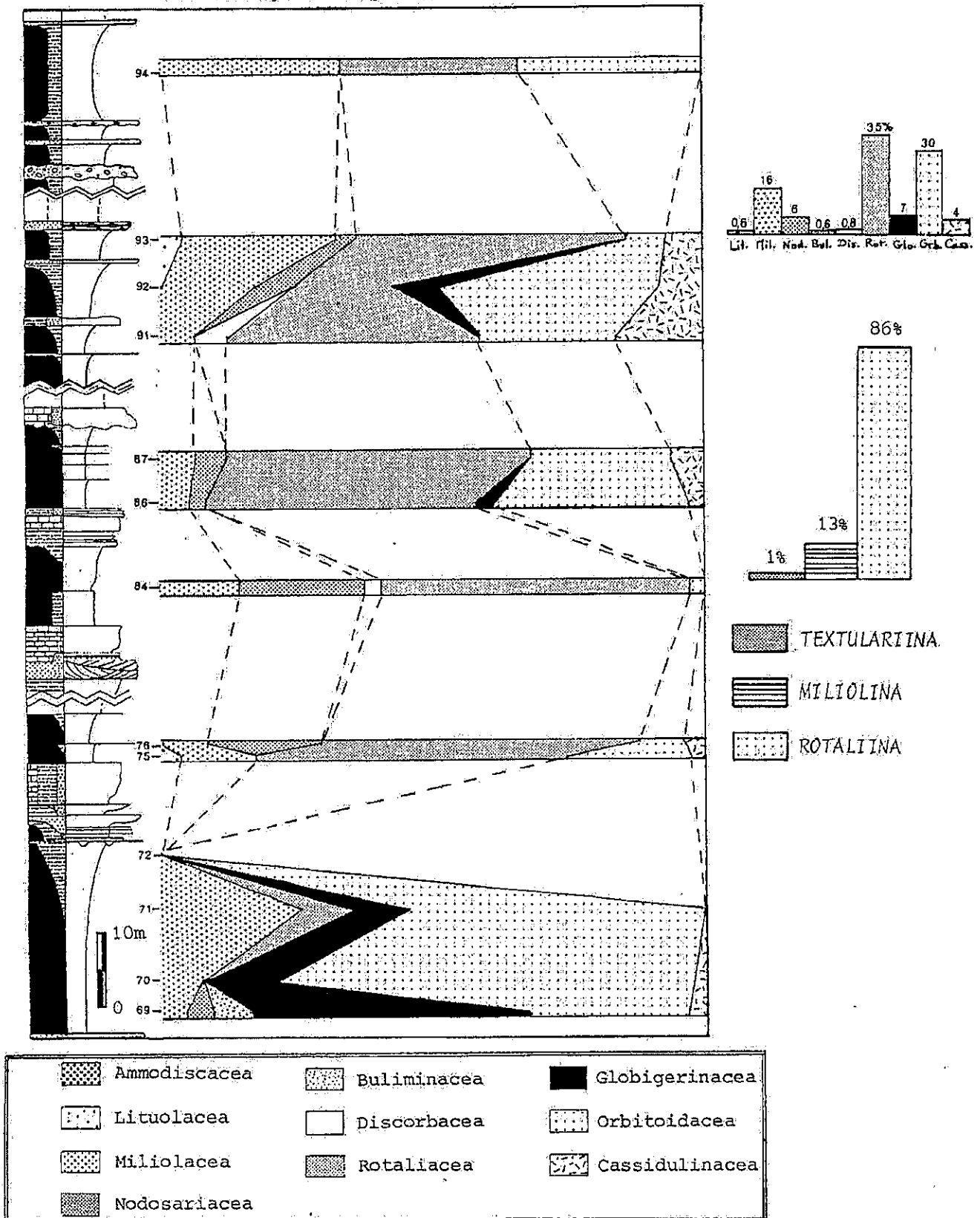


Fig.72 Courbes cumulatives, abondance relative des Sous-Ordres et des Super-Familles de Foraminifères dans les Marnes et Grès du Fournas (coupe de Caunettes).

Cumulative graphs, relative abundance of Foraminiferal Sub-Orders and Super-Families in the "Marnes et Grès du Fournas" member (Caunettes section).

### 3 - CONCLUSIONS

Au niveau des sous-ordres, on observe :

- une majorité de *ROTAIINA* (66 à 86 %) ;
- une diminution des *TEXTULARIINA* au sommet de chaque formation (14 % maximum) ;
- une proportion de *MILIOLINA* relativement constante (9 à 20 %).

Au niveau des super-familles :

- elles sont plus nombreuses à la base de chaque mégaséquence ;
- les mieux représentées sont les *Miliolacea*, *Rotaliacea*, *Orbitoidacea*, *Cassidulinacea* ;
- les *Ammodiscacea* sont uniquement présentes dans les Marnes à Turritelles et Operculines.
- les *Lituolacea* et *Nodosariacea* sont plus abondantes dans ce même membre que partout ailleurs ;
- les *Buliminacea*, *Discorbacea*, *Globigerinacea* apparaissent de façon plus discontinue.

L'abondance et la diversité de la microfaune ainsi que la présence des Globigérinacés (5 à 6 % en moyenne dans les niveaux qui en contiennent) dans les Marnes à Turritelles et Operculines et les Marnes et Grès du Pech Redonel montrent qu'il s'agit des dépôts les plus profonds et les plus soumis à l'influence de la plate-forme externe.

La diminution de l'abondance et de la diversité, la disparition des Foraminifères planctoniques vers le sommet des formations (Silts et Grès du Devès, Marnes et Grès du Fournas) confirment le caractère régressif des mégaséquences.

La dominance de certains genres (*Quinqueloculina* ou *Triloculina*, *Nummulites*, *Cibicides*) caractérise des environnements marginaux, instables.

### B - COUPE DE COUSTOUGE

A Coustouge, les Foraminifères sont surtout abondants dans les Marnes supérieures à Turritelles. Le nombre de genres reste assez faible puisque le maximum dans un point de prélèvement est de 12 (fig. 73 a et b).

#### 1 - CALCAIRE MARIN-BASAL (fig. 74)

Dans le Calcaire marin basal, l'un des 2 lavages effectués n'a fourni que de rares Ostracodes. L'autre lavage a fourni :

- des *TEXTULARIINA* représentés par de très rares Ataxophragmiidés (*Valvulina*) ;
- des *MILIOLINA* en quantité importante (52 %) ;
- des *ROTAIINA* : *Cibicides*, quelques Turritelinidés (*Buliminella* ?) et Eponidés (*Eponides*)



73a

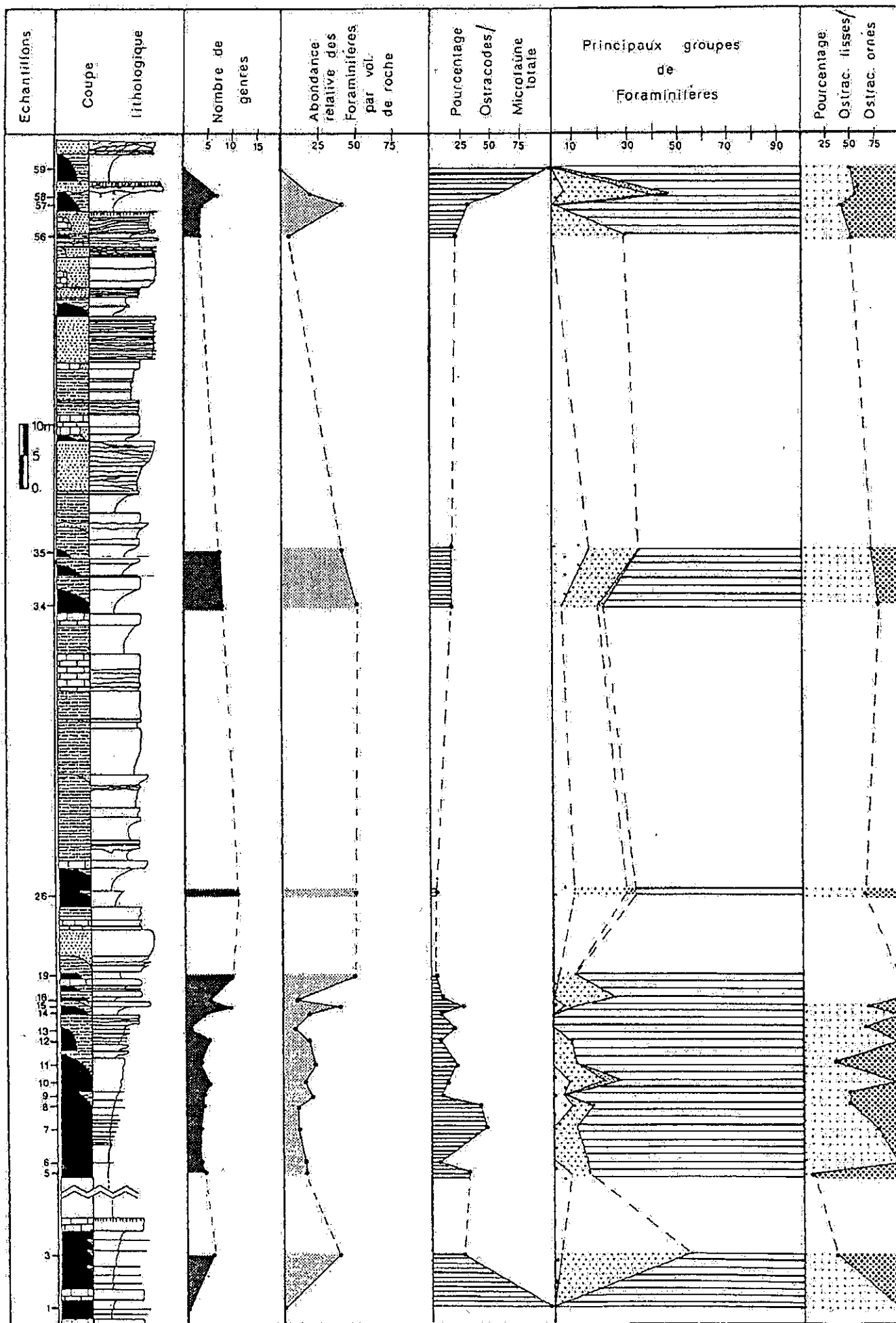
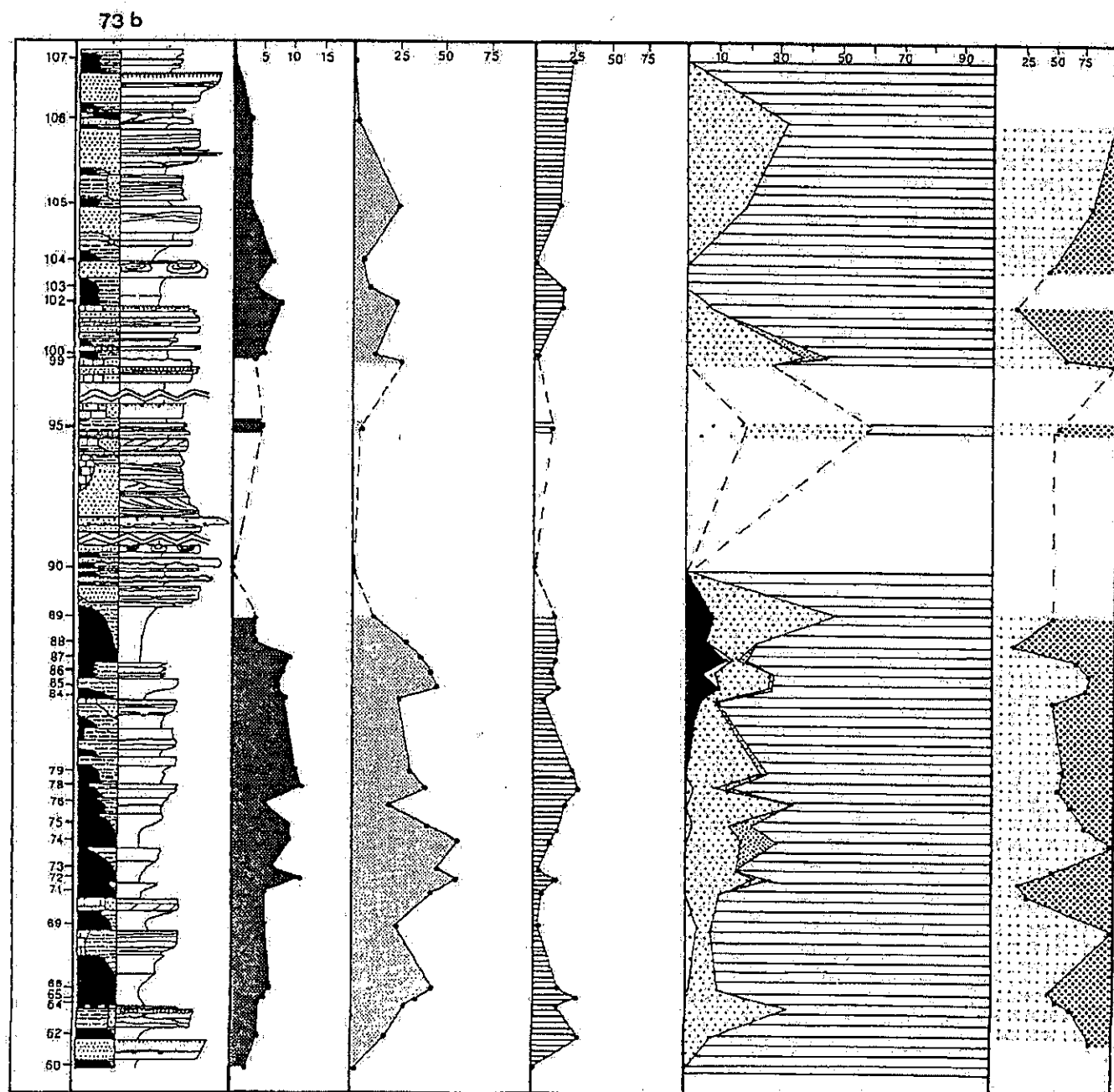
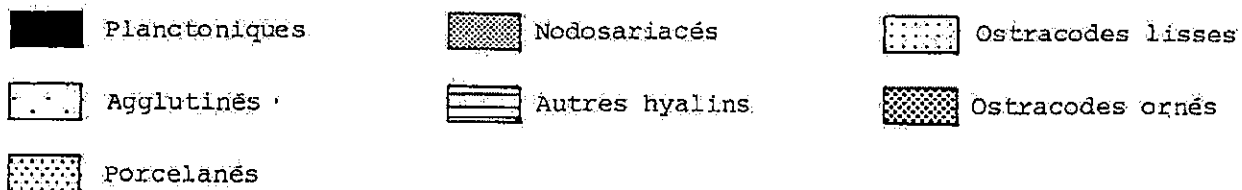
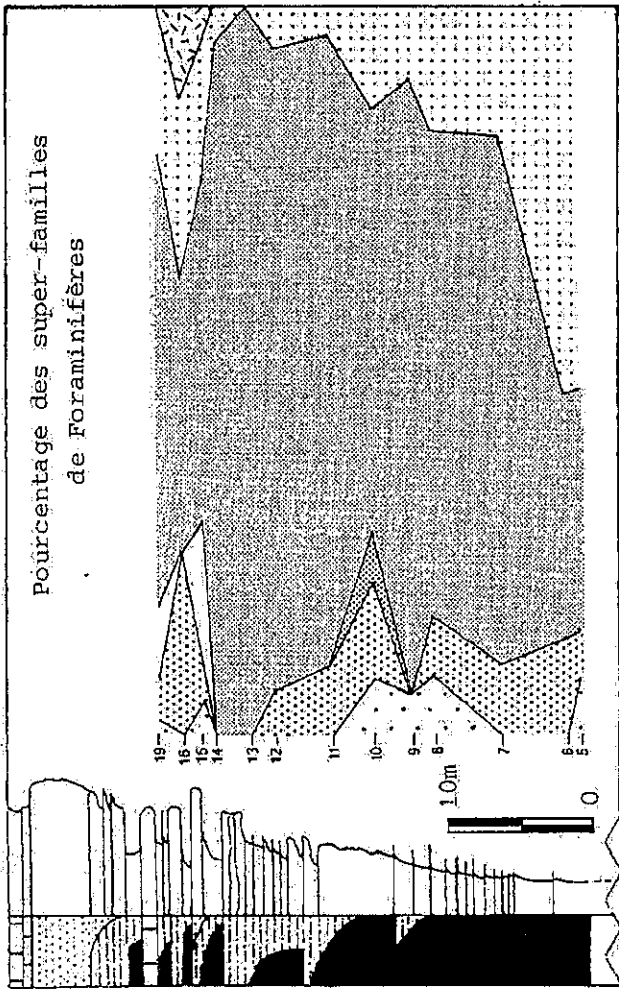


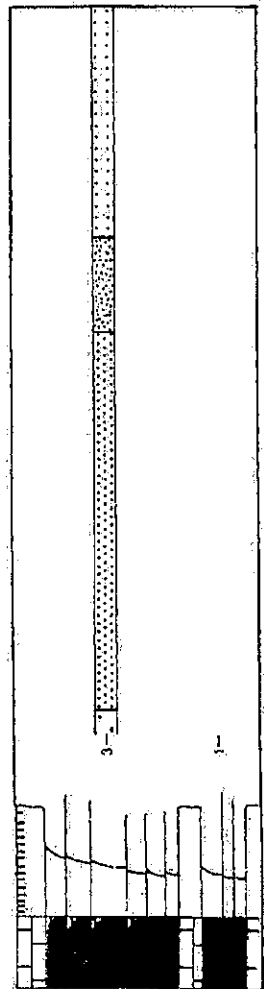
Fig. 73 Abondance et diversité de la microfaune dans la coupe de Coustouge.  
Rapports Ostracodes/Foram. et Planctoniques/Benthiques.

Microfaunal abundance and diversity in the Coustouge section.  
Ostracoda/Foram. and Planctonic/Benthic ratios.





MARNES INFÉRIEURES À TURRITELLES



CALCAIRE MARIN BASAL

|  |              |  |             |  |                |
|--|--------------|--|-------------|--|----------------|
|  | Ammodiscacea |  | Buliminacea |  | Globigerinacea |
|  | Lituolacea   |  | Discorbacea |  | Orbitoidacea   |
|  | Miliolacea   |  | Rotaliacea  |  | Cassidulinacea |
|  | Nodosariacea |  |             |  |                |

Fig. 74

Courbes cumulatives, abondance relative des Sous-Ordres et des Super-Familles de Foraminifères dans le Calcaire marin basal et les Marnes inférieures à Turritelles (coupe de Coustouge).

Cumulative graphs, relative abundance of Foraminiferal Sub-Orders and Super-Families in the "Calcaire marin basal" and "Marnes inférieures à Turritelles" members (Coustouge section).

## 2 - FORMATION DE COUSTOUGE

### a - Marnes inférieures à Turritelles

Les Foraminifères à test agglutiné et à test porcelané sont très peu représentés. Par contre, les Foraminifères à test hyalin perforé dominant (89 %) (fig. 74).

Dans ces marnes, la diversité est relativement faible (6 super-familles).

On peut noter que :

- Les *Nodosariacea* et *Discorbacea* (*Asterigerina*) sont très rares, ainsi que les *Cassidulinacea*.
- Les *Rotaliacea* (*Nummulites* et *Rotalia*) et les *Orbitoidacea* (*Cibicides*) sont les plus importants.
- Les *Globigerinacea* sont absents, mais nous n'avons que la partie supérieure du membre.

Les Ostracodes restent peu abondants par rapport au reste de la microfaune (19 %).

### b - Silts et Grès du Pech des Fourches

Plusieurs niveaux marneux intercalés entre les bancs de silts ou de grès ont été étudiés. Malgré leur espacement, ils diffèrent peu. Seul le dernier niveau (58) présente un peu plus de diversité dans la microfaune : 7 super-familles au lieu de 3 à 5 (fig. 75).

Les *Rotaliacea*, *Orbitoidacea*, *Miliolacea* et *Discorbacea* sont les plus importantes. Les *Lituolacea*, *Nodosariacea* et *Cassidulinacea* n'apparaissent qu'en quantité négligeable.

Les Ostracodes ne sont pas très abondants mis à part deux niveaux (57 et 58) au sommet du membre où ils atteignent 30 à 50 % de la microfaune.

## 3 - FORMATION DE JONQUIERES

### a - Marnes supérieures à Turritelles

Les Foraminifères atteignent ici le maximum de leur diversité (9 super-familles).

Les Foraminifères à test agglutiné sont toujours très peu nombreux (1 %) par rapport aux Foraminifères à test hyalin perforé (84 %) (fig. 76).

Les grands Foraminifères sont généralement abondants à très abondants avec des petites et grandes *Nummulites*, des *Operculines*, *Assilines*, *Discocyclines* et *Miliolidés*, ce qui explique l'importance des *Rotaliacea*.

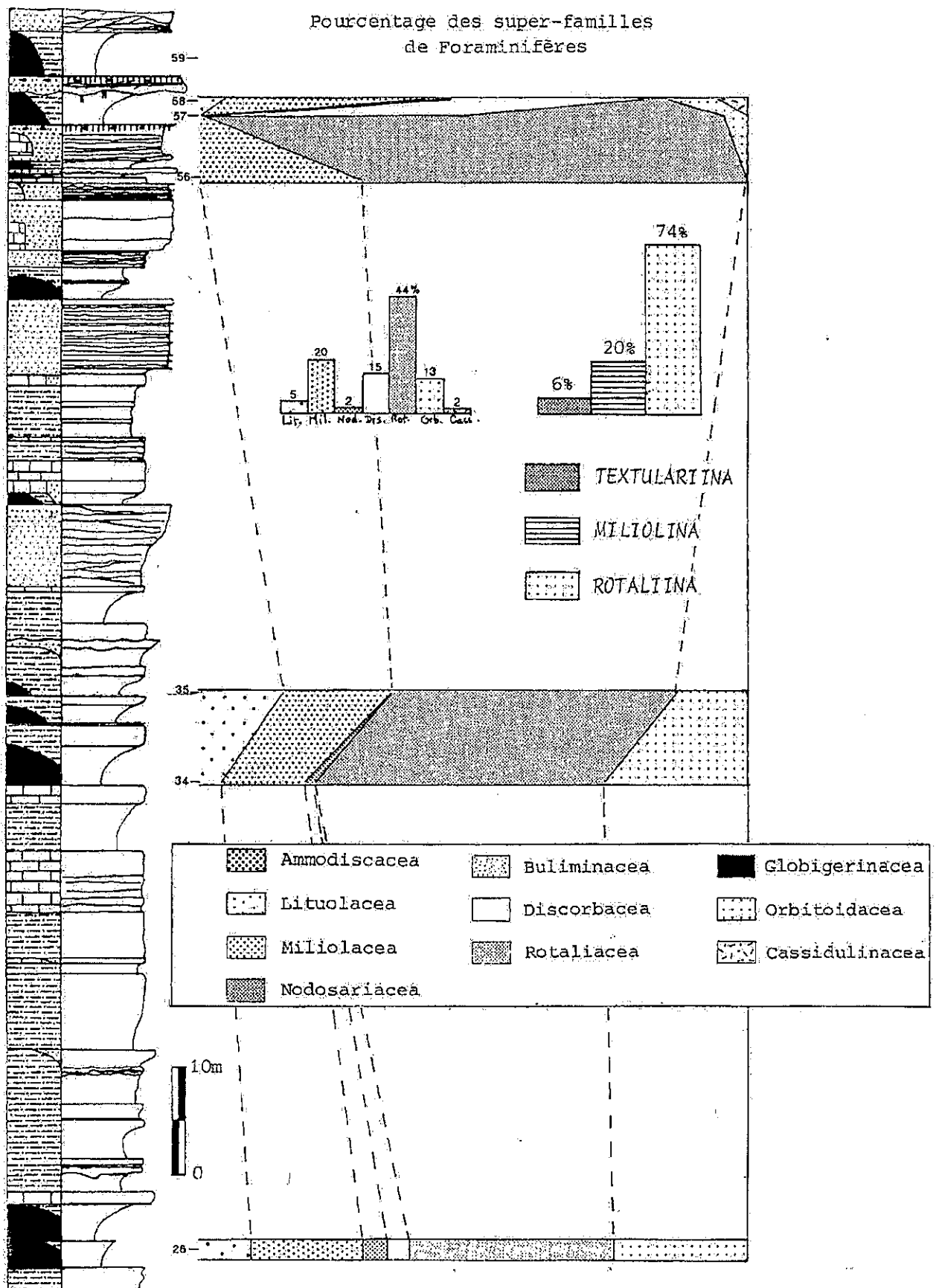


Fig. 75 Courbes cumulatives, abondance relative des Sous-Ordres et des Super-Familles de Foraminifères dans les Silts et Grès du Pech des Fourches (coupe de Coustouge).

Cumulative graphs, relative abundance of Foraminiferal Sub-Orders and Super-Families in the "Silts et Grès du Pech des Fourches"

des *Orbitoidacea* et des *Miliolacea*.

La partie la plus diversifiée de ces marnes correspond à la partie médiane (niv. 71 à 83) et supérieure (niv. 84 à 88) : 8 à 9 super-familles.

Les Ostracodes restent à peu près dans les mêmes proportions que dans les autres membres (16 %).

#### b - Silts et Grès des Croisettes

Dans ce membre, la faune est peu diversifiée et peu abondante (moins de 10 genres par lavage).

- Les *TEXTULARIINA* disparaissent,
- les *MILIOLINA* augmentent sensiblement (21 %) (fig. 77),
- les *Rotaliacea*, *Orbitoidacea*, *Miliolacea* dominant.

Les Ostracodes représentent 16 % de la microfaune.

#### 4 - CONCLUSIONS

Au niveau des sous-ordres, il faut remarquer, comme à Caunettes :

- la prédominance des *ROTAIINA* (70 à 90 %) ;
- la proportion relativement constante des *MILIOLINA* (8 à 20 %) ;
- par contre, les *TEXTULARIINA* sont bien moins représentés qu'à Caunettes (maximum 6 %).

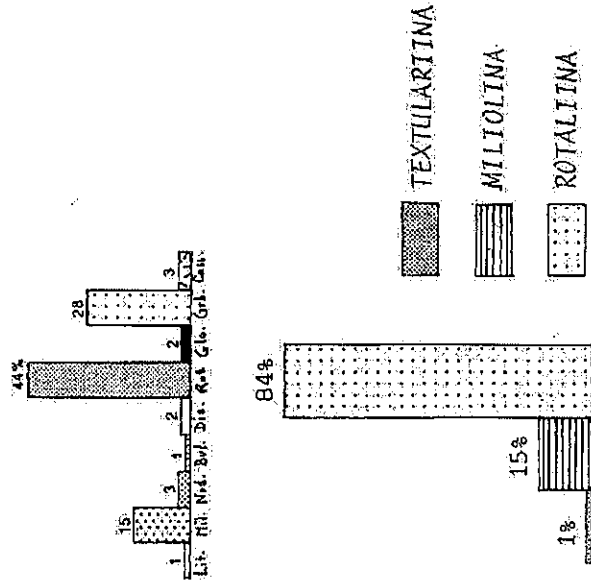
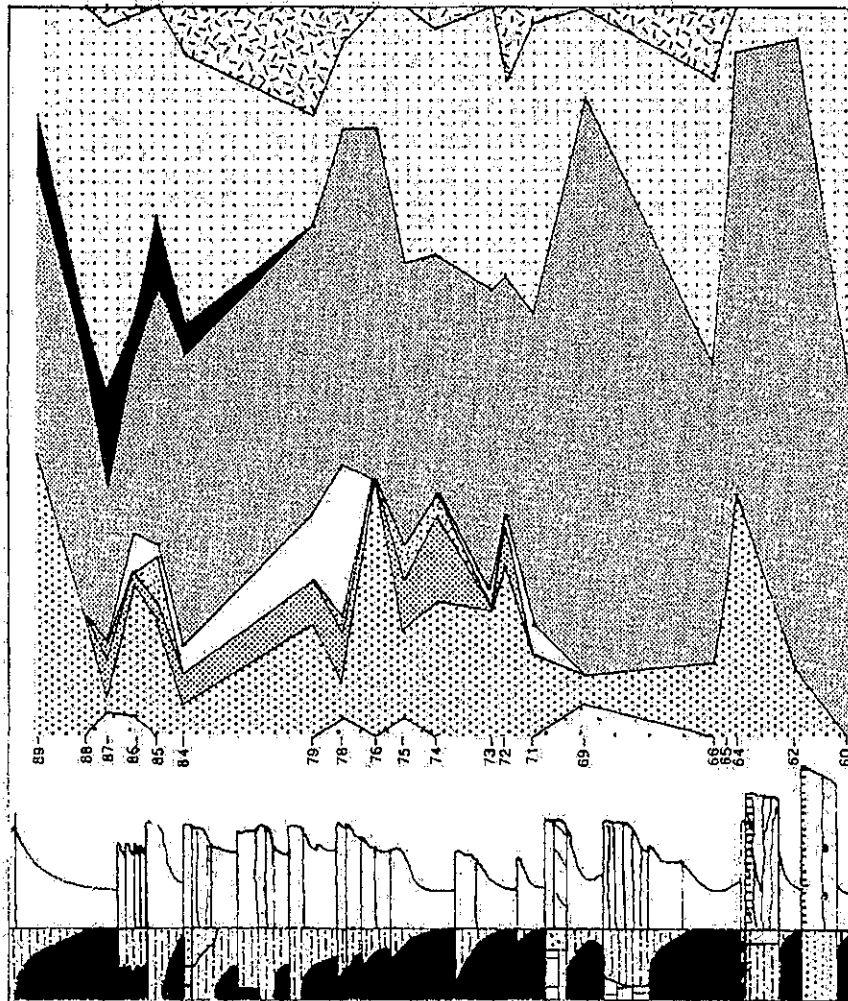
Au niveau des super-familles :

- elles sont au maximum au nombre de 9 puisque nous n'avons pas retrouvé d'*Ammodiscacea* à Coustouge ;
- les mieux représentées sont les *Rotaliacea*, *Miliolacea*, *Orbitoidacea*, puis les *Discorbacea* ;
- les *Cassidulinacea*, *Nodosariacea*, *Lituolacea* sont toujours en très petite quantité (< 5 % en moyenne) ;
- les *Buliminacea* et *Globigerinacea* n'apparaissent que dans les Marnes supérieures à Turritelles.

A Coustouge, les niveaux les plus riches (diversité spécifique et abondance, fig. 73a et b) correspondent aux Marnes supérieures à Turritelles (formation de Jonquières). Elles renferment des Globigerinacés en quantité non négligeable (20 % en moyenne dans les niveaux qui en contiennent). Cependant, la fréquence de ces derniers est moins importante qu'à Caunettes suggérant une ouverture et une profondeur des dépôts moins marquée.

La diminution de l'abondance et de la diversité vers le sommet des formations confirme le caractère régressif des mégaséquences comme à Caunettes.

Pourcentage des super-familles de Foraminifères



10m  
0

Fig. 76

Courbes cumulatives, abondance relative des Sous-Ordres et des Super-Familles de Foraminifères dans les Marnes supérieures à Turritelles (coupe de Coustouge).

Cumulative graphs, relative abundance of Foraminiferal Sub-Orders and Super-Families in the "Marnes supérieures à Turritelles" member (Coustouge section).

|                 |             |                |
|-----------------|-------------|----------------|
| Ammosaccharacea | Bullinacea  | Globigerinacea |
| Lituolacea      | Discorbacea | Orbitoidacea   |
| Miliolacea      | Rotaliacea  | Cassidulinacea |
| Nodosariacea    |             |                |

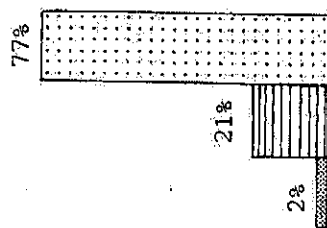
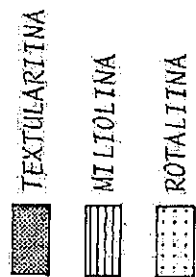
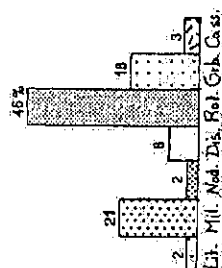
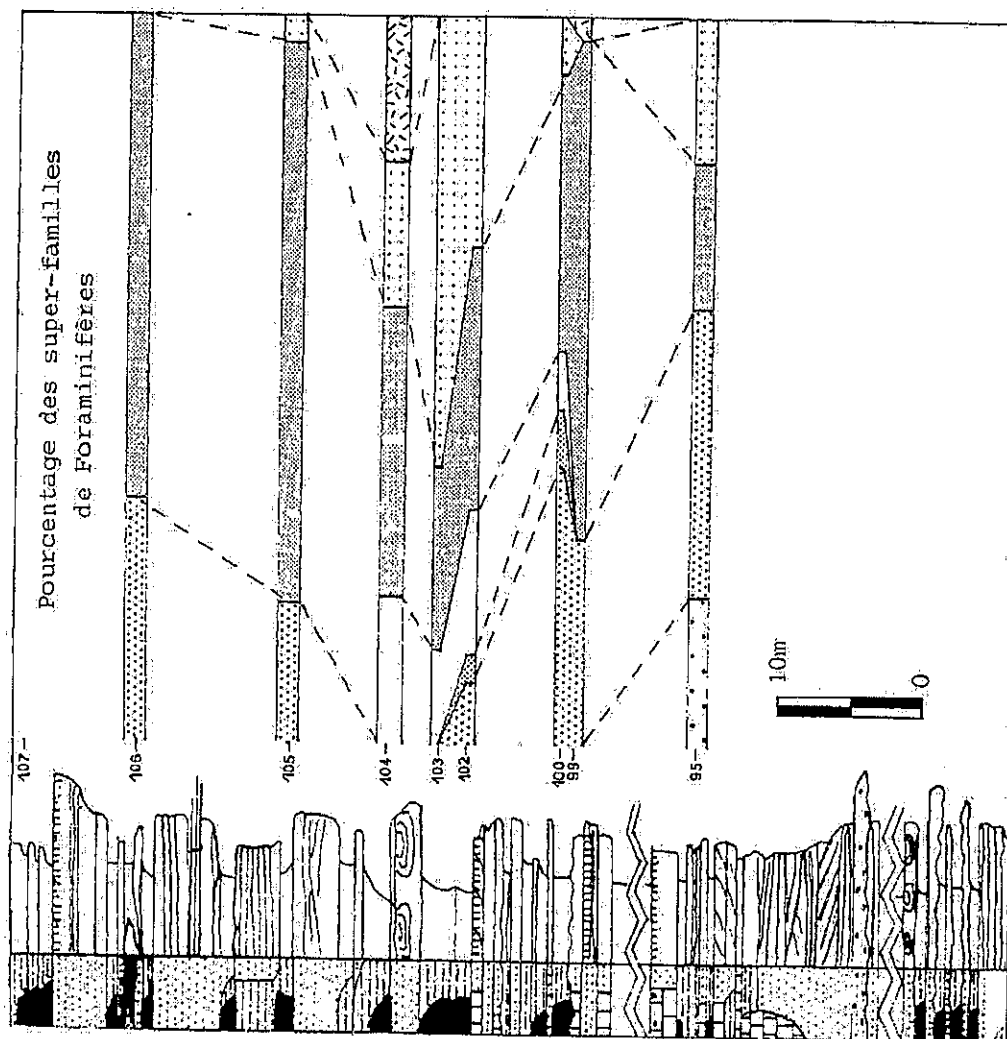
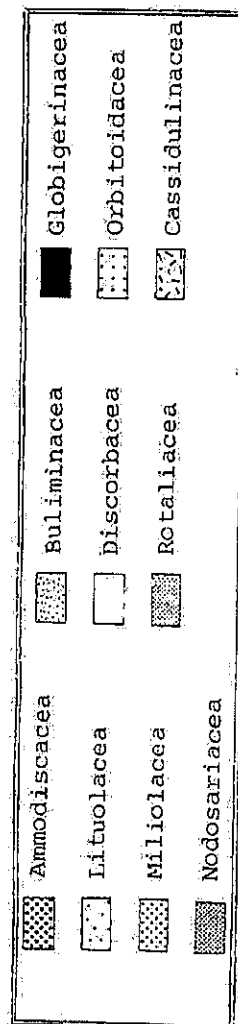


Fig. 77

Courbes cumulatives, abondance relative des Sous-Ordres et des Super-Familles de Foraminifères dans les Silt et Grès des Croisettes (coupe de Coustouge).

Cumulative graphs, relative abundance of Foraminiferal Sub-Orders and Super-Families in the "Silt et Grès des Croisettes" (Coustouge section).





### III - ASSOCIATIONS - TYPES

Les associations -types ont été définies en regroupant les faunes contenues dans les niveaux présentant les plus grandes affinités micropaléontologiques. Elles englobent les Foraminifères les plus fréquents dans ces niveaux et ceux trouvés de façon plus ponctuelle. Les associations-types sont résumées dans les tableaux 8 et 9.

#### A - COUPE DE CAUNETTES

##### 1 - FORMATION DE CAUNETTES

###### a - Marnes à Turritelles et Operculines

Un certain nombre de genres sont communs à tous les prélèvements effectués dans ces marnes, ils constituent l'association 1. Il s'agit des genres *Ammodiscus*, *Textularia*, *Spiroplectammina* (dont *S. plummerae*), *Triloculina*, *Quinqueloculina*, *Dentalina*, *Nodosaria*, *Marginulina*, *Oolina* (*O. acuticosta*), *Fissurina* (*F. orbignyana*), *Cibicides*, *Cibicidoides* (*C. aff. proprius acutimargo*). D'autres genres apparaissent de façon plus occasionnelle, en petit ou en grand nombre : *Gaudryina*, *Lagena*, *Lenticulina*, *Pseudonodosaria*, *Globulina* (*G. gibba*), *Guttulina* (*G. aff. communis*), *Pseudopolymorphina*, *Ramulina*, *Bulimina*, *Osangularia gyrata*.

Dans la partie inférieure de ce membre (marnes à Turritelles), on observe deux associations particulières :

- Association 1a : caractérisée par la présence de *Vvonniellina*.
- Association 1b : riche en *Bolivina* (*B. midwayensis*), *Uvigerina* (*U. aff. schwageri*) et Foraminifères planctoniques.

Dans la partie supérieure du membre (marnes à Operculines), deux autres associations peuvent être mises en évidence :

- Association 1c : où *Asterigerina* prédomine (*A. bartoniana*).
- Association 1d : particulièrement riche en *Gyroldina* (*G. octocamerata*) et *Cibicidoides* (*C. aff. proprius acutimargo*).

###### b - Silts et Grès du Devès

Le niveau de marnes à Nummulitidés (b2) a fourni deux associations :

- Association 2 : contenant des Nummulitidae, des Cibicides et des Rotalidae (*Rotalia cf. calcarini formis* ?).
- Association 3 : différant de la précédente par la présence de Foraminifères à test agglutiné du genre *Ammobaculites* (*A. midwayensis*).

## 2 - FORMATION DE MAIRONNES

### a - Marnes et Grès du Pech Redonel

Dans la partie inférieure de ces marnes (niv. 46 à 52) on peut définir une association moins riche que l'association 1. L'association 4 comprend un certain nombre de genres communs aux divers lavages étudiés : *Textularia*, *Spiroplectammina* (*S. plummerae*), *Gaudryina*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*, *Cibicides*. Les autres genres n'apparaissent que de façon occasionnelle : *Nodosaria* (dont *N. soluta*), *Lenticulina*, *Marginulina*, *Oolina*, *Rotalia*, *Karrerina* (*K. fallax*), *Bulimina* et Foraminifères planctoniques.

Dans la partie médiane du membre du Pech Redonel, l'association 5 contenant essentiellement des *Gyroldina octocamerata* (niv. 53) et l'association 6 beaucoup de *Bulimina* (niv. 54 et 55) se caractérisent par une microfaune peu diversifiée (tab. 8).

Dans la partie supérieure du membre (c2 et c3) nous avons pu définir l'association 7 comprenant un nombre élevé de grands Foraminifères (*Nummulites*, *Assilina*, *Operculina*, *Discoeyclina*) et de *Cibicides*. On peut y rencontrer, en faible quantité, *Bolivina midwayensis* et *Discorbis* (*D. perovalis* ?).

### b - Marnes et Grès du Fournas

L'association 7 précédemment décrite se rencontre souvent dans ce membre. Cependant, les marnes grises sans macrofaune (d1) ont fourni l'association 8 caractérisée par la présence presque exclusive de Foraminifères planctoniques et de *Cibicides*.

Une dernière association (association 9) a été trouvée au niveau de d5 (niv. 91, 92, 93). Elle renferme des *Nonion* (*N. commune*), des *Discorbis* (*D. perovalis* ?) auxquels s'ajoutent parfois des *Eponides*.

## 3 - CONCLUSION : PLACE DES ASSOCIATIONS DANS LES SEQUENCES DE FACIES

Si l'on replace les associations définies dans les séquences de faciès types, l'association 1 a été trouvée uniquement dans les dépôts de prodelta ou plate-forme externe, de même que l'association 8. Les associations 4, 5 et 6 assurent la transition entre les dépôts du prodelta et les dépôts de baie : il pourrait s'agir de dépôts de la plate-forme deltaïque (front de delta) en relation avec la mer ouverte. Par contre, les associations 2, 3, 7 et 9 se situent dans les baies et baies à tendances lagunaires.

## B - COUPE DE COUSTOUGE

### 1 - FORMATION DE COUSTOUGE

#### a - Marnes inférieures à Turritelles

Les associations définies dans ce membre sont peu diversifiées :

- Association 10 : elle renferme surtout des *Nummulites* et des *Cibicides* et de rares *Miliolidae*, *Textulariidae* et *Rotaliidae* (*Rotalia trochidiformis*) (Niv. 5 à 13).
- Association 11 : Plus riche en grands Foraminifères que la précédente (*Assilina*, *Operculina*, *Discocyclina*), elle renferme en outre des *Asterigerinidae* (*Asterigerina bartoniana*) (niv. 14 et 19).

Ces deux associations s'apparentent à l'association 2 de Caunettes.

#### b - Silts et Grès du Pêch des Fourches

L'association 11a est peu différente de l'association 11 : quelques *Nodosariidae* et *Discorbidae* s'y ajoutent (niv. 26, 34, 35). Elle est intermédiaire avec l'association 12 qui se caractérise par l'abondance des *Discorbidae* (*D. perovialis* ?) (niv. 57 et 58). Comme les précédentes l'association 12 contient des grands Foraminifères (*Assilina*, *Nummulites*), des *Cibicides* et quelques *Nodosariidae*, *Miliolidae* et *Textulariidae*.

La présence des *Discorbidae* en grand nombre rapproche cette association de l'association 9 de Caunettes, cependant elle ne contient pas de *Nonionidae*. Elle est moins riche que l'association 4.

### 2 - FORMATION DE JONQUIERES

#### a - Marnes supérieures à Turritelles

Nous avons vu précédemment que ces marnes pouvaient se subdiviser en 3 parties :

- La partie inférieure (niv. 60 à 70), peu diversifiée, présente une association (13) ayant la particularité de renfermer des *Nonionidae* (*Nonion commune*) en plus des grands Foraminifères (*Nummulites*, *Assilina*, *Operculina*, *Discocyclina*) et des *Miliolidae*.

Cette association s'apparente (comme la 12) à l'association 9 de Caunettes mais elle ne contient pas de *Discorbidae*. Les associations 12 et 13 se retrouvent toutes les deux dans l'association 9 de Caunettes.

- La partie médiane (niv. 71 à 83) présente l'association la plus variée : association 14. Elle renferme des grands Foraminifères et des *Cibicides*, *Asterigerina* (*A. bartoniana*), *Discorbis*, *Bolivina* (*B. midwayensis*), *Glandulinidae*, *Polymorphinidae*, *Nodosariidae* et *Miliolidae*.

Se rapprochant de l'association 4 de Caunettes on y trouve cependant moins de *Textulariidae*.

- La partie supérieure (niv. 84 à 89) donne l'association 15 qui se distingue de la précédente par une baisse dans l'abondance des grands Foraminifères et par la présence des *Globigerinacea* et de quelques *Buliminacea*.

Elle se rapproche comme la précédente de l'association 4 de Caunettes.

#### b - Silts et Grès des Croisettes

Une seule association a été définie dans ce membre :

- association 16 (niv. 99 à 106) : elle est peu riche et peu diversifiée. Elle renferme surtout des *Nummulites*, parfois des *Assilina* ou *Operculina*, des *Cibicides* et des *Miliolidae*. On peut y rencontrer quelques *Asterigerina*, *Rotalia* (*R. trochidiformis*) ou *Nonion*. L'association 9 de Caunettes est celle qui s'en rapproche le plus.

### 3 - CONCLUSION : PLACE DES ASSOCIATIONS DANS LES SEQUENCES DE FACIES

Les associations, au nombre de 7 à Coustouge sont moins variées que celles de Caunettes.

La comparaison entre les associations des deux coupes montre que l'on peut établir approximativement les correspondances suivantes :

| Associations | COUSTOUGE   | CAUNETTES |
|--------------|-------------|-----------|
|              | 10, 11, 11a | 2         |
|              | 12, 13, 16  | 9         |
|              | 14, 15      | 4         |

Les associations de Coustouge correspondent toutes à des dépôts de plate-forme littorale (10, 11, 14 et 15) et à des dépôts de baies (11a, 12, 13) ou baies à tendances lagunaires (16).

| Associations<br>Foraminifères | 1 | 1a | 1b | 1c | 1d | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------------------------|---|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Ammodiscus</i>             | ● | ●  | *  | *  | *  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Ammodaculites</i>          |   |    |    |    |    |   | ● |   |   |   |   |   |   |
| <i>Spiroplectammina</i>       | ● |    | ●  |    |    |   |   | ● |   |   |   |   |   |
| <i>Textularia</i>             | ● | ●  | ●  | ●  | ●  |   |   | ● |   | * |   |   |   |
| <i>Gaudryina</i>              | * |    | *  |    |    |   |   | ● |   |   |   |   |   |
| <i>Quinqueloculina</i>        | ● | ●  | ●  | ●  | ●  | ● |   | ● |   | * | * | ● | ● |
| <i>Triloculina</i>            | ● | ●  | ●  | ●  | ●  | ● |   | ● |   | * | * |   |   |
| <i>Nodosaria</i>              | ● | *  | *  | *  | ●  |   |   | * | * | * |   | * |   |
| <i>Dentalina</i>              | ● | *  | *  | *  | ●  |   |   |   | * | * |   | * |   |
| <i>Lagena</i>                 | * | *  | *  | *  |    |   |   |   | * | * |   | * |   |
| <i>Lenticulina</i>            | * | *  | *  | *  | ●  |   |   | * | * | * |   | * |   |
| <i>Marginulina</i>            | ● | *  | *  | *  |    |   |   | * | * | * |   | * |   |
| <i>Pseudonodosaria</i>        | * | *  | *  | *  |    |   |   |   | * | * |   | * |   |
| <i>Globulina</i>              | * | *  | *  |    |    |   |   |   |   |   |   |   | * |
| <i>Guttulina</i>              | * | *  | *  |    |    |   |   |   |   |   |   |   | * |
| <i>Pseudopolymorphina</i>     | * | *  | *  |    |    |   |   |   |   |   |   |   | * |
| <i>Ramulina</i>               | * | *  | *  |    |    |   |   |   |   |   |   |   | * |
| <i>Oolina</i>                 | ● |    | *  | *  | *  |   |   | * | * |   |   | * |   |
| <i>Fissurina</i>              | ● |    | *  | *  | *  |   |   |   | * |   |   | * |   |
| <i>Bolivina</i>               | * | *  | ●  |    |    |   |   |   |   | * | * |   |   |
| <i>Gulimina</i>               | * | *  |    |    | *  |   |   | * |   | ● |   | * |   |
| <i>Uvigerina</i>              | * | *  | ●  |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Discorbis</i>              |   |    |    |    |    |   |   | * |   |   | * |   | ● |
| <i>Asterigerina</i>           | * | *  |    | ●  | *  |   |   | * |   |   |   |   |   |
| <i>Rotalia</i>                |   |    |    |    |    | ● | * | * |   |   |   |   |   |
| <i>Nummulites</i>             |   |    |    |    |    | ● | * | ● |   | * | ● |   | * |
| <i>Assilina</i>               |   |    |    |    |    |   |   |   |   |   | ● |   | * |
| <i>Operculina</i>             | ● |    | *  | ●  | ●  | ● |   | ● |   |   | ● |   | * |
| <i>Globigerinacea</i>         | * | *  | ●  |    | *  |   |   | * | * |   |   | ● | * |
| <i>Eponides</i>               |   |    |    |    |    |   |   | * | * |   |   |   |   |
| <i>Cibicides</i>              | ● | ●  | ●  | *  | ●  | ● | * | ● | * | * | ● | ● | ● |
| <i>Discocyclina</i>           |   |    |    |    |    |   |   | * |   |   | ● |   | * |
| <i>Nonion</i>                 |   |    |    |    |    |   |   |   |   |   | * | * | ● |
| <i>Gyroldina</i>              | * |    |    |    | ●  |   |   |   | ● |   |   |   |   |
| <i>Osangularia</i>            | * |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Cibicidoides</i>           | ● | *  | *  | ●  | ●  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Karreri</i>                |   |    |    |    |    |   |   | * |   |   |   |   |   |
| <i>Yvonniellina</i>           | * | ●  |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |

- Foraminifères dominants  
\* Foraminifères occasionnels

1et1a-1d : Marnes à Turritelles et Operculines  
2et3 : Silt et Grès du Devès  
4 - 7 : Marnes et Grès du Pech Redonel  
8et9 : Marnes et Grès du Fournas

Tab. 8 Associations de Foraminifères définies dans la coupe de Caunettes.

Foraminiferal associations of the Caunettes section.

| Associations<br>Foraminifères | 10 | 11 | 11a | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-------------------------------|----|----|-----|----|----|----|----|----|
| <i>Spiroplectamina</i>        | *  | *  | *   | *  |    |    | *  |    |
| <i>Textularia</i>             | *  | *  | *   | *  |    |    | *  |    |
| <i>Quinqueloculina</i>        | *  | *  | ●   | *  | ●  | ●  | ●  | *  |
| <i>Triloculina</i>            | *  | *  | ●   | *  | ●  | ●  | ●  | *  |
| <i>Nodosarillidae</i>         |    |    | *   | *  |    | *  | *  |    |
| <i>Polymorphinidae</i>        |    |    |     |    |    | *  |    |    |
| <i>Glandulinidae</i>          |    |    |     |    |    | *  |    |    |
| <i>Bolivina</i>               |    |    |     |    |    | *  | *  |    |
| <i>Bulimina</i>               |    |    |     |    |    |    | *  |    |
| <i>Discorbis</i>              |    |    | *   | ●  |    | *  |    |    |
| <i>Asterigerina</i>           |    | ●  | *   |    |    | *  | *  | *  |
| <i>Rotalia</i>                | *  | ●  | *   |    |    |    |    | *  |
| <i>Nummulites</i>             | ●  | ●  | ●   | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  |
| <i>Assilina</i>               |    | ●  | ●   | ●  | ●  | ●  |    | *  |
| <i>Operculina</i>             |    | ●  | ●   |    | ●  | ●  | *  | *  |
| <i>Globigerinacea</i>         |    |    |     |    |    |    | ●  |    |
| <i>Cibicides</i>              | ●  | ●  | ●   | *  | ●  | ●  | ●  | ●  |
| <i>Discocyclina</i>           |    | *  | *   |    | *  | ●  | *  |    |
| <i>Nonion</i>                 |    |    |     |    | *  | *  |    | *  |

● Foraminifères dominants

\* Foraminifères occasionnels

10 et 11 : Marnes inférieures à Turritelles

11a et 12 : Silts et Grès du Pech des Fourches

13 15 : Marnes supérieures à Turritelles

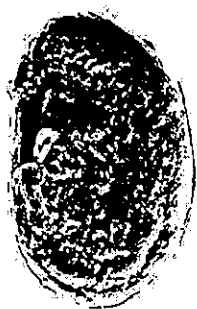
16 : Silts et Grès des Croisettes

Tab. 9 Associations de Foraminifères définies dans la coupe de Coustouge.

Foraminiferal associations of the Coustouge section.

PLANCHE-PHOTO II

- 1- *Ammodiscus* sp. (X 135).
- 2- *Ammobaculites midwayensis* PLUMMER, 1933 (X 60).
- 3- *Spiroplectamina midwayana* ? LALLEKER (X 60).
- 4- *Spiroplectamina plummerae* CUSHMAN, 1948 (X 60).
- 5- *Textularia* sp. (X 34).
- 6- *Gaudryina* sp. (X 67,5).
- 7- *Gaudryina* sp. (X 60).
- 8- *Triloculina* aff. *gibba* d'ORBIGNY, 1826 (X 67,5).
- 9- *Quinqueloculina* cf. *ludwigi* REUSS, 1866 (X 52).
- 10- *Triloculina gibba* d'ORBIGNY, 1826 (X 67,5).
- 11- *Quinqueloculina* sp.
- 12- *Nodosaria soluta* REUSS (X 135).



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



PLANCHE-PHOTO III

- 1- *Nodosaria naphanistrum* (LINNE) var. *caribbeana* HEDBERG, 1937 (X 67,5).
- 2- *Dentalina marchi* REUSS, 1860 (X 21).
- 3- *Dentalina* cf. *solida* ? SEGUENZA, 1880 (X 135).
- 4- *Lagena* sp. (X 135).
- 5- *Lenticulina* sp. (X 81).
- 6- *Lenticulina alato-limbata* GÜMBEL, 1868 (X 60).
- 7- *Marginulina longiforma* ? PLUMMER (X 81).
- 8- *Marginulina eocaenica* ? FRANKE, 1912 (X 67,5).
- 9- *Pseudonodosaria* sp. (X 67,5).
- 10- *Globulina gibba* d'ORBIGNY, 1826 (X 60).
- 11- *Guttulina* aff. *communis* d'ORBIGNY, 1826 (X 135).
- 12- *Pseudopolymorphina* sp. (X 135).
- 13- *Ramulina* sp. (X 67,5).
- 14- *Oolina acuticosta* REUSS, 1862 (X 210).

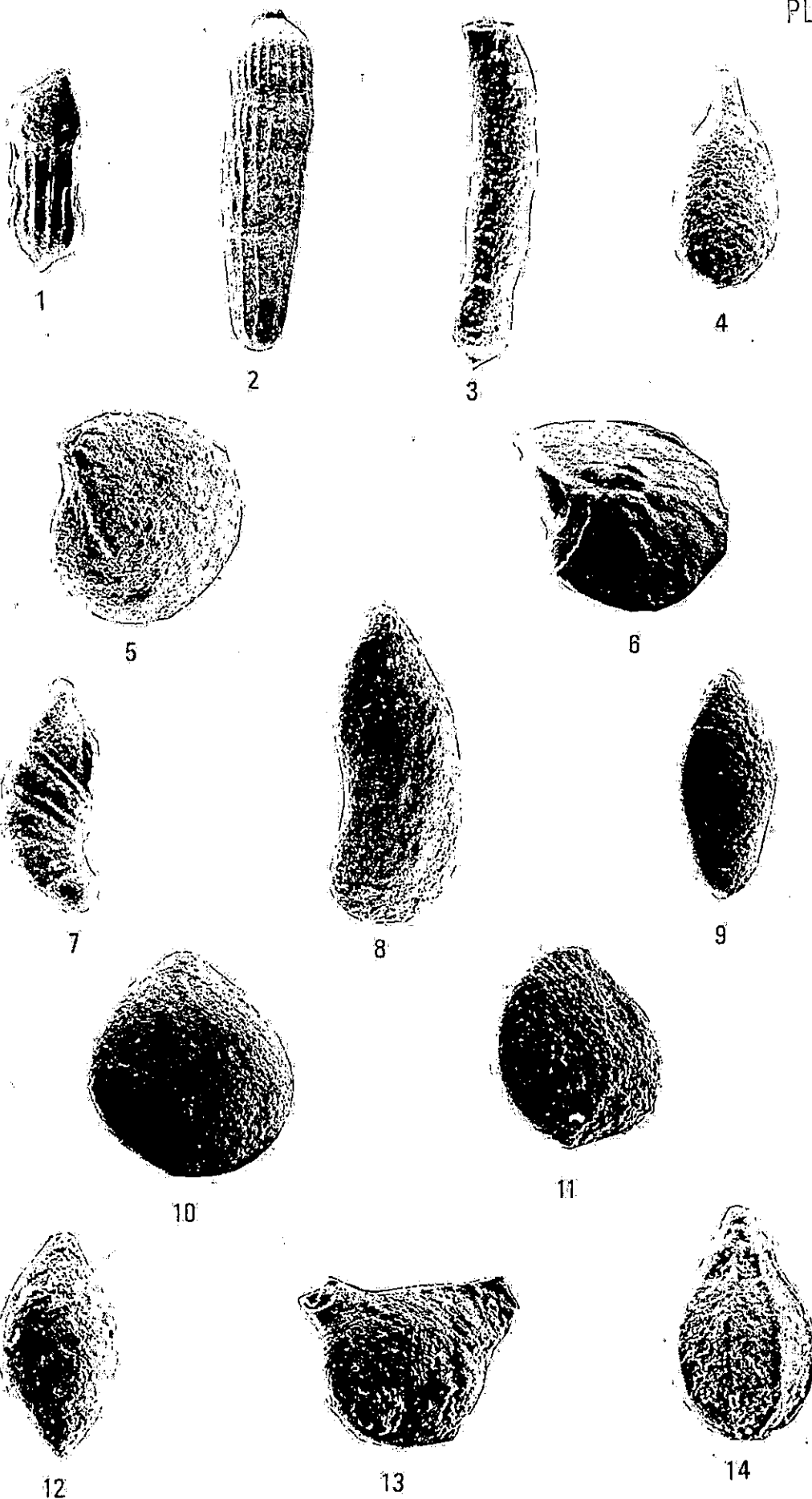


PLANCHE-PHOTO IV

- 1- *Fissurina orbignyana* SEGUENZA, 1862 (X 135).
- 2- *Buliminella pulchia* TERQUEM, 1950 (X 135).
- 3- *Bolivina midwayensis* CUSHMAN, 1936 (X 135).
- 4- *Uvigerinella abbreviata* TERQUEM, 1882 (X 135).
- 5- *Uvigerina* aff. *Schwageri* BRADY, 1884 (X 240).
- 6- *Bulimina* sp. (X 240).
- 7- *Bulimina* sp. (X 210).
- 8- *Discorbis* sp. (X 270).
- 9- *Discorbis perovalis* ? TERQUEM (X 135).
- 10- *Discorbis perovalis* ? TERQUEM (X 135).
- 11- *Asterigerina bartoniana* TEN DAM, 1961 (X 60).
- 12- *Rotalia trochidiformis* LAMARCK, 1804 (X 60).



1



2



3



4



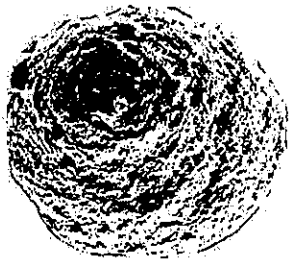
5



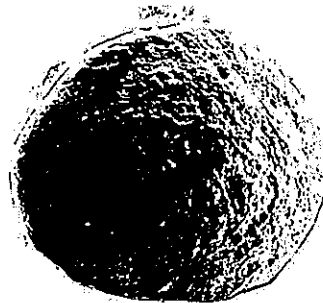
6



7



8



9



10



11



12

PLANCHE-PHOTO V

=====

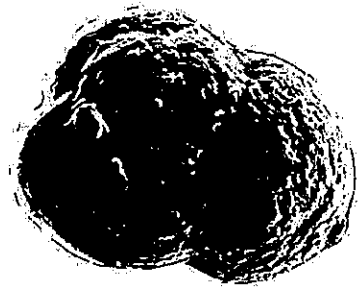
- 1- *Rotalia* cf. *calcariniiformis* ? SCHWAGER (X 135).
- 2- *Rotalia* cf. *calcariniiformis* ? SCHWAGER (X 135).
- 3- Foraminifère planctonique indéterminé (X 270).
- 4- *Cibicides* sp. (X 67,5).
- 5- *Cibicides beadnelli* ? LE ROY, 1953 (X 135).
- 6- *Gyroidina octocamerata* CUSHMAN et HANNA, 1927 (X 81).
- 7- Nonion commune d'ORBIGNY, 1846 (X 210).
- 8- *Osangularia gyrata* TERQUEM, 1882 (X 135).
- 9- *Cibicidoides* aff. *propreus* var. *acutimargo* TEN DAM, 1961 (X 81).
- 10- *Karreriella fallax* RZEHA, 1891 (X 60).
- 11- *Yvonniellina* sp. (X 240).



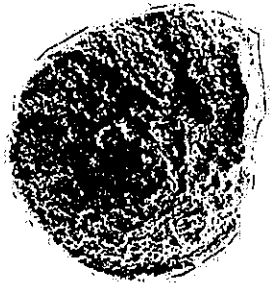
1



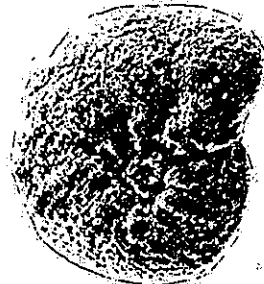
2



3



4



5



6



7



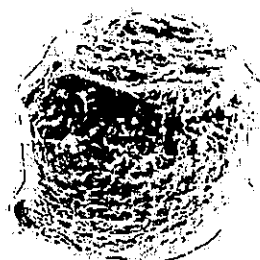
8



9



10



11

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| I - DIAGRAMMES DE MURRAY.....                                                  | 166 |
| II - ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES<br>DE LA COUPE DE CAUNETTES.....  | 170 |
| III - ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES<br>DE LA COUPE DE COUSTOUGE..... | 191 |
| IV - LES ORGANISMES DANS LEUR BIOTOPE                                          |     |
| A - GRANDS FORAMINIFÈRES.....                                                  | 211 |
| B - PETITS FORAMINIFÈRES.....                                                  | 224 |
| C - OSTRACODES.....                                                            | 241 |
| D - MACROFAUNE.....                                                            | 241 |

# **paléoécologie**

---

Dans un premier temps (Chap. III) ont été décrits les divers environnements sédimentaires, dans un second temps (Chap. IV), nous avons fait l'inventaire de la microfaune dans les deux coupes.

L'objectif de ce chapitre sera de resituer les divers peuplements paléocéologiques dans leur biotope en s'appuyant sur les diagrammes de MURRAY (1973) puis, surtout, sur des méthodes statistiques (Analyses Factorielles des Correspondances) et enfin par comparaison avec les milieux de vie actuels et fossiles décrits par divers auteurs.

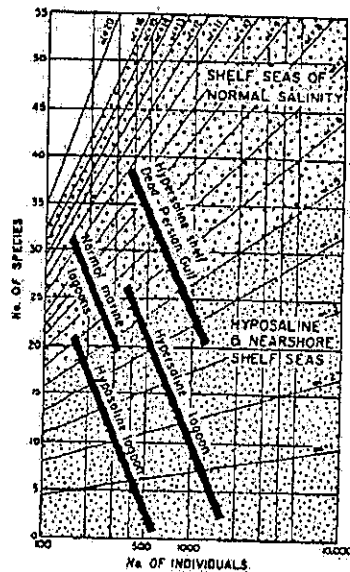


Fig. 78a

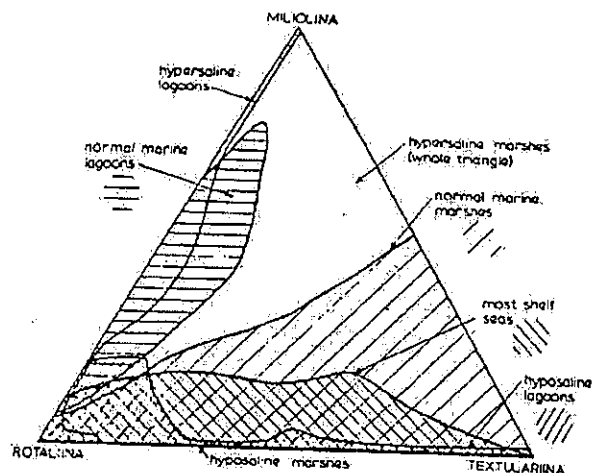
Indice de diversité spécifique de FISCHER ( $\alpha$ ).  
Données pour les Foraminifères actuels montrant le domaine de chaque environnement (MURRAY, 1973).

Specific diversity index of FISCHER ( $\alpha$ ).  
Summary of the range of diversity in different environments (MURRAY, 1973).

Fig. 78b

Triangle de proportion des  
3 sous-ordres de Foraminifères  
(MURRAY, 1973).

Triangular plot based on the proportion of the three sub-orders (MURRAY, 1973).





## I - DIAGRAMMES DE MURRAY

La comparaison des diagrammes triangulaires (fig. 79 et 80) effectués avec les diagrammes de MURRAY (1973), permet de se faire une idée sur les divers environnements : il ne s'agit que d'une première approximation qui sera complétée par les analyses quantitatives.

L'ensemble des prélèvements des coupes étudiées montrent que la valeur de l'index  $\alpha^*$  (nombre d'espèces / nombre d'individus) se situe autour de la valeur limite ( $\alpha = 5$ ), qui sépare les environnements marins de salinité normale ( $\alpha > 5$ ) des environnements de salinité anormale ( $\alpha < 5$  - fig. 78a).

### A - COUPE DE CAUNETTES

- Les Marnes à Turritelles et Operculines donnent un environnement de plate-forme à salinité normale ( $\alpha > 5$  - fig. 79a).

La comparaison avec le triangle de MURRAY (fig. 78b) montre que les points gisements se situent dans les domaines de plate-forme, lagunes ou marais de salinité normale.

La diversité observée et les caractéristiques de la microfaune indiquent plutôt une plate-forme de salinité normale.

C'est l'abondance des Foraminifères à test porcelané qui place les points dans les milieux de marais ou de lagunes (surestimation ?).

- Les Marnes et Grès du Pech Redonel se situent à la limite plate-forme / plate-forme côtière.

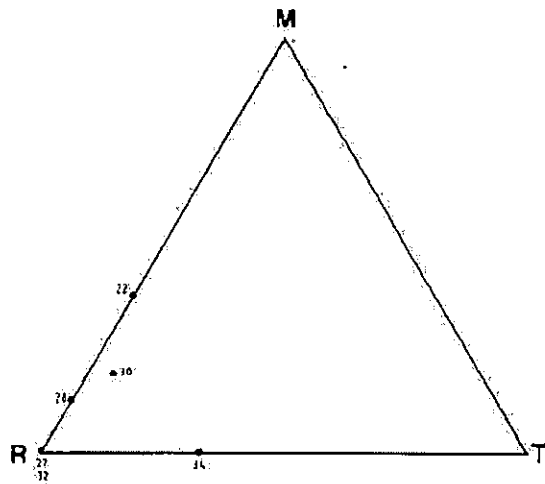
Les points des diagrammes triangulaires (fig. 79c) donnent des milieux de salinité normale (plate-forme, marais) ou des lagunes hyposalines mettant en évidence des influences côtières.

- Les autres diagrammes : Silts et Grès du Devès, Marnes et Grès du Fournas donnent des milieux de plate-forme, ou milieux lagunaires de salinité normale ou anormale ( $\alpha \leq 5$ ).

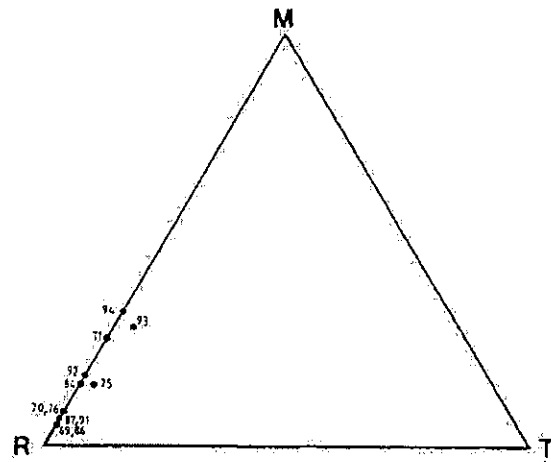
### B - COUPE DE COUSTOUGE

- Le point gisement du Calcaire marin basal indique des lagunes hypersalines ou de salinité normale (fig. 80a).

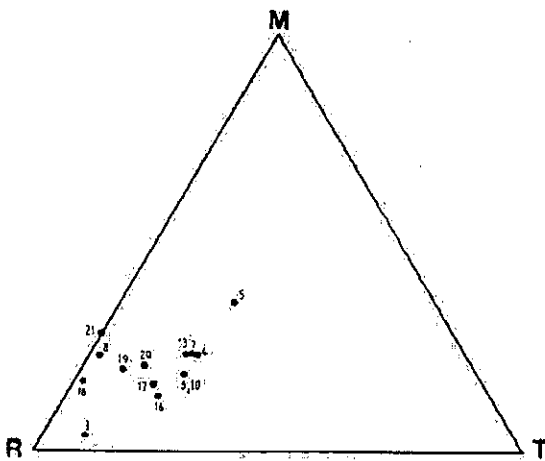
\* Cet index n'a pu être calculé pour chaque échantillon, il s'agit d'une moyenne approximative.



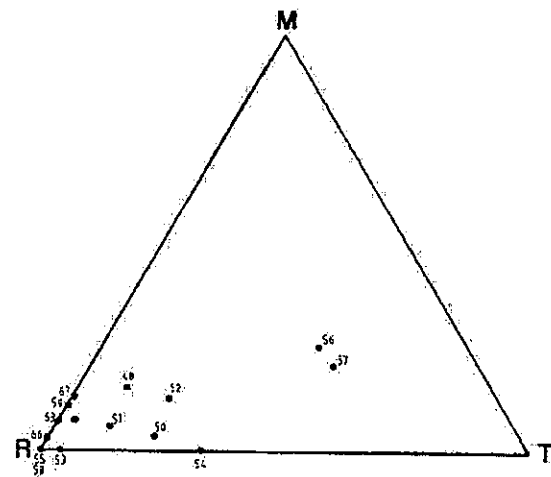
b-Silts et Grès  
du Devès



d-Marnes et Grès  
du Fournas



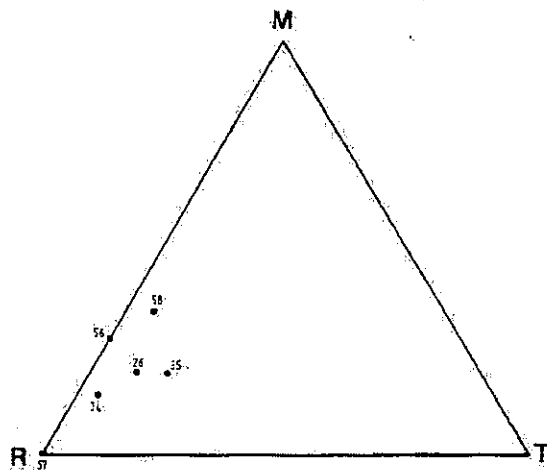
a-Marnes à Turritelles  
et Operculines



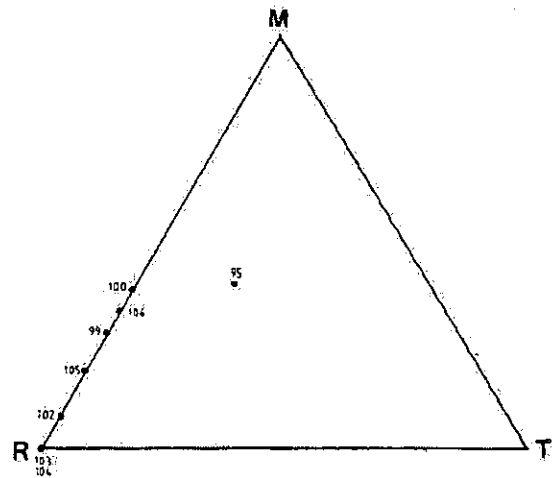
c-Marnes et Grès  
du Pech Redonel

Fig. 79 Diagrammes triangulaires représentant la proportion des sous-  
ordres (Textulariina/Rotaliina/Miliolina).  
Coupe de Caunettes.

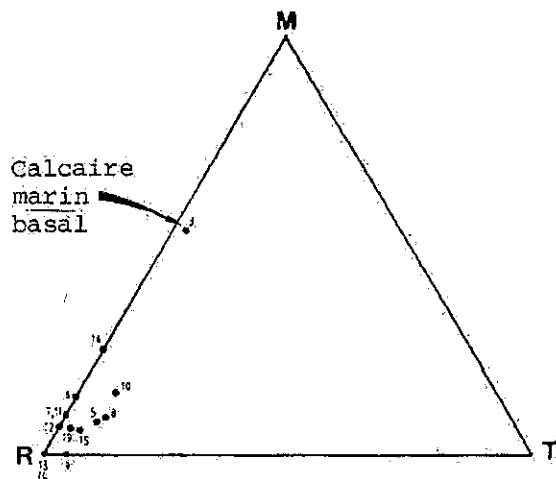
Triangular plots showing the proportion of the sub-orders  
(Textulariina/Rotaliina/Miliolina). Caunettes section.



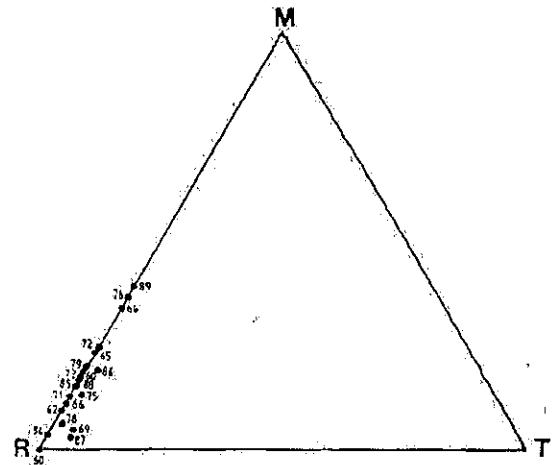
b-Silts et Grès  
du Pech des Fourches



d-Silts et Grès  
des Croisettes



a-Marnes inférieures  
à Turritelles



c-Marnes supérieures  
à Turritelles

Fig. 80 Diagrammes triangulaires représentant la proportion des sous-ordres (Textulariina/Rotaliina/Miliolina).  
Coupe de Coustouge.

Triangular plots showing the proportion of the sub-orders (Textulariina/Rotaliina/Miliolina). Coustouge section.

- L'ensemble des prélèvements de Coustouge se place dans des domaines de plate-forme côtière ( $\alpha < 5$  - fig. 78a).
- La comparaison avec le diagramme de MURRAY (fig. 78b) montre que les points gisements se situent en domaine de plate-forme (Marnes inférieures à Turritelles) et de lagunes de salinité normale ou hypersalines (Marnes supérieures à Turritelles, Silts et Grès des Croisettes).
- Le caractère de la microfaune et le contexte sédimentologique montrent qu'il s'agirait plutôt dans ce cas de baies et baies à tendances lagunaires.

Les résultats donnés par les diagrammes de MURRAY restent peu précis et sujets à caution d'autant plus que certains Foraminifères à test fragile (notamment les agglutinés) peuvent être sous-estimés et fausser l'interprétation. Pour qu'ils soient plus significatifs, il faudrait peut-être utiliser les super-familles et les familles au lieu des sous-ordres (SPRECHMANN P., 1981).

## II - ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES DE LA COUPE DE

### CAUNETTES-EN-VAL

#### A - LES DIFFÉRENTS MILIEUX DÉFINIS PAR L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES (A.F.C.)

Il est bien évident que les milieux définis par l'A.F.C. ne représentent pas tous les milieux présents sur les coupes car tous les niveaux ne renfermant pas ou peu de faune ont été écartés. Il en résulte que le schéma paléogéographique proposé doit être complété par les données sédimentologiques du chapitre III. Il n'apparaît dans cette analyse que des nuances entre des milieux relativement proches.

Les noyaux d'affinités dégagés par l'A.F.C. ne coïncident pas rigoureusement avec les associations de Foraminifères décrites dans le chapitre précédent pour les raisons suivantes :

- L'A.F.C. a pris en compte les caractères du lithofaciès et l'ensemble du peuplement paléontologique (macrofaune, Ostracodes, Algues,...) qui vont influencer la position du point représentatif de chaque organisme.
- Les Foraminifères peuvent appartenir à plusieurs associations : l'A.F.C. n'indiquera que leur position moyenne. Par exemple, OPE (Operculines) ne se situe pas dans les noyaux A, C ou B qui englobent les marnes à Operculines ni dans le noyau D qui prend en compte des échantillons de calcaires à Operculines où elles sont pourtant dominantes.

Par conséquent, on pourra seulement proposer une corrélation approximative entre associations de Foraminifères et noyaux d'affinités cénotiques.

#### 1 - LES ASSOCIATIONS CÉNOTIQUES

L'étude quantitative effectuée sur la coupe de Caunettes prend en compte 81 gisements répartis le long de la coupe et caractérisés par 51 descripteurs lithologiques et paléontologiques (se reporter au tableau des divers descripteurs, en fin de chapitre).

Cette analyse nous a permis de définir des ensembles de gisements ayant les plus grandes affinités entre eux, du point de vue litho et biofaciès. D'autre part, 8 noyaux d'affinités cénotiques ont pu être délimités. Ces derniers regroupent les organismes ayant tendance à cohabiter ou à se trouver associés dans un milieu similaire. La figure 81 regroupe les ensembles de gisements et les noyaux d'affinités cénotiques.

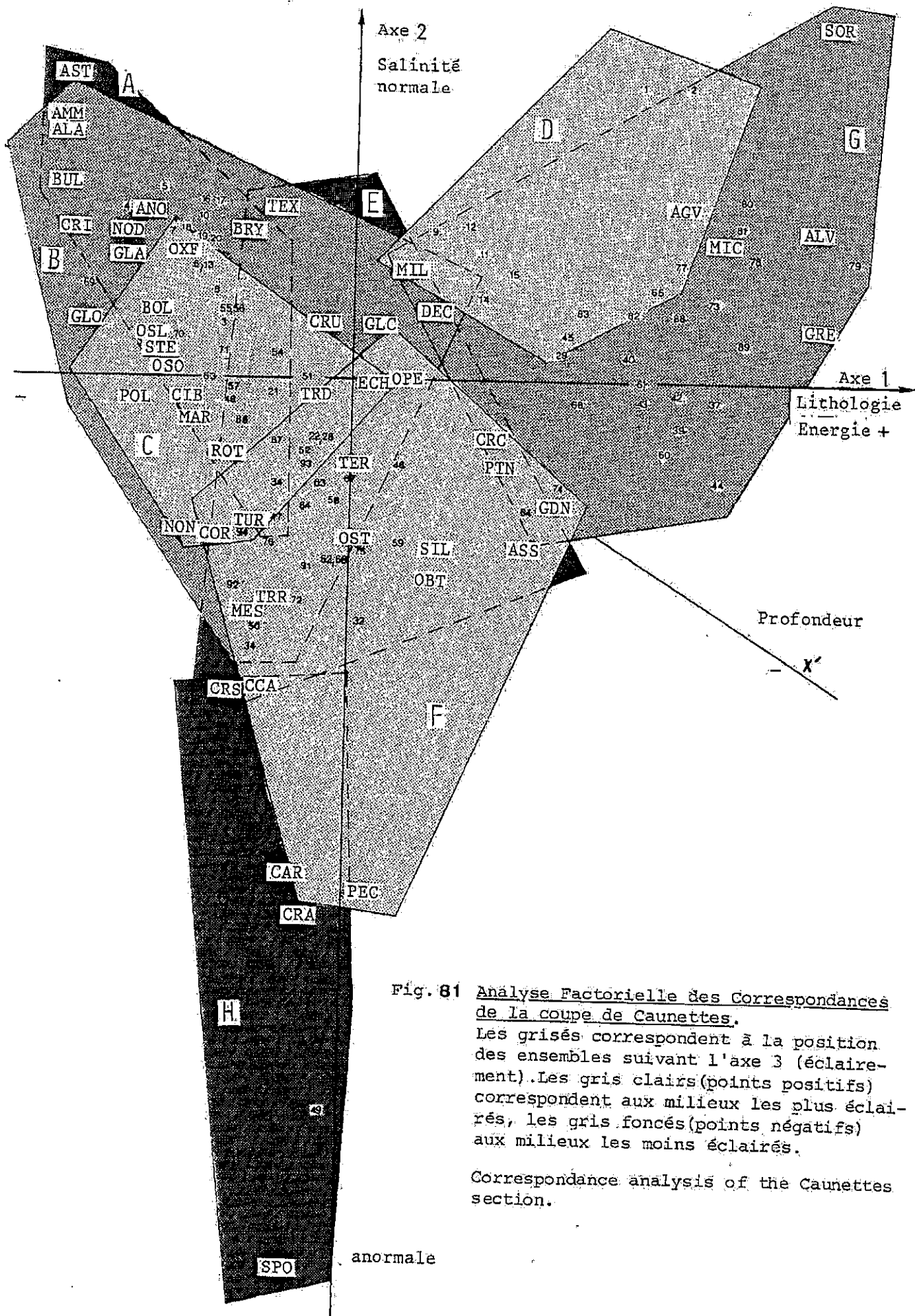


Fig. 81 Analyse Factorielle des Correspondances de la coupe de Caunettes.

Les grisés correspondent à la position des ensembles suivant l'axe 3 (éclairage). Les gris clairs (points positifs) correspondent aux milieux les plus éclairés, les gris foncés (points négatifs) aux milieux les moins éclairés.

Correspondance analysis of the Caunettes section.

- NOYAU A : Les gisements (\*) du noyau A attestent d'une sédimentation principalement marneuse et d'une profondeur relativement importante.  
Ils correspondent au domaine du prodelta.  
L'écozone caractérisant ce noyau renferme principalement des petits Foraminifères (Astérigérinidés, Alabaminidés, Bulimidés, Anomalinidés, Rotaliidés) et des Bryozoaires.
- NOYAU B : Les caractéristiques des gisements de ce noyau, proches de celles du noyau A du point de vue lithofaciès, diffèrent par leur contenu paléontologique.  
L'écozone correspondante renferme de nombreux Foraminifères (Ammodiscidés, Nodosariidés, Glandulinidés, Globigérinacés, Cibicididés, Miliolidés), des Ostracodes ornés et de la macrofaune (Crinoïdes, *Corbula*, *Mesalia*).  
Comme le noyau précédent il correspond au domaine de prodelta ou de front de delta.
- NOYAU C : D'après les gisements qu'il contient, ce noyau indique une sédimentation essentiellement marneuse (proximité du descripteur Marnes) de front de delta supérieur (milieu un peu moins profond que le précédent).  
Il correspond à une écozone à Bolivinitidés, Polymorphinidés, Nonionidés, Ostracodes lisses, Turritelles et Astérides.
- NOYAU D : Grâce aux caractères du lithofaciès des points gisements, nous interprétons cet ensemble comme un environnement de plate-forme protégée à tendance carbonatée.  
Il se caractérise par la présence du marqueur Algues vertes, mais les échantillons prélevés renferment aussi les organismes suivants : Alvéolines, Miliolidés, Operculines, Textulariidés, Bryozoaires et débris d'Echinides.  
Les Algues vertes suggèrent un milieu bien éclairé.
- NOYAU E : Les environnements représentés par les points gisements de ce noyau sont caractérisés par une sédimentation marneuse ou marno-silteuse.  
Leur bathymétrie est variable et la proximité du marqueur Silt indiqué une turbidité élevée.  
De telles conditions se retrouvent dans les baies interbras ou les baies peu protégées des apports terrigènes.  
L'association paléontologique caractéristique de ces milieux se compose de Foraminifères (Rotaliidés, Textulariidés, Nummulites, Assilines, Discocyclines) et de Bryozoaires, de Crustacés, de Térédos et de Coraux solitaires.

(\*) Les gisements et les marqueurs correspondant à chaque ensemble sont indiqués dans le tableau 10.

- NOYAU F : Il regroupe des gisements correspondant à des milieux de bathymétrie et de salinité variable.

Il peut s'agir de dépôts de baies à tendances lagunaires pour les points les plus négatifs selon l'axe 2 et de dépôts de baies ouvertes vers le large pour les points proches de l'origine.

Ces milieux moins profonds et d'énergie un peu plus élevée que ceux du noyau C correspondent à l'écozone à Operculines et grandes Nummulites. Elle renferme une macrofaune importante : Térébratules, Ostréidés, Coraux coloniaux, Pectinidés et débris d'Echinidés.

- NOYAU G : Les points gisements regroupés dans cet ensemble se caractérisent par une sédimentation carbonatée (micrite) et/ou détritique (grès) et sont interprétés comme des environnements de plate-forme carbonatée, de baie, ou de haut-fond (shoal) plus ou moins protégés des apports terrigènes.

Les Soritidés (Orbitolites), Miliolidés et Alvéolines définissent cette écozone.

- NOYAU H : Ce noyau très particulier, n'est représenté que par un seul gisement qui renferme essentiellement de la macrofaune : Coraux solitaires, Cardiidés, Crassatellidés et surtout de nombreux Spondyles.

Mis à part sa composition faunistique, ce noyau présente les mêmes caractéristiques que le noyau E. Il correspond aux couches à Spondyles décrites dans le chapitre III, qui peuvent s'établir au sein de baies (E).

#### REMARQUES

- Certains descripteurs comme les Operculines, les Miliolidés ou bien encore les Débris coquilliers se trouvent dans une position moyenne car ils apparaissent dans des échantillons appartenant à des milieux différents.

Cette position traduit l'ubiquité ou le remaniement des descripteurs concernés.

- La position extrême des marqueurs du noyau H s'explique par le fait que seul le point 49 contient une grande quantité de la macrofaune renfermée par ce noyau.



La liaison avec les associations précédemment décrites (Tab. 8 Chap. IV) et les noyaux d'affinités cénotiques est résumée dans le tableau suivant :

| Noyaux d'affinités cénotiques | Associations |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                               |              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|                               | A            | X |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                               | A/E          |   |   |   | X |   |   |   |   |   |
|                               | E            |   |   |   | X |   |   |   |   |   |
|                               | B            | X |   |   |   |   |   |   | X |   |
|                               | C            |   |   |   |   | X | X |   |   |   |
|                               | C/F          |   | X | X |   |   |   | X |   | X |
|                               | F            |   | X | X |   |   |   |   |   | X |

## 2 - LES FACTEURS DE LA DISTRIBUTION

### - AXE 1 : (intervient pour 14,5 % de l'inertie totale)

L'axe 1 correspond à un gradient de lithologie et d'énergie. Il classe les gisements des milieux calmes à sédimentation marneuse ou silteuse (abscisses négatives) aux milieux plus agités à sédimentation carbonatée et/ou gréseuse (abscisses positives).

### - AXE 2 : (intervient pour 10,3 % de l'inertie totale)

L'axe 2 correspond à un gradient de salinité. Selon cet axe, les gisements d'abscisses positives renferment des organismes sténohalins vivant dans des eaux de salinité normale (Alabaminidés, Buliminidés, Globigérinacés, Soritidés,...) alors que ceux d'abscisses négatives contiennent des organismes pouvant supporter de faibles variations de salinité (euryhalins) tels que : Ostréidés, Turritelles, divers Lamellibranches,...

### - AXE 3 : (intervient pour 9,5 % de l'inertie totale)

Cet axe tend à séparer les organismes vivant dans des milieux bien éclairés et oxygénés (Coraux coloniaux, Algues vertes,...) de ceux pouvant supporter un éclaircissement moindre soit en raison d'une turbidité relativement importante (bien que la profondeur soit faible), soit en raison de la profondeur (Lamellibranches, Bryozoaires, Rotaliidés,...)

L'axe 3 correspond à un gradient prenant en compte l'éclaircissement (lié à la turbidité ou à la profondeur).

| NOYAU D'AFFINITES | DESCRIPTEURS                                          | GISEMENTS                                                                                  | INTERPRETATION                        | AXE 1 LITHOLOGIE ENERGIE                                                         | AXE 2 SALINITE     | AXE 3 ECLAIREMENT | AXE XX' PROFONDEUR RELATIVE |
|-------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| A                 | AST, AIA, BUL, ANO, BRV, ROT                          | 3, 10, 16, 17, 18, 47, 48                                                                  | Prodelta                              | Marnes<br>Energie faible                                                         | Normale            | Faible            | Forte à moyenne             |
| B                 | AMM, NOD, GIA, GLO, CIB, OSO, CRI, COR, MES, MIL, DEC | 4, 5, 6, 7, 8, 19, 20, 51, 56, 69, 70                                                      | Front de delta<br>Prodelta            | Marnes et marnes<br>silteuses<br>Energie faible                                  | Normale            | Moyen             | Forte à moyenne             |
| C                 | BOL, POL, NON, MAR, OXF, OSI, STE, TUR                | 21, 22, 28, 34, 53, 54, 55, 57, 71, 86, 87, 93, 94                                         | Front de delta<br>supérieur           | Marnes et marnes<br>silteuses<br>Energie faible                                  | Normale à anormale | Bon               | Moyenne à faible            |
| D                 | AGV                                                   | 1, 2, 9, 11, 12, 14, 45                                                                    | Plate-forme plus ou<br>moins protégée | Calcaires                                                                        | Normale            | Bon               | Moyenne                     |
| E                 | TEX, BRV, CRU, GIC, TRD, ROT, CRS, OBT, PTN, ASS, SIL | 32, 47, 48, 50, 59, 64                                                                     | Baies interbras<br>Baies              | Marnes, marnes<br>silteuses, silt<br>Energie moyenne                             | Normale à anormale | Faible            | Moyenne à faible            |
| F                 | ECH, OPE, TER, TUR, TER, OST, CCA, CRC, GDN, PEC      | 22, 28, 34, 46, 58, 62, 63, 66, 67, 72, 75, 76, 84, 87, 91, 92, 93, 94                     | Baies<br>Lagunes                      | Marnes silteuses<br>et silt<br>Energie moyenne à faible                          | Normale à anormale | Bon               | Moyenne à faible            |
| G                 | SOR, MIC, GRE, ALV, DEC, MIL                          | 15, 29, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 60, 61, 65, 68, 73, 74, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 88, 89 | Hauts-fonds                           | Calcaires et<br>calcaires gréseux<br>Grès à matrice<br>calcaire<br>Energie forte | Normale            | Moyen             | Moyenne à faible            |
| H                 | CAR, CRA, CRS, SPO                                    | 49                                                                                         | Bancs à Spondyles                     | Silt marneux<br>Energie moyenne à faible                                         | Normale à anormale | Faible            | Faible                      |

Tab. 10 Interprétation de l'Analyse Factorielle des Correspondances de Caunettes. Tableau récapitulatif.  
Correspondance Analysis Interpretation of the Caunettes section. Recapitulatory table.

- AXE XX' : Le gradient de profondeur n'apparaît pas nettement suivant un des trois axes principaux mais, en raison de la liaison évidente entre les divers facteurs, il est matérialisé par l'axe XX'.

Conformément à cette hypothèse, la projection des points gisements et des marqueurs nous montre une augmentation de la bathymétrie de X' vers X.

## B - RÉPARTITION HORIZONTALE ET VERTICALE DES MILIEUX

On peut visualiser les différents milieux de vie définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances sur la coupe de Caunettes par un schéma paléogéographique purement théorique (fig. 82).

### REMARQUES

- Les différences de profondeur dans ces milieux sont tout à fait relatives et généralement faibles. Par exemple, pour le delta de la Mahakam (Indonésie), le prodelta a une profondeur d'environ - 60 m, le front de delta - 5 m (ALLEN et al., 1979).
- Ainsi que le montrent les chevauchements entre les différents ensembles (fig. 81), le passage d'un milieu à un autre se fait souvent de manière progressive.
- Les relations entre les divers milieux telles qu'elles ressortent des proximités relatives des différents noyaux de l'A.F.C. sont indiquées sur le tableau 11.

|   | A | B | C | D | E | F | G | H |                                      |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------------------------------------|
| A | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● Milieux contigus                   |
| B | ● | ● | ● | ☆ | ● | ● | ● | ● | ☆ Milieux rarement contigus          |
| C | ● | ● | ● | ☆ | ● | ● | ● | ● |                                      |
| D | ● | ☆ | ☆ | ● | ● | ☆ | ● | ● | ● Pas de relations, milieux éloignés |
| E | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ☆ | ● |                                      |
| F | ● | ● | ● | ☆ | ● | ● | ● | ● |                                      |
| G | ● | ● | ● | ● | ☆ | ● | ● | ● |                                      |
| H | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |                                      |

Tab. 11 Relations entre les différents milieux de la coupe de Caunettes.

Relationships between the various environments of the Caunettes section.

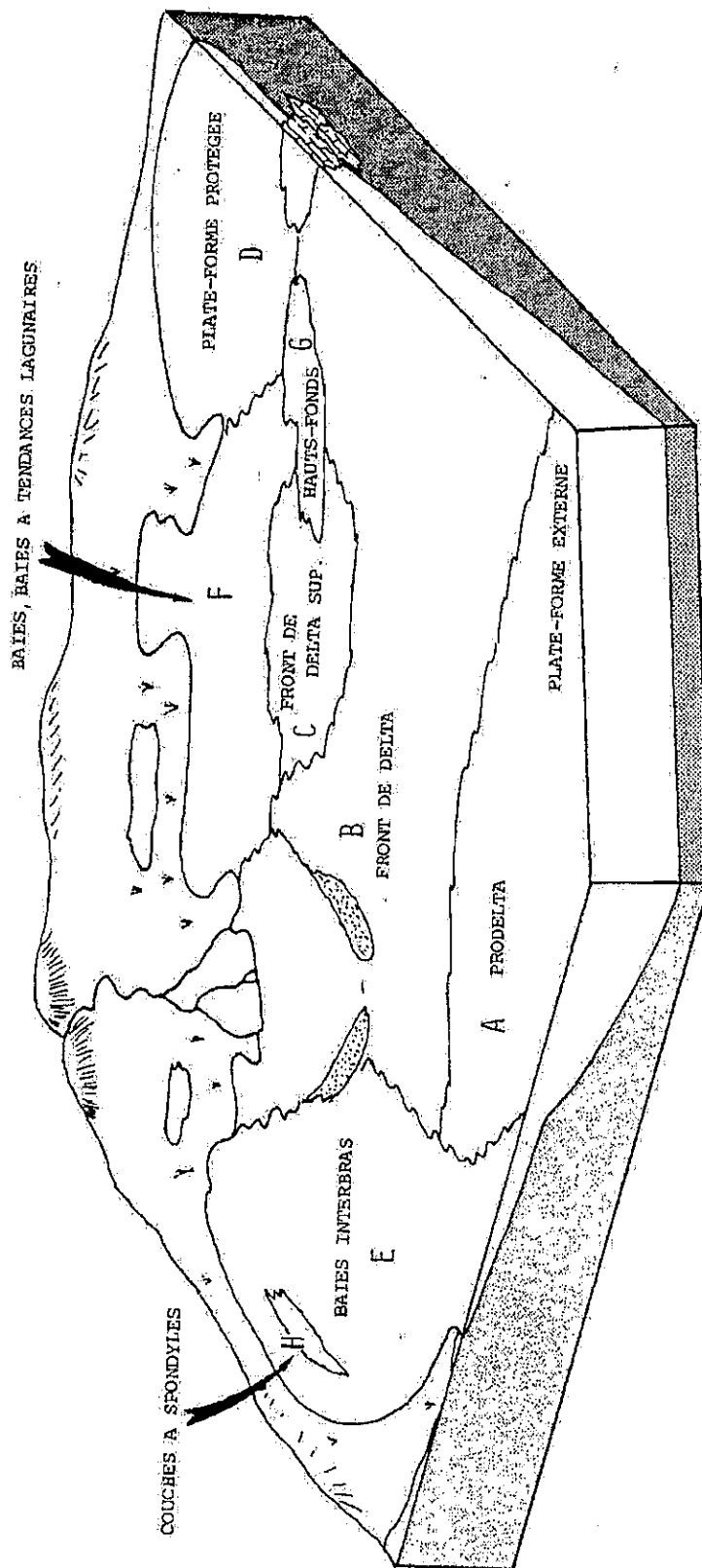
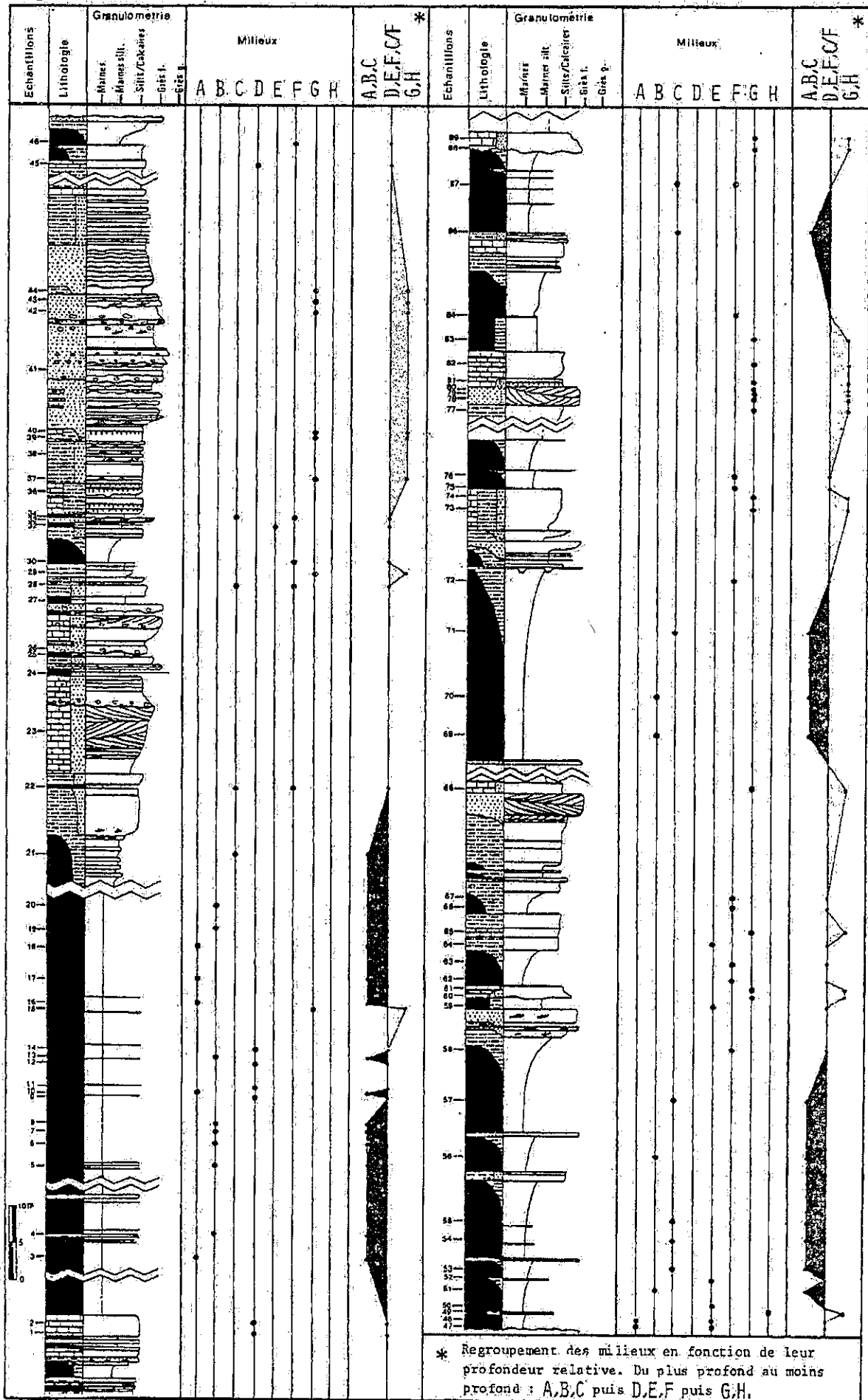


Fig. 82 Relations entre les différents milieux définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances de Caunettes.

Relationships between the different facies distinguished by the Correspondance Analysis of Caunettes.

83a



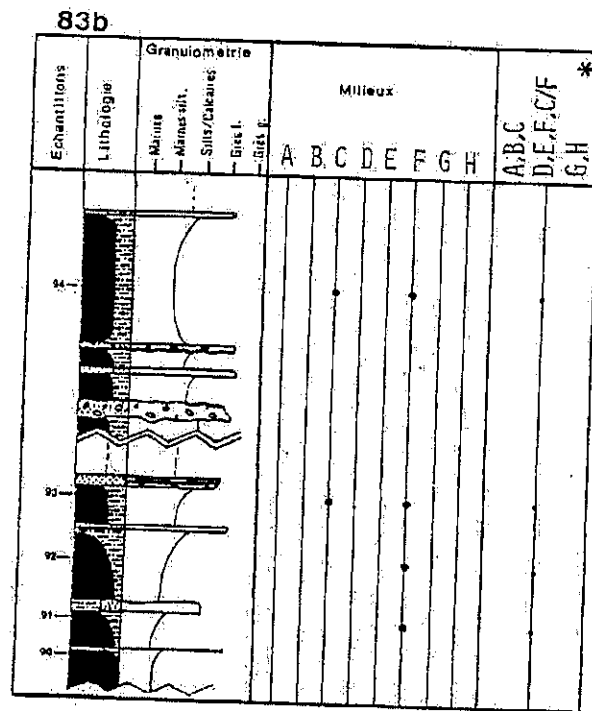


Fig. 83 Répartition verticale des divers milieux définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances de Caunettes.

Vertical distribution of the various environments distinguished by the Correspondance Analysis of Caunettes.

- Le milieu auquel appartient chaque point gisement est reporté sur la figure 83.

Le regroupement des milieux selon leur profondeur relative permet de visualiser les approfondissements.

## C - DISTRIBUTION GÉNÉRALE DES DIVERS MARQUEURS

### 1 - MARQUEURS LITHOLOGIQUES

La répartition générale des marqueurs lithologiques est indiquée sur la figure 84. La figure 85 et le tableau 12 montrent l'abondance des marqueurs micrite, marnes, silts et grès dans les différents milieux.

On peut ajouter que les débris coquilliers sont présents partout avec une plus grande abondance dans les zones côtières (F, D, G). Les terriers sont communs dans les zones marneuses côtières (front de delta supérieur, baies, baies interbras - C, F, E).

| MARQUEURS \ MILIEUX | Prodelta/pl. ext. | Front de delta | Front de delta sup. | Pl.-f. protégée | Baies interbras | Baies et lagunes | Hauts-fonds | C. à Spondyles |
|---------------------|-------------------|----------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|----------------|
|                     | A                 | B              | C                   | D               | E               | F                | G           | H              |
| MICRITE             |                   |                |                     | TA              | R               |                  | TA          |                |
| MARNES              | TA                | TA             | TA                  | C               | A               | TA               |             | C              |
| SILTS               | C                 | R              | C                   | R               | A               | C                | A           | A              |
| GRÈS                |                   |                | R                   |                 | R               |                  | A           |                |
| CONCRETIONS CALC.   |                   |                | TA                  |                 | TA              | TA               |             |                |
| GLAUCONIE           | C                 | R              | C                   |                 |                 |                  | C           |                |
| OXYDES DE FER       | C                 | A              | A                   | C               | R               | C                | C           |                |
| DEBRIS COQUILLIERS  | TA                | A              | A                   | TA              | A               | TA               | TA          |                |
| TERRIERS            | R                 |                | C                   |                 | C               | C                |             |                |

Tab. 12 Tableau de répartition et d'abondance relative des marqueurs lithologiques dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances de Caunettes.

Distribution and relative abundance of lithological markers in the environments distinguished by the correspondence Analysis of Caunettes.

# BAIES, BAIES A TENDANCES LAGUNAIRES

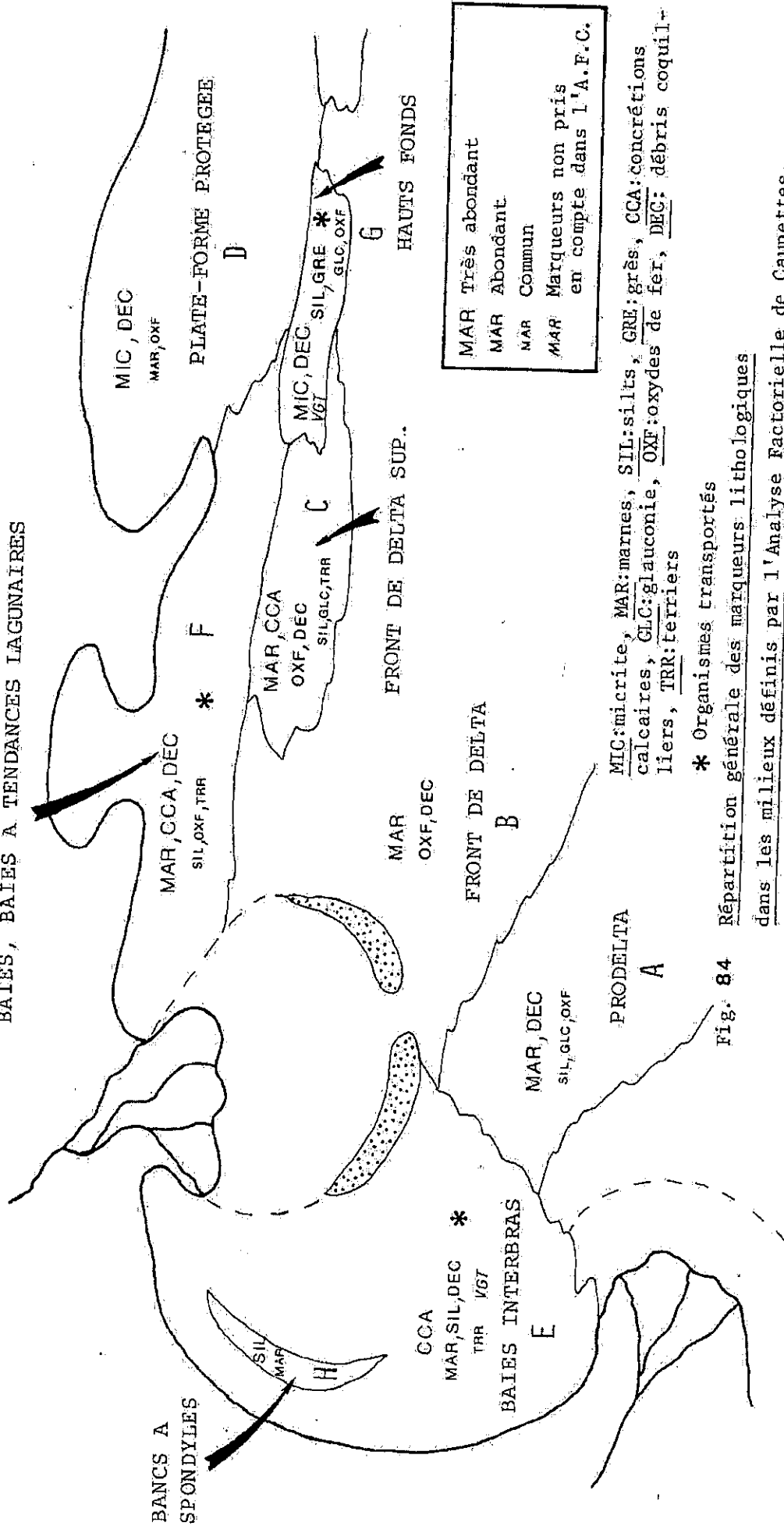


Fig. 84

\* Organismes transportés

Répartition générale des marqueurs lithologiques dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Caunettes.

General distribution of lithological markers in the environments distinguished by the Correspondance Analysis of Caunettes.



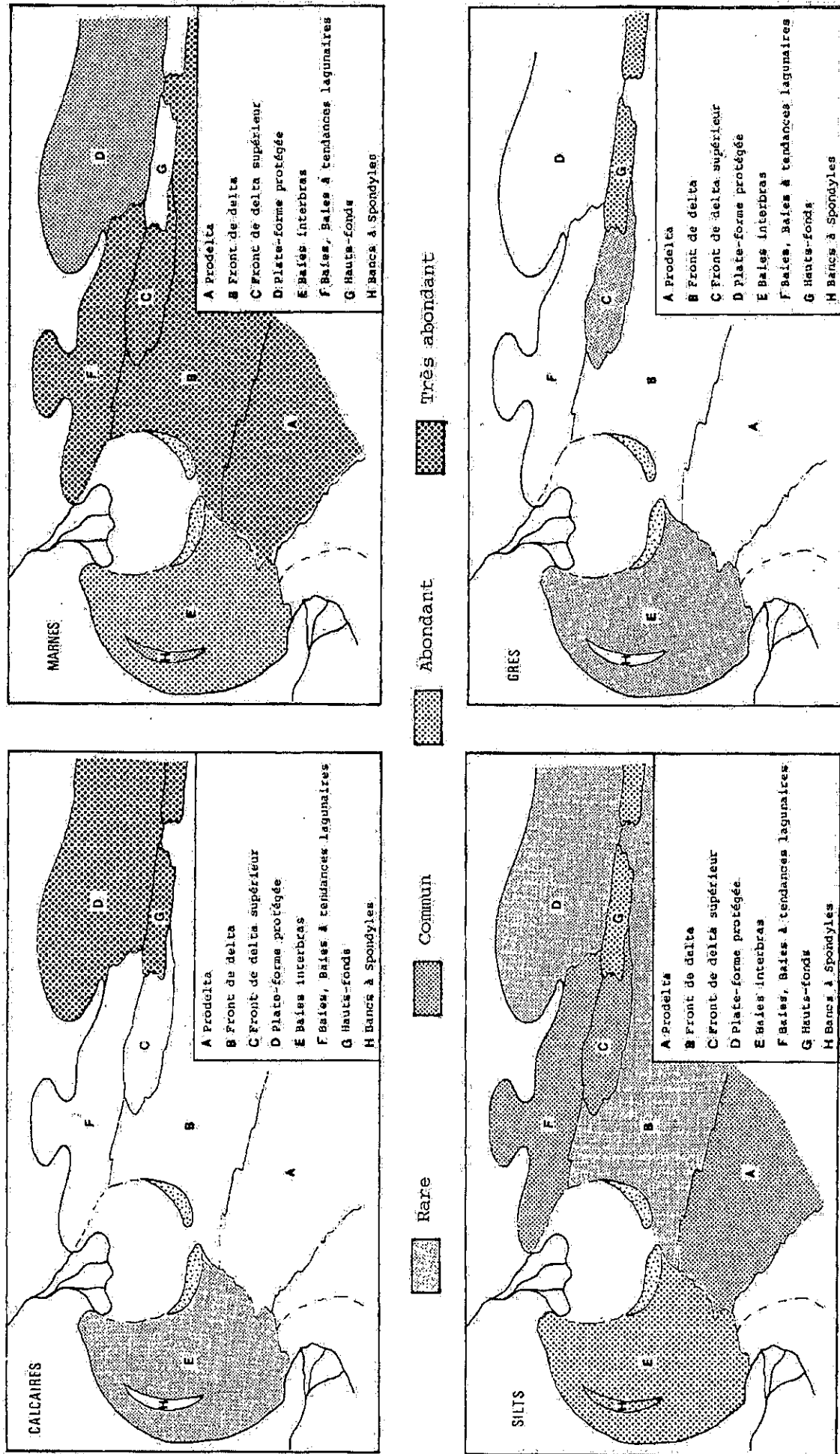


Fig. 85 Répartition et abondance des marqueurs lithologiques Calcaires, Marnes, Silts et Grès dans les milieux de Caunettes.

Distribution and abundance of lithological markers : limestones, marls, siltstones and sandstones in the Caunettes environments.

## 2 - MICROFAUNE

### a - Grands Foraminifères

Le tableau 13 et la figure 86 illustrent la répartition et l'abondance relative des grands Foraminifères dans les milieux définis.

L'abondance et la diversité des grands Foraminifères sont plus importantes dans les zones interbras, dans les zones côtières et les hauts-fonds (E, F, D).

Les zones correspondant aux milieux les plus profonds (prodelta - front de delta) sont moins riches.

| MILIEUX<br>MARQUEURS | Prodelta/pl.-f. ext. | Front de delta | Front de delta sup. | Pl.-f. protégée | Baies interbras | Baies et lagunes | Hauts-fonds | C. à Spondyles |
|----------------------|----------------------|----------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|----------------|
|                      | A                    | B              | C                   | D               | E               | F                | G           | H              |
| ALVEOLINES           |                      |                |                     | R               |                 | R                | A           |                |
| SORTIDES             |                      |                |                     | A               |                 |                  | C           |                |
| GR. NUMMULITES       | C                    |                |                     | R               | C               | A                | TA          |                |
| PETITES NUM.         | R                    | TA             | TA                  | A               | TA              | TA               | TA          |                |
| ASSILINES            |                      |                |                     |                 | A               | TA               | A           |                |
| OPERCULINES          | TA                   | TA             | C                   | TA              | TA              | TA               | TA          | A              |
| ORBITOIDIDES         |                      | R              | R                   | R               | A               | TA               | A           |                |
| MILIOLIDES           | TA                   | TA             | C                   | A               | A               | A                | TA          |                |

Tab. 13 Tableau de répartition et d'abondance relative des grands Foraminifères dans les milieux définis par l'A.F.C. de Caunettes.

Distribution and relative abundance of large Foraminifera in the environments distinguished by the Caunettes Correspondance Analysis.

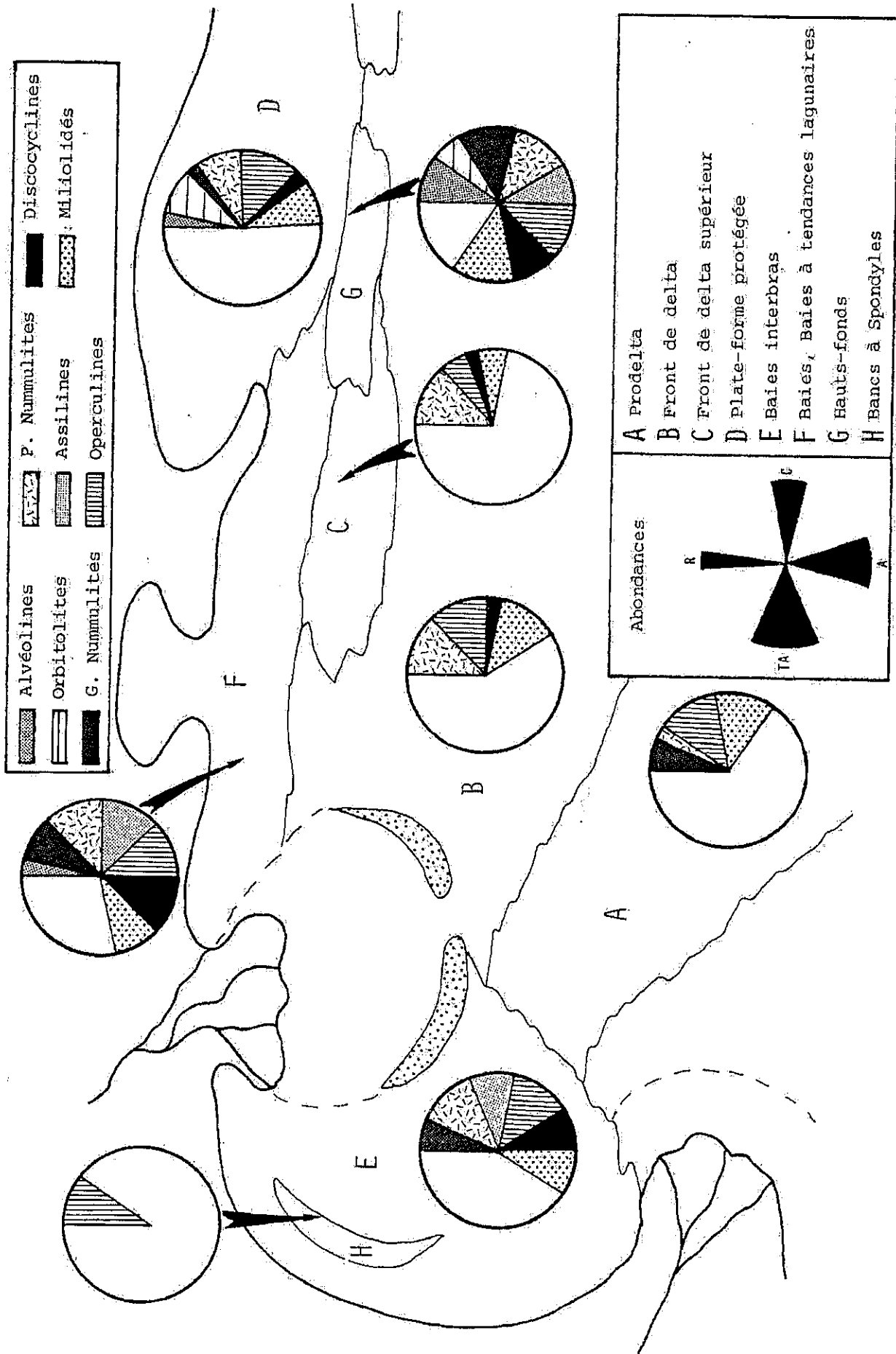


Fig. 86 Répartition générale et abondance relative des grands Foraminifères dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Caennettes.

General distribution and relative abundance of large Foraminifera in the environments of Caennettes.

b - Petits Foraminifères

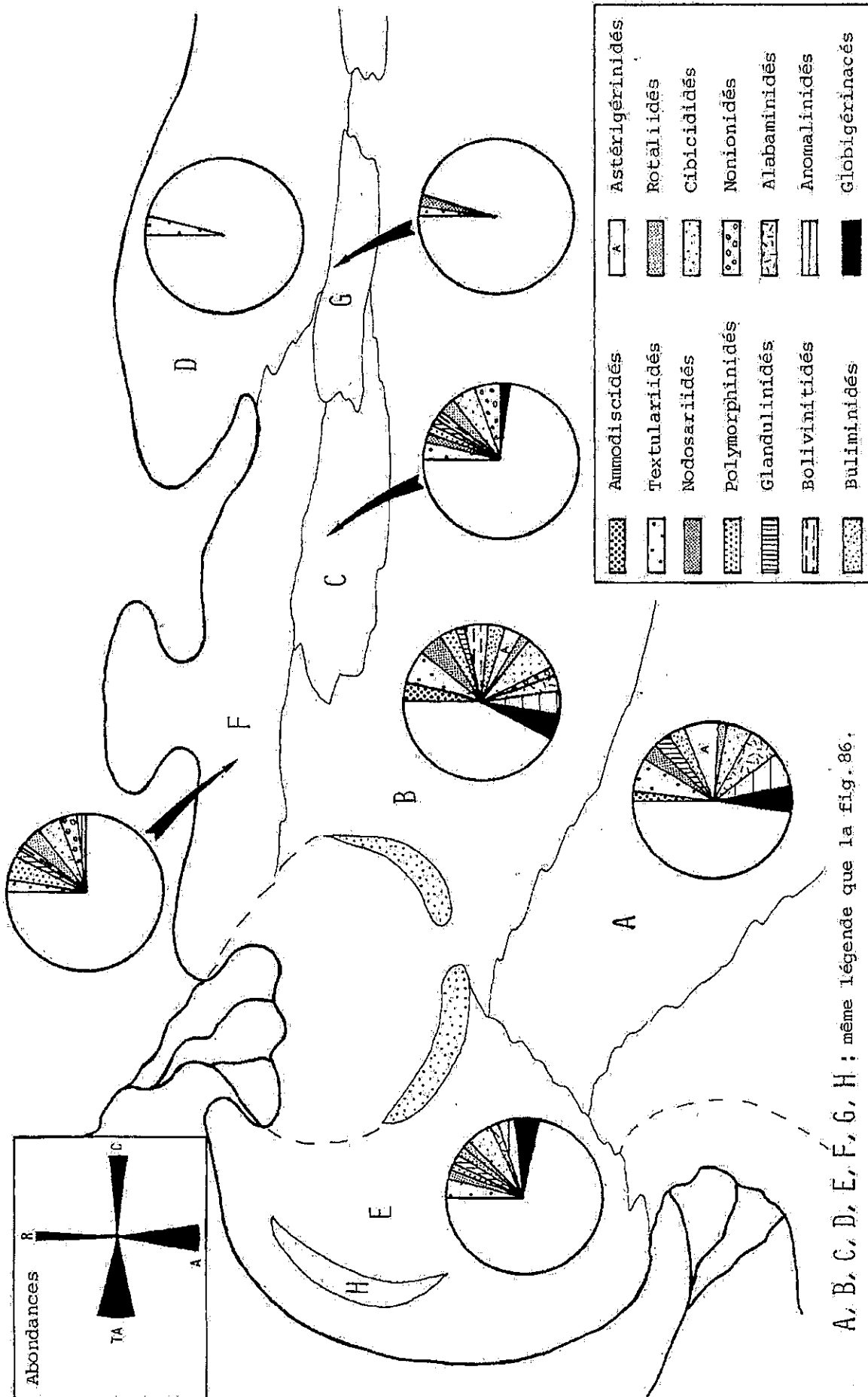
La figure 87 et le tableau 14 résument la répartition et l'abondance relative des petits Foraminifères dans les divers milieux.

Leur densité et leur diversité diminue du prodelta et front de delta (A, B) vers le front de delta supérieur, les baies interbras et les zones côtières (C, E, F). La faible proportion dans les milieux carbonatés (D et G) peut être due, en partie, au manque d'informations données par les lames minces et la difficulté des déterminations dans celles-ci (chap. I).

| MILIEUX<br>MARQUEURS | Prodelta/pl.-f. ext. | Front de delta | Front de delta sup. | pl.-f. protégée | Baies interbras | Baies et lagunes | Hauts-fonds | C. à Spondyles |
|----------------------|----------------------|----------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|----------------|
|                      | A                    | B              | C                   | D               | E               | F                | G           | H              |
| AMMODISCIDES         | R                    | C              |                     |                 |                 |                  |             |                |
| TEXTULARIIDES        | TA                   | TA             | C                   | C               | C               | R                | R           |                |
| NODOSARIIDES         | C                    | A              | R                   |                 | R               |                  | R           |                |
| POLYMORPHINIDES      |                      | C              | R                   |                 | R               | C                |             |                |
| GLANDULINIDES        | C                    | R              | R                   |                 | R               | R                |             |                |
| BOLIVINITIDES        |                      | A              | R                   |                 |                 | R                |             |                |
| BULIMINIDES          | C                    | C              |                     |                 | R               |                  |             |                |
| ASTERIGERINIDES      | TA                   | C              |                     |                 |                 |                  |             |                |
| ROTALIIDES           | R                    | R              | C                   |                 | R               | C                |             |                |
| CIBICIDIDES          | A                    | TA             | A                   |                 | A               | A                |             |                |
| NONIONIDES           |                      | R              | A                   |                 |                 | C                |             |                |
| ALABAMINIDES         | TA                   | C              |                     |                 | R               |                  |             |                |
| ANOMALINIDES         | TA                   | A              |                     |                 | C               | R                |             |                |
| GLOBIGERINACES       | A                    | A              | R                   |                 | A               |                  |             |                |
|                      |                      |                |                     |                 |                 |                  |             |                |
| OSTRACODES LISSES    | A                    | A              | C                   |                 | C               | C                |             |                |
| OSTRACODES ORNES     | A                    | C              | C                   |                 | A               | C                |             |                |

Tab. 14 Tableau de répartition et d'abondance relative des petits Foraminifères et des Ostracodes dans les milieux définis par l'A.F.C. de Caunettes.

Distribution and relative abundance of small Foraminifera and Ostracoda in the environments distinguished by the Correspondance Analysis of Caunettes.



A, B, C, D, E, F, G, H : même légende que la fig. 86.

Fig. 87 Répartition générale et abondance relative des petits Foraminifères dans les milieux définis par l'AFC de Caunettes.

General distribution and relative abundance of small Foraminifera in the environments of Caunettes.

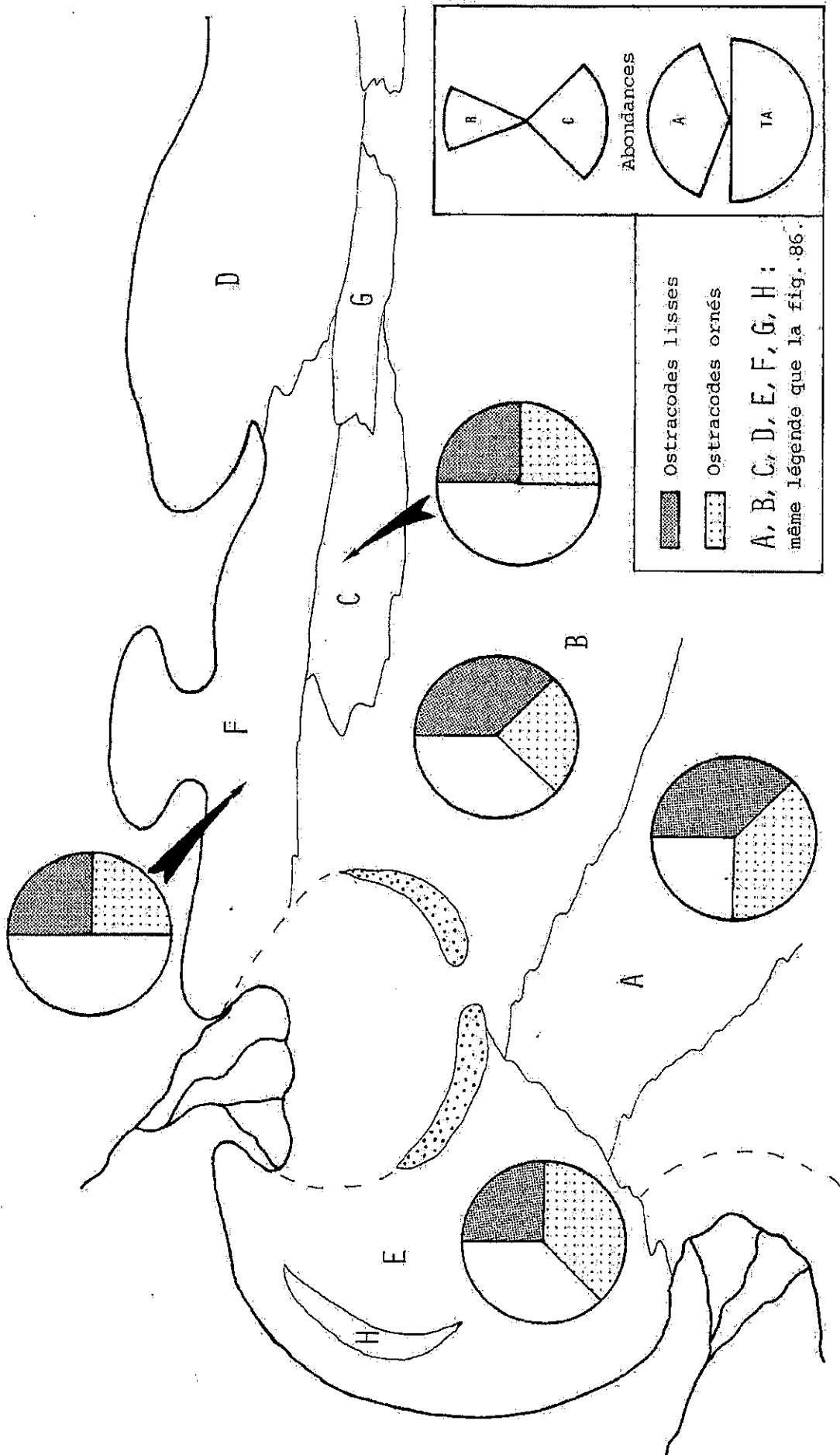


Fig. 88 Abondance relative des Ostracodes lisses et ornés dans les milieux définis par l'AFC de Caunettes.

Relative abundance of smooth and ornate Ostracoda in the Caunettes environments.

c - Ostracodes

D'après la figure 88, les Ostracodes lisses et ornés sont présents dans tous les milieux (sauf les milieux carbonatés pour les mêmes raisons que les petits Foraminifères). Ils sont partout en abondance sensiblement égale.

3 - FLORE ET MACROFAUNE (Tab. 15)

a - Flore (fig. 89)

Les Algues vertes sont communes dans les milieux carbonatés (D, G) et dans les zones protégées (baies interbras - E).

Les Algues rouges se situent uniquement au niveau de la plate-forme protégée à sédimentation carbonatée (D).

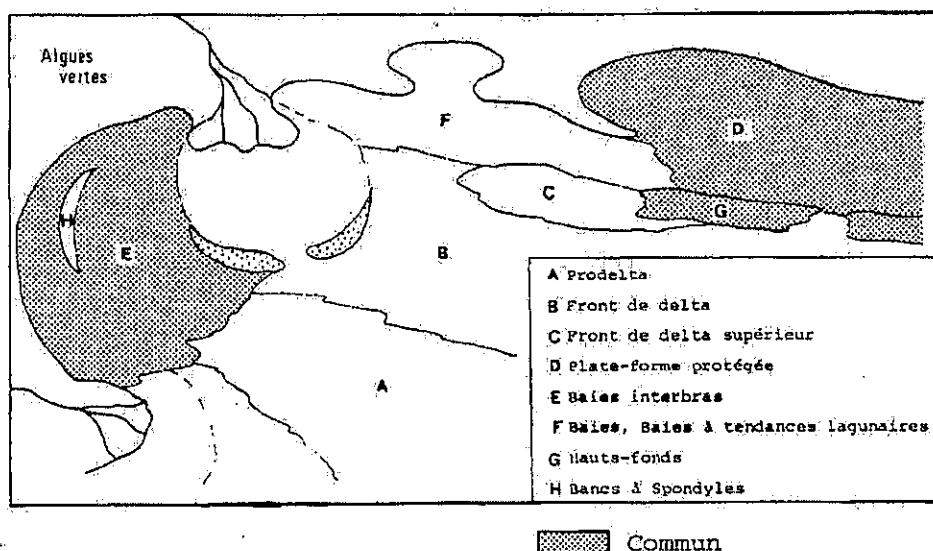


Fig. 89 Répartition des Algues vertes dans les milieux définis par l'A.F.C. de Caunettes.

Distribution of green Algae in the environments distinguished by the Correspondance Analysis of Caunettes.

b - Macrofaune

La figure 90 résume la répartition générale de la macrofaune. Les milieux les plus favorables correspondent aux baies et baies interbras (E, F).

| MILIEUX<br>MARQUEURS | Prodelta/pl.-f. ext. | Front de delta | Front de delta ext. | Pl.-f. protégée | Baies interbras | Baies et lagunes | Hauts-fonds | C. à Spondyles |
|----------------------|----------------------|----------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|----------------|
|                      | A                    | B              | C                   | D               | E               | F                | G           | H              |
| ALGUES VERTES        |                      |                |                     | C               | C               |                  | C           |                |
| BRYOZOAIRE           | TA                   | TA             | C                   | TA              | TA              | A                | R           |                |
| OSTREIDES            | C                    |                | R                   | R               | C               | A                | C           |                |
| CARDITIDES           | R                    |                |                     |                 | A               | C                | R           | C              |
| CRASSATELLIDES       | R                    |                |                     |                 | C               | R                | R           | A              |
| SPONDYLES            |                      |                |                     |                 | C               | R                |             | TA             |
| PECTINIDES           |                      |                |                     |                 | R               |                  | R           | C              |
| TURRITELLES          | C                    | R              | A                   |                 | C               | A                | R           |                |
| CORBULA              | C                    |                | C                   |                 | C               | C                |             |                |
| MESALIA              | C                    |                | C                   |                 | C               | C                |             |                |
| ECHINIDES            | C                    | C              | C                   | C               | A               | TA               | C           |                |
| CRINOIDES            | A                    | TA             | C                   |                 | R               | C                |             |                |
| ASTERIDES            | R                    | C              | R                   |                 | R               | R                |             |                |
| TEREDOS              | C                    | C              | C                   | C               | TA              | C                | C           |                |
| TEREBRATULES         | R                    | C              |                     | C               | A               | A                |             |                |
| CRUSTACES            | R                    | R              | R                   | R               | R               | C                |             |                |
| CORAUX SOLITAIRES    | A                    | R              |                     |                 | A               | C                |             | C              |
| CORAUX COLONIAUX     |                      |                |                     | TA              | C               | C                | R           |                |

Tab. 15 Tableau de répartition et d'abondance relative de la macrofaune dans les milieux définis par l'A.F.C. de Caunettes.

Distribution and relative abundance of the macrofauna in the environments distinguished by the Correspondance Analysis of Caunettes.



BAIES, BAIES A TENDANCES LAGUNAIRES

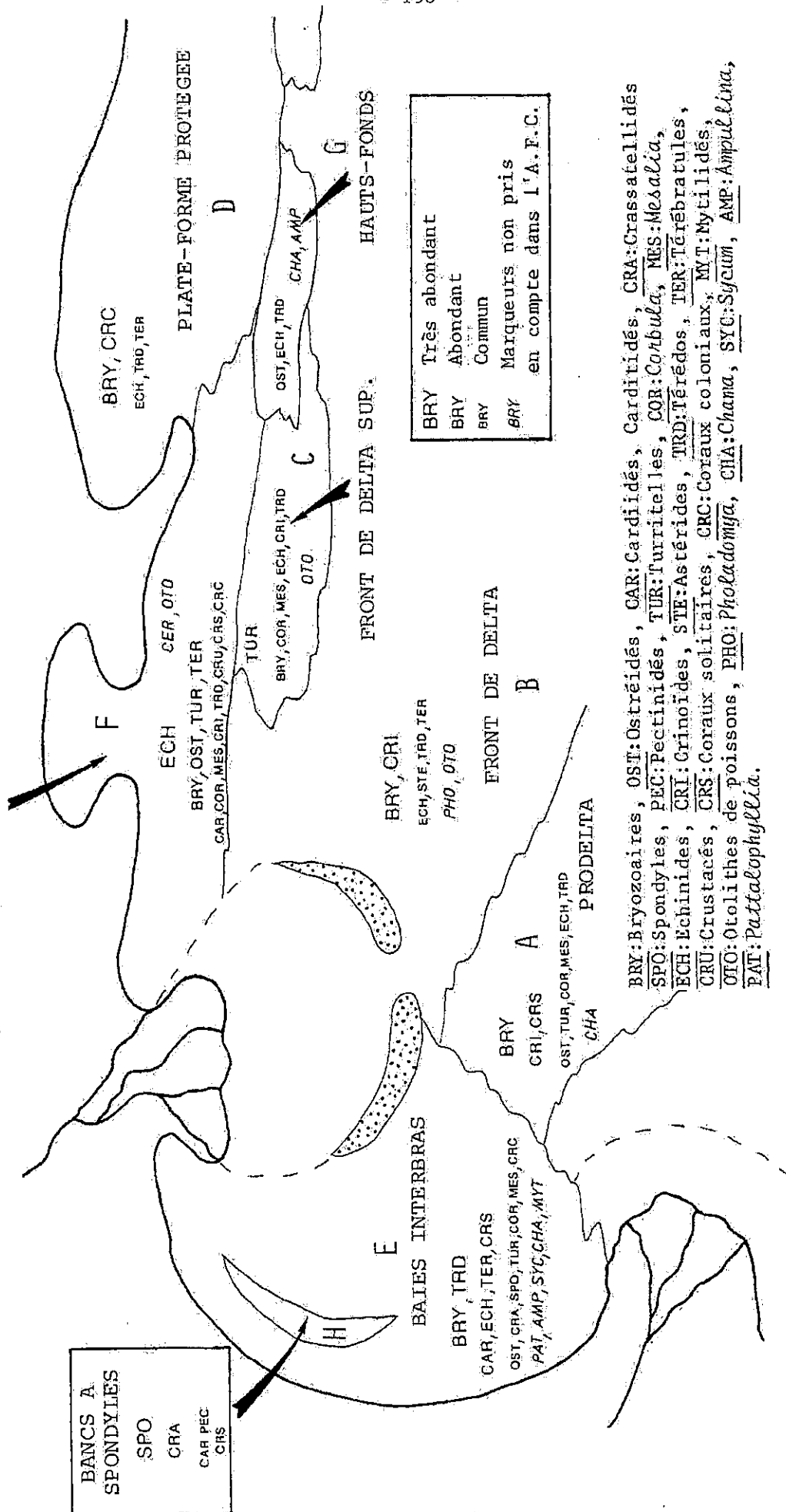


Fig. 90 Répartition générale de la macrofaune dans les milieux définis par

l'Analyse Factorielle de Caennettes.

General distribution of the macrofauna in the Caennettes environments.

### III - ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES DE LA COUPE DE COUSTOUGE

#### A - LES DIFFÉRENTS MILIEUX DE VIE DÉFINIS PAR L'A.F.C. (\*)

L'étude quantitative effectuée sur la coupe de Coustouge prend en compte 105 gisements répartis sur la coupe et caractérisés par 41 descripteurs lithologiques et paléontologiques (se reporter au tableau des divers descripteurs en fin de chapitre).

Cette analyse nous a permis de définir des ensembles de gisements qui montrent entre eux les plus grandes affinités du point de vue biofaciès et lithofaciès. 8 noyaux d'affinités cénotiques, réunissant les organismes ayant tendance à vivre ensemble ou à proximité, ont été délimités.

Les ensembles et les noyaux confondus sont mis en évidence sur la figure 91, dans le plan des axes 1 et 3 (représentation plus visuelle). Ils regroupent les gisements et les associations paléontologiques correspondantes. Les gisements et les marqueurs de chaque ensemble sont récapitulés dans le tableau 16.

#### 1. - LES ASSOCIATIONS CÉNOTIQUES

- NOYAU A : Il regroupe des gisements de profondeur relativement importante par rapport aux autres gisements.

Il s'agit de milieux à sédimentation marneuse (présence du marqueur Marnes) de plate-forme ou de prodelta (?).

Correspondant à une écozone riche en petits Foraminifères (Nonionidés, Rotaliidés, Cibicididés, Globigérinacés, Astérigérinidés) et en Ostracodes lisses ou ornés, nous pensons que cet ensemble indique les milieux les plus ouverts de la coupe.

- NOYAU B : D'après les gisements qu'il contient, ce noyau indique un milieu de plate-forme littorale, ouvert vers le large, à sédimentation marneuse, légèrement plus silteuse que celle du noyau A.

L'écozone correspondante est caractérisée par la présence des Foraminifères : Discorbidés, Nodosariidés, Operculines.

- NOYAU C : Les caractéristiques des gisements de ce noyau, proches de celles du noyau B du point de vue lithofaciès diffèrent par leur contenu paléontologique.

L'écozone du noyau C renferme des grands Foraminifères : Orbitoididés (Discocyclines), Assilines et des Gastéropodes (*Mesalia*).

Cet ensemble est interprété comme pour les noyaux A et B en plate-forme littorale.

(\*) Mêmes remarques qu'à Caunettes, p. 170

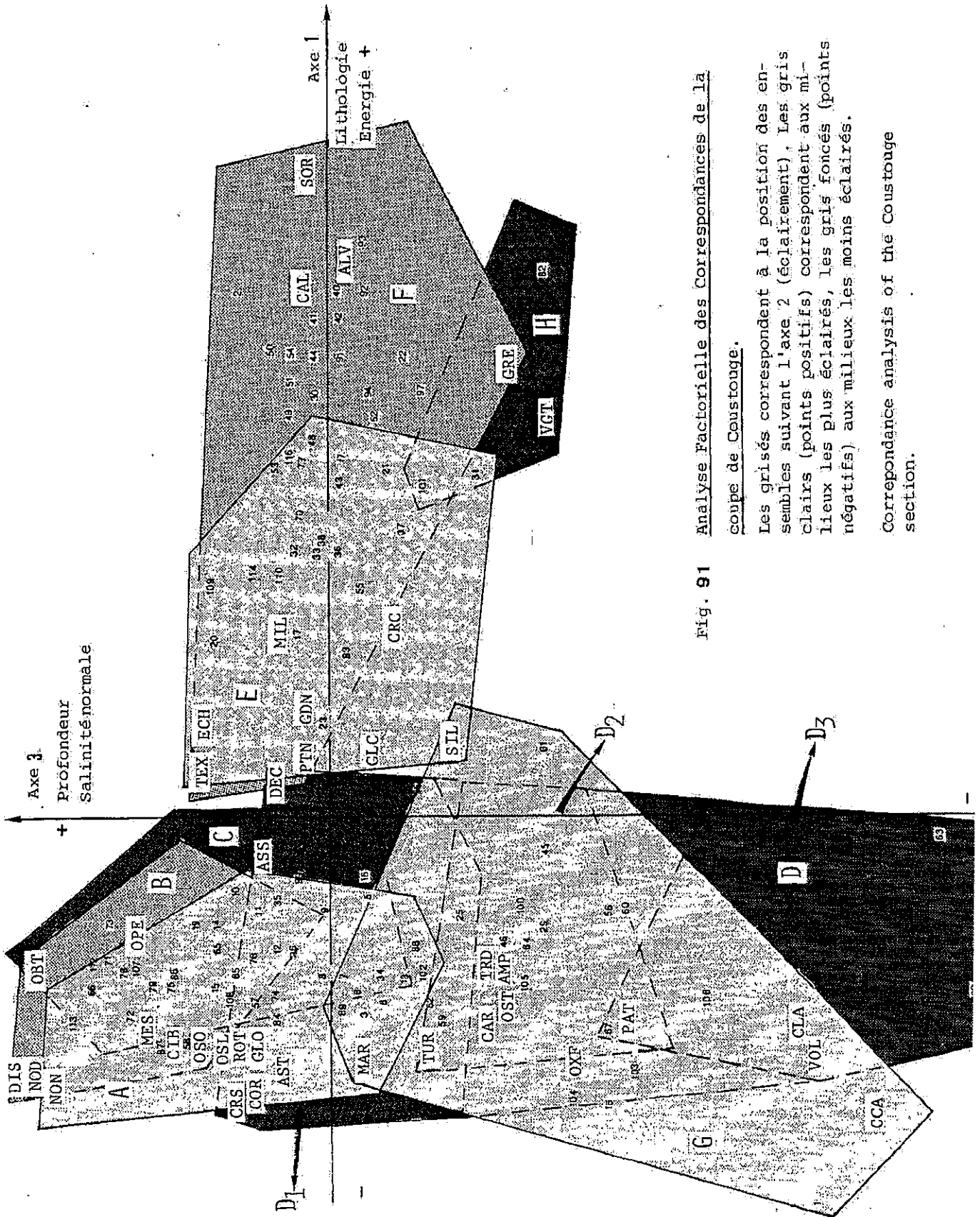


Fig. 91 Analyse Factorielle des Correspondances de la coupe de Coustouge.

Les grisés correspondent à la position des ensembles suivant l'axe 2 (éclairage). Les gris clairs (points positifs) correspondent aux milieux les plus éclairés, les gris foncés (points négatifs) aux milieux les moins éclairés.

Correspondance analysis of the Coustouge section.

- NOYAU D : Grâce aux caractères des points gisements cet ensemble est considéré comme un milieu à sédimentation essentiellement marneuse ou marno-silteuse, de faible énergie (baies peu profondes, relativement turbides, vasières littorales).  
Ce noyau peut être subdivisé en trois sous-ensembles :

|    | DESCRIPTEURS                 | GISEMENTS                                     |
|----|------------------------------|-----------------------------------------------|
| D1 | CRS, TUR, ASS, DEC, COR      | 8, 17, 23, 24, 31, 32, 53, 58, 70, 72, 88, 90 |
| D2 | TUR, CAR, PAT, OST, AMP, TRD | 23, 25, 26, 41, 42, 58, 60, 63                |
| D3 | PAT, CLA, VOL, LIB           | 25, 63, 64, 59                                |

Ils se distinguent par une bathymétrie décroissante de D1 vers D3.

L'écozone de D1 (Assilines, Turritelles, *Corbula*, Coraux coloniaux) est la plus profonde des 3 et assure le passage avec l'écozone du noyau C.

L'écozone de D2 (Turritelles, Cardiidés - Carditidés, Ostréidés, Ampullines et *Pattalophyllia*) est recouvrante avec l'écozone de D3.

L'écozone correspondant au sous-ensemble D3 (*Pattalophyllia*, *Volutilithes*, *Libitina*) colonise des milieux très peu profonds. La position extrême des marqueurs *Libitina*, *Clavilithes*, *Volutilithes* s'explique par la grande richesse en ces genres des points gisements 63 et 68.

- NOYAU E : Les gisements du noyau E attestent d'une sédimentation carbonatée, plus ou moins silteuse. Ce noyau correspond à des dépôts carbonatés de hauts-fonds (shoals) et aux bancs à Nummulites.

Les grandes Nummulites, les Coraux coloniaux et les débris d'Echinides caractérisent ce milieu.

- NOYAU F : Les milieux de dépôts caractérisés par une sédimentation carbonatée et/ou détritique (proximité des marqueurs Calcaires et Grès), sont interprétés comme des environnements de baies à sédimentation mixte carbonatée et détritique.

Il doit s'agir d'une zone relativement peu profonde et d'énergie assez élevée.

L'association correspondante est riche en Miliolidés, Soritidés (Orbitolites), Alvéolines, et Textulariidés.

- NOYAU G : Ce noyau est surtout un ensemble d'affinités de gisements. Il correspond à un milieu extrême contenant peu de faune et pas d'association vraiment caractéristique (faune pauvre et peu diversifiée).

Les organismes qui ont été récoltés dans ces gisements (Nummulites, Assilines, Miliolidés, *Cibicides*, Ostracodes, Turritelles,...), appartiennent aussi à d'autres écozones où ils sont plus abondants.

Par contre, cet ensemble se caractérise par les marqueurs lithologiques qu'il renferme : Marnes, Silt, Oxydes de Fer, Concrétions calcaires.

Grâce à ces données, le noyau G est interprété comme un milieu de dépôt très peu profond à tendance lagunaire et généralement peu favorable au développement normal des organismes (baies proches du rivage, lagunes).

- NOYAU H : A l'aide des gisements que contient cet ensemble nous pouvons dire qu'il s'agit d'un milieu à sédimentation principalement gréseuse ; il peut être interprété en dépôts de plage ou d'avant-plage ou bien de cordon littoral. Il se caractérise par la présence de débris végétaux et une faune très réduite (rares Alvéolines, petites Nummulites, Miliolidés) que l'on peut considérer comme allochtone.

La liaison avec les associations précédemment décrites (Tab. 9 chap. IV) et les noyaux d'affinités cénotiques est résumée dans le tableau suivant :

| Associations                  |     |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| noyaux d'affinités cénotiques |     | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|                               | A   | X  | X  |    |    |    | X  |    |
|                               | A/B |    |    |    |    |    | X  |    |
|                               | B   |    |    |    | X  |    |    | X  |
|                               | D   | X  | X  |    |    | X  |    |    |
|                               | F   |    |    |    |    | X  |    |    |
|                               | F/G |    |    | X  |    |    |    | X  |
|                               | G   |    |    |    |    | X  |    | X  |

| NOYAUX D'AFFINITÉS | DESCRIPTEURS                                                    | GISEMENTS                                                                                                              | INTERPRÉTATION                                                            | AXE 1 LITHOLOGIE ENERGIE                                                             | AXE 2 ÉCLAIREMENT | AXE 3 PROFONDEUR RELATIVE |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|
| A                  | NON, ROT, CIB, GLO, AST, MAR, OSO, OSI                          | 3, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 19, 66, 69, 79, 84, 85, 87, 88, 89, 102                                                     | Plate-forme littorale                                                     | Marnes<br>Energie faible                                                             | Bon               | Moyenne                   |
| B                  | DIS, NOD, OPE                                                   | 10, 11, 12, 58, 65, 73, 75, 78, 86, 107, 108, 112                                                                      | Plate-forme littorale                                                     | Marnes<br>Energie faible                                                             | Moyen             | Moyenne                   |
| C                  | OBT, MES, ASS                                                   | 9, 18, 26, 34, 35, 57, 71, 72, 74, 76, 99, 113                                                                         | Plate-forme littorale                                                     | Marnes et marnes silteuses<br>Energie faible                                         | Faible            | Moyenne                   |
| D                  | ASS, CRS, COR, TUR, CAR, TRD, OST, AMP, PAT, CLA, VOL, LIB, DEC | 9, 18, 25, 26, 28, 29, 34, 35, 45, 46, 57, 62, 63, 64, 67, 68, 74, 76, 95, 99                                          | Baies, vasières                                                           | Marnes, marnes silteuses, silts<br>Energie faible                                    | Faible            | Moyenne à faible          |
| E                  | ECH, GDN, CRC, GLC, SIL                                         | 17, 20, 23, 31, 77, 83, 109, 110, 114                                                                                  | Hauts-fonds<br>Bancs à Nummulites                                         | Calcaires<br>Energie moyenne                                                         | Bon               | Moyenne à faible          |
| F                  | MIL, CAL, SOR, ALV, TEX, PTN, GRE                               | 2, 21, 22, 30, 32, 33, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 70, 91, 92, 93, 94, 97, 116 | Plate-forme protégée<br>Baies à sédimentation mixte carbonatée/détritique | Calcaires<br>Calcaires gréseux ou grès à matrice calcaire<br>Energie moyenne à forte | Moyen             | Moyenne à faible          |
| G                  | MAR, OXF, CCA, SIL                                              | 1, 3, 5, 6, 7, 13, 16, 56, 59, 60, 61, 69, 88, 89, 100, 102, 103, 104, 105, 106                                        | Baies côtières<br>Baies à tendances lagunaires, lagunes                   | Marnes<br>Energie faible                                                             | Bon               | Moyenne à faible          |
| H                  | VGT                                                             | 82, 101                                                                                                                | Plage, cordon littoral                                                    | Grès<br>Energie moyenne à forte                                                      | Faible            | Moyenne à faible          |

Tab. 16 Interprétation de l'Analyse Factorielle des Correspondances de Coustouge. Tableau récapitulatif.

Correspondance Analysis interpretation of the Coustouge section. Recapitulatory table.

## 2 - LES FACTEURS DE LA DISTRIBUTION

- AXE 1 : (intervient pour 17,2 % de l'inertie totale)

Comme dans l'analyse effectuée sur la coupe de Caunettes, cet axe correspond à un gradient de lithologie et d'énergie. Il classe les gisements des milieux calmes à sédimentation marneuse ou silteuse (abscisses négatives) aux milieux plus agités à sédimentation carbonatée et/ou gréseuse (abscisses positives).

- AXE 2 : (intervient pour 10,8 % de l'inertie totale)

Cet axe tend à séparer les organismes vivant dans des milieux bien éclairés et oxygénés (Coraux coloniaux, Echinides, Astérigérinidés, ...) de ceux pouvant supporter des eaux moins claires en liaison avec la turbidité et la profondeur : Gastéropodes (Turritelles, *Volutilithes*, *Clavilithes*) ou Lamellibranches (Cardiidés, Carditidés, *Corbula*, *Libitina*, ...).

L'axe 2 correspond donc à un gradient complexe prenant en compte l'éclairement.

- AXE 3 : (intervient pour 7 % de l'inertie totale)

Selon cet axe, les gisements d'abscisses positives renferment les organismes vivant à des profondeurs relativement importantes : Nodosariidés, Discorbidés, Nonionidés, Globigérinacés, ... alors que les gisements d'abscisses négatives contiennent des organismes pouvant s'accomoder de très faibles profondeurs et de salinités anormales : Gastéropodes (Turritelles, *Clavilithes*...) et Lamellibranches (Ostréidés, Cardiidés, ...).

Il correspond au gradient de profondeur et au gradient de salinité (les zones les plus littorales coïncident avec des milieux de salinité anormale).

### REMARQUES

- On peut faire la même remarque que pour l'analyse de Caunettes : les marqueurs Echinides, Textulariidés, débris coquilliers, pour ne prendre que quelques exemples, se trouvent dans une position moyenne car ils apparaissent dans des échantillons appartenant à des milieux différents.

Ceci traduit le caractère ubiquiste ou le remaniement de ces marqueurs.

- Comparaison des facteurs de la distribution dans les deux coupes

| AXES    | Caunettes            | Coustouge             |
|---------|----------------------|-----------------------|
| AXE 1   | Lithologie - Energie | Lithologie - Energie  |
| AXE 2   | Salinité             | Eclairement           |
| AXE 3   | Eclairement          | Profondeur - Salinité |
| AXE XX' | Profondeur           |                       |

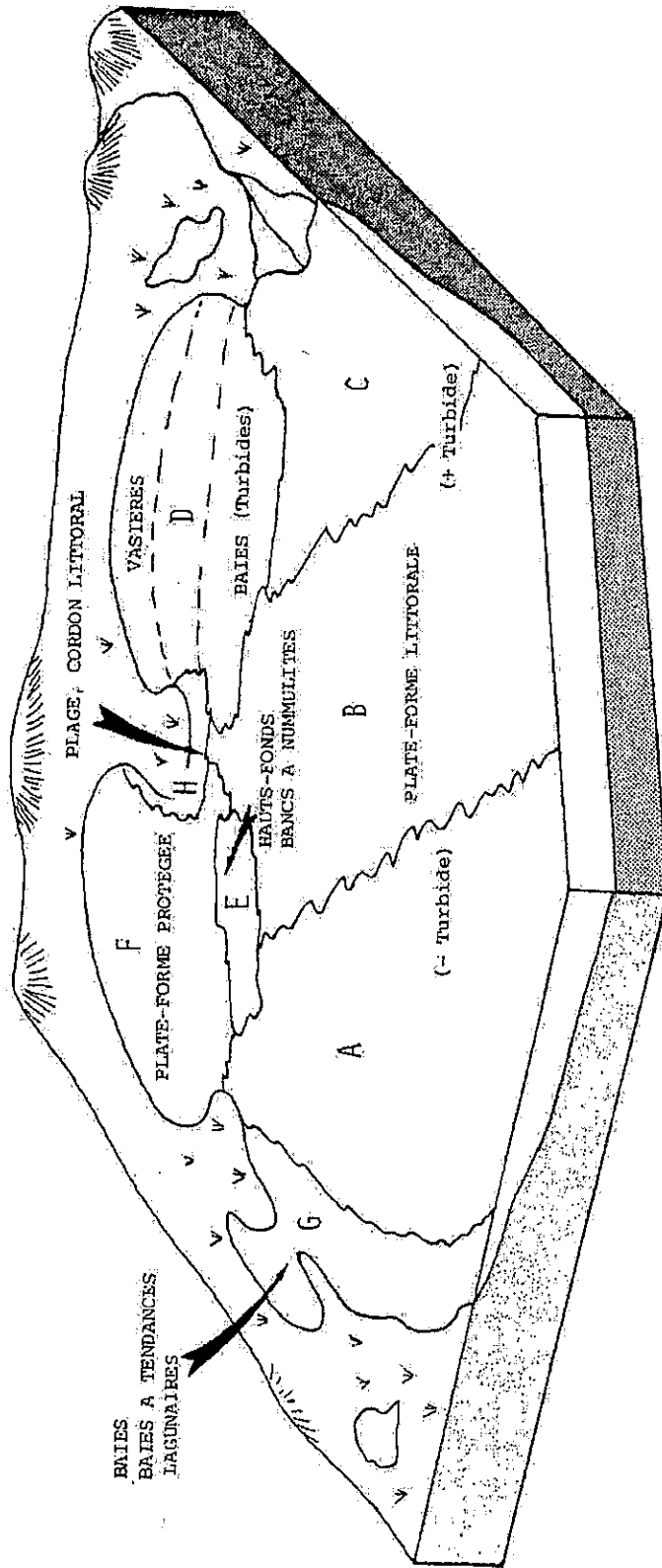


Fig. 92 Relations entre les différents milieux définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances de Coustouge.

Relationships between the different facies distinguished by the Correspondence Analysis of Coustouge.



Le facteur le plus important (axe 1) correspond au gradient de lithologie et d'énergie.

Malgré le caractère plus profond des dépôts de Caunettes, la salinité a une influence plus marquée qu'à Coustouge. On peut penser que l'influence fluviale (apports d'eau douce) y est plus marquée.

Les dépôts peu profonds de Coustouge sont, par contre, plus sensibles à la turbidité qui agit sur l'éclairement des eaux.

D'autre part, les faibles différences de bathymétrie observées dans cette coupe font que le gradient de profondeur y a moins de poids que dans l'analyse de Caunettes.

## B - DISTRIBUTION HORIZONTALE ET VERTICALE DES MILIEUX

La figure 92 permet de visualiser les différents milieux de vie définis par l'A.F.C. de la coupe de Coustouge.

Il faut noter que les différences de profondeur observées suivant l'axe 3 sont encore moins marquées qu'à Caunettes. L'ensemble des milieux définis reste toujours très peu profond (infralittoral à médio-littoral).

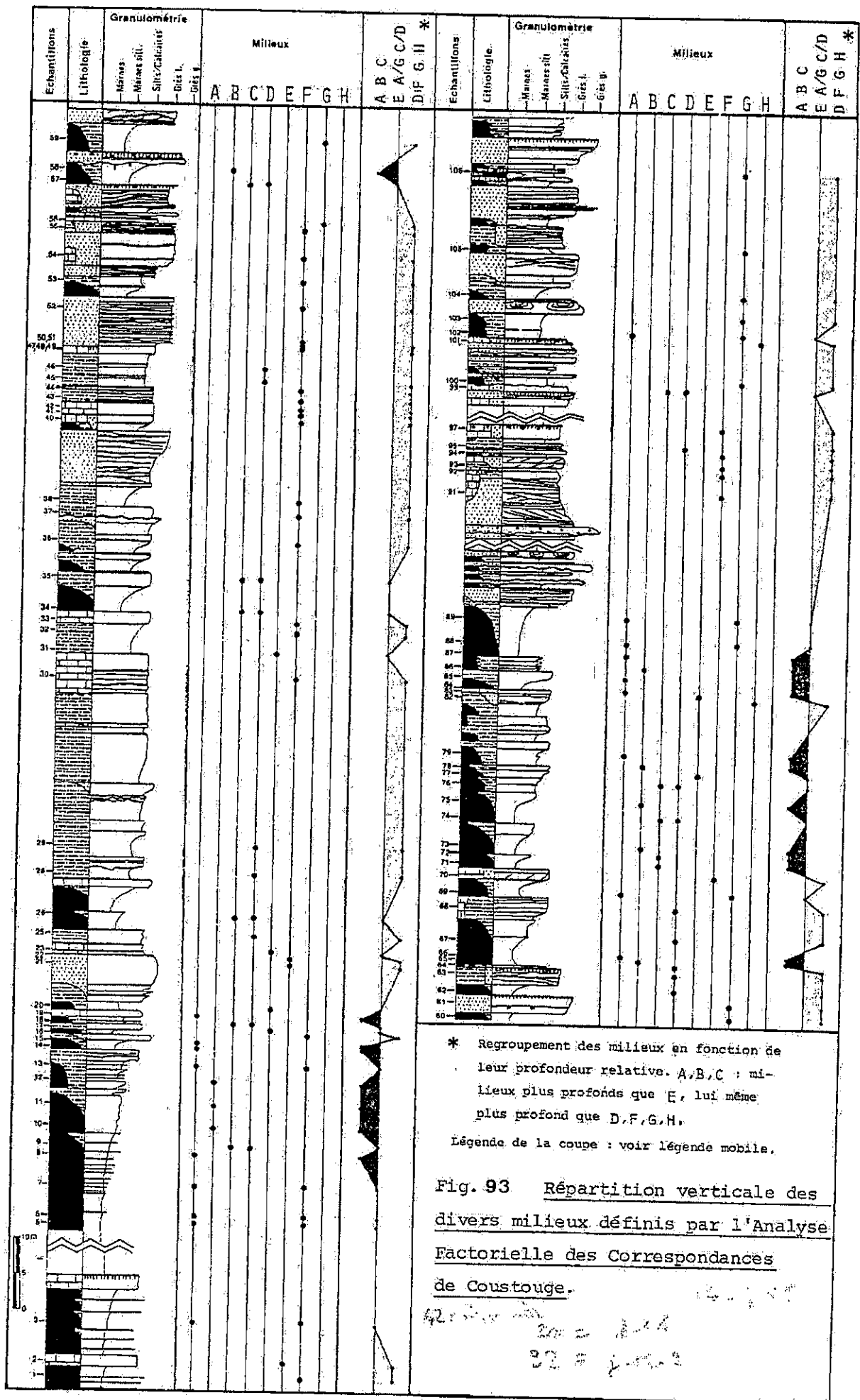
Le passage d'un milieu à un autre se fait souvent de façon progressive comme en témoigne la figure 91.

Les relations entre les divers milieux telles qu'elles ressortent des proximités relatives des différents noyaux de l'A.F.C. sont indiqués dans le tableau 17.

|   | A | B | C | D | E | F | G | H |                                     |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------------------|
| A | ● | ● | • | • | ★ | • | ● | • | ● Milieux contigus                  |
| B | ● | ● | ● | • | • | ★ | • | • | ★ Milieux rarement contigus         |
| C | • | ● | ● | ● | • | • | • | • |                                     |
| D | • | • | ● | ● | • | ★ | • | • |                                     |
| E | ★ | • | • | • | ● | ● | ★ | • | • Pas de relation, milieux éloignés |
| F | • | ★ | • | ★ | ● | ● | • | ● |                                     |
| G | ● | • | • | • | ★ | • | ● | • |                                     |
| H | • | • | • | • | • | ● | • | ● |                                     |

Tab. 17 Relations entre les différents milieux de la coupe de Coustouge.

Relationships between the various environments of the Coustouge section.



Les milieux peuvent s'enchaîner de 3 façons :

- . B / C / D1-D2-D3
- . A / G
- . A / E / F

Le report des milieux auxquels chaque point de prélèvement appartient a été effectué sur la figure 93.

Le regroupement des milieux selon leur profondeur relative montre que les profondeurs les plus importantes se localisent à la base des formations (Marnes inférieures à Turritelles et Marnes supérieures à Turritelles).

## C - DISTRIBUTION GÉNÉRALE DES DIVERS MARQUEURS

### 1 - MARQUEURS LITHOLOGIQUES

La répartition des marqueurs lithologiques est indiquée sur la figure 94. Leur abondance est figurée dans le tableau 18 et dans la figure 95 pour les Calcaires, Marnes, Silts et Grès.

Les débris coquilliers sont abondants partout. Les débris végétaux sont surtout présents dans les zones côtières (H, F, G, A, D). Le remaniement des organismes se marque surtout au niveau de la plate-forme carbonatée (chenaux ?) et des plages ou cordons littoraux (E, H).

| MILIEUX<br>MARQUEURS | Pl.-f. littorale |    |    | Baies et vasières | Hts-f./b. à Num. | Pl.-f. protégée | Baies à tend. lag. | Plage, cordon lit. |
|----------------------|------------------|----|----|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|                      | A                | B  | C  | D                 | E                | F               | G                  | H                  |
| CALCITE              |                  |    |    |                   | A                | TA              | C                  | R                  |
| MARNES               | TA               | TA | TA | TA                |                  |                 | TA                 |                    |
| SILTS                | A                | C  | A  | A                 | A                | A               | C                  |                    |
| GRES                 | R                |    | C  | C                 |                  | TA              | A                  | A                  |
| CONCRETIONS CALC.    | A                |    |    | R                 |                  |                 | TA                 |                    |
| GLAUCONIE            | R                | C  |    | A                 | R                | R               |                    |                    |
| OXYDES DE FER        | TA               | C  |    | A                 |                  |                 | TA                 |                    |
| DEBRIS COQUILLIERS   | TA               | TA | TA | TA                | A                | TA              | TA                 | TA                 |
| DEBRIS VEGETAUX      | C                |    |    | C                 |                  | C               | C                  | A                  |

Tab. 18 Tableau de répartition et d'abondance relative des marqueurs lithologiques dans les milieux définis par l'A.F.C. de Coustouge.

Distribution and relative abundance of lithological markers in the environments distinguished by the Correspondance Analysis of Coustouge.

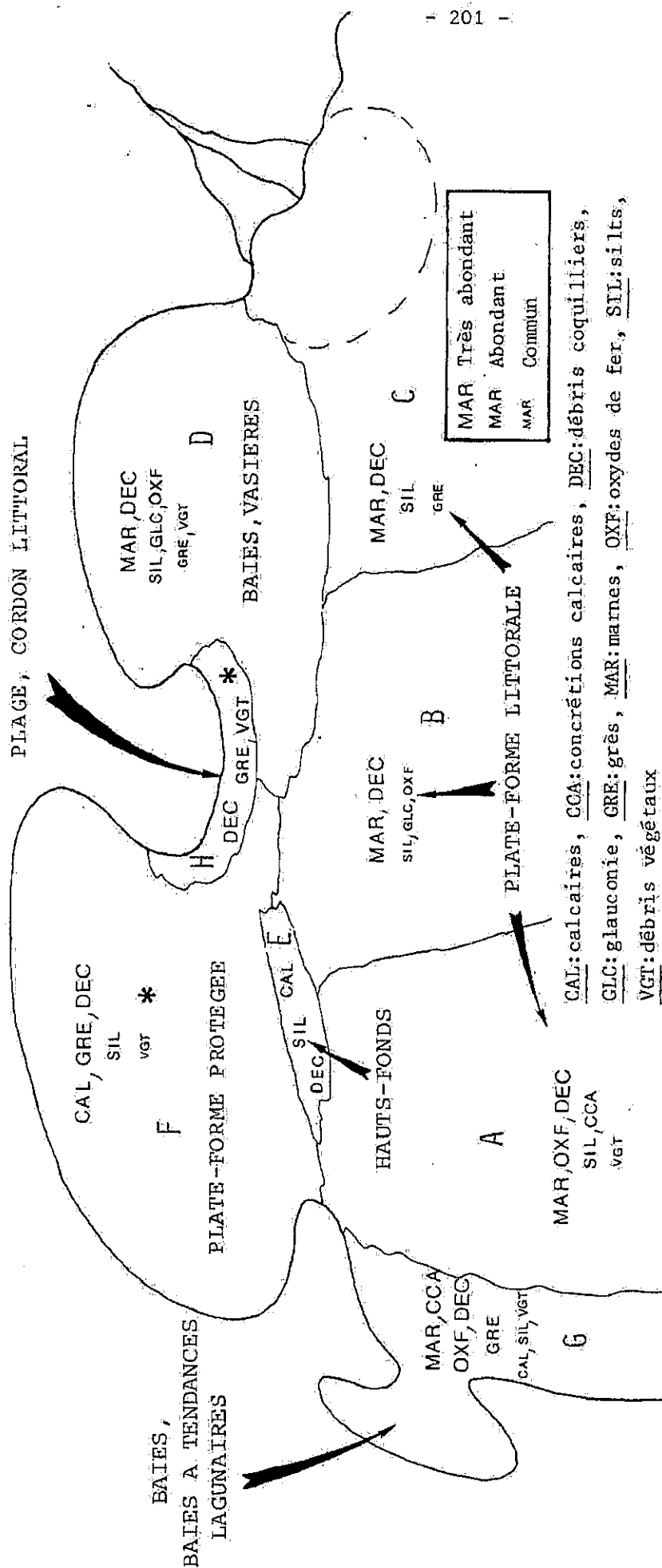


Fig. 94 Répartition générale des marqueurs lithologiques dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Coustouge.

General distribution of lithological markers in the environments distinguished by the Correspondance Analysis of Caunettes.

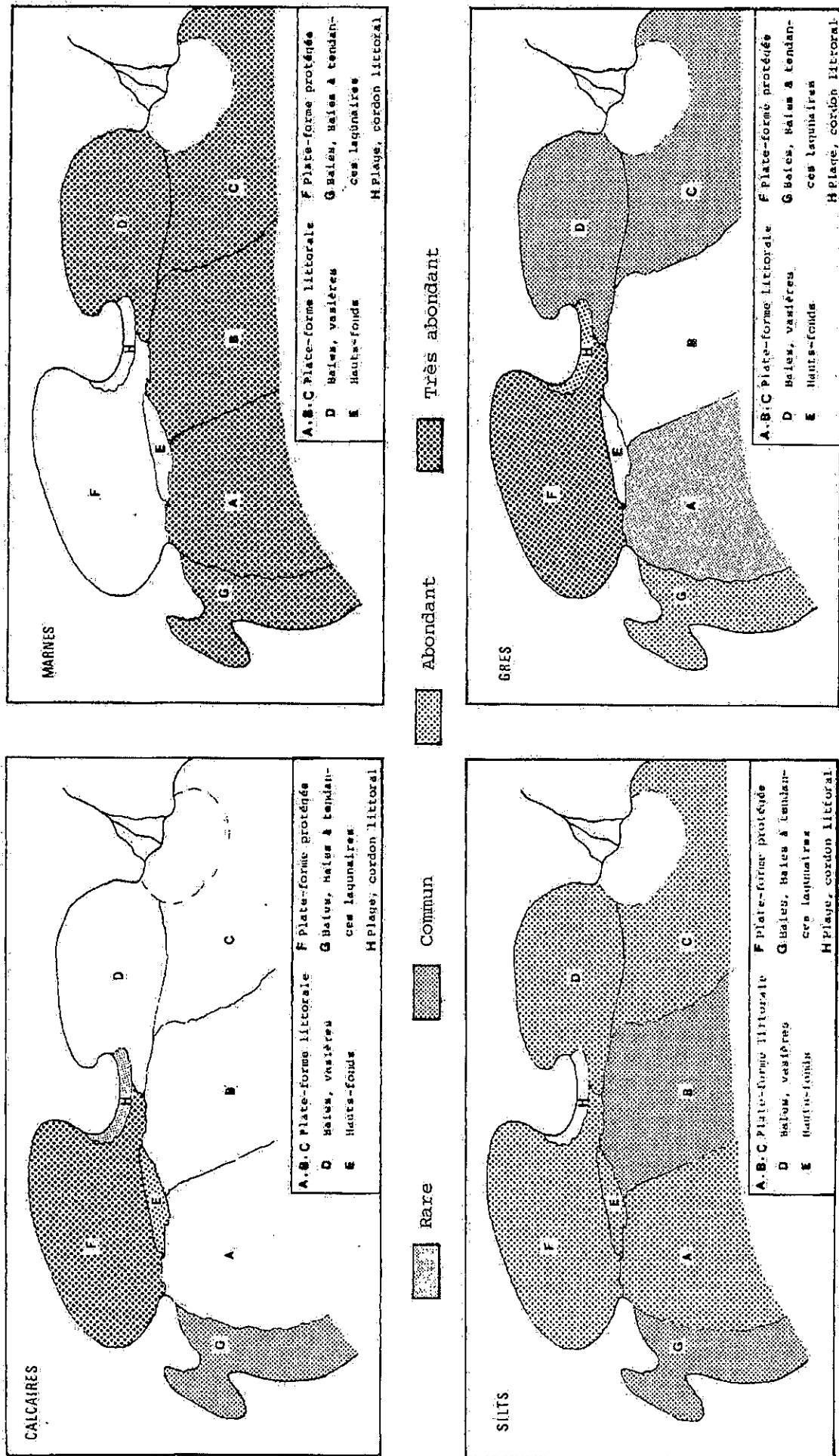


Fig. 95 Répartition et abondance des marqueurs lithologiques Calcaires, Marnes, Silts et Grès dans les milieux de Coustouge.

Distribution and abundance of lithological markers: limestones, marls, silts, siltstones

## 2 - MICROFAUNE

### a - Grands Foraminifères

Le tableau 19 et la figure 96 montrent que la diversité et l'abondance des grands Foraminifères sont maximum dans les zones de baies et de plate-forme protégée (D, C, F). Ils sont malgré tout en proportion importante dans le domaine de la plate-forme littorale (A, B) et dans les milieux carbonatés (E).

| MARQUEURS \ MILIEUX | Pl.-f. littorale | "  | "  | Baies et vasières | Hts-f./b. à Num. | Pl.-f. protégée | Baies à tend. lag. | Plage, cordon lit. |
|---------------------|------------------|----|----|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|                     | A                | B  | C  | D                 | E                | F               | G                  | H                  |
| ALVEOLINES          | R                |    |    | C                 | C                | TA              | R                  | R                  |
| SORITIDES           |                  |    |    |                   |                  | TA              |                    | R                  |
| GR. NUMMULITES      |                  | R  | A  | C                 | A                | C               | C                  |                    |
| PETITES NUM.        | TA               | TA | TA | TA                | TA               | TA              | TA                 | C                  |
| ASSILINES           | A                | TA | TA | TA                | C                | C               | C                  | R                  |
| OPERCULINES         | C                | A  | A  | C                 | C                | R               | R                  |                    |
| ORBITOIDIDES        | C                | C  | A  | C                 | C                |                 | R                  |                    |
| MILIOLIDES          | TA               | C  | A  | A                 | C                | TA              | TA                 | C                  |

Tab. 19 Tableau de répartition et d'abondance relative des grands Foraminifères dans les milieux définis par l'A.F.C. de Coustouge.

Distribution and relative abundance of large Foraminifera in the environments distinguished by the Coustouge Correspondance Analysis.

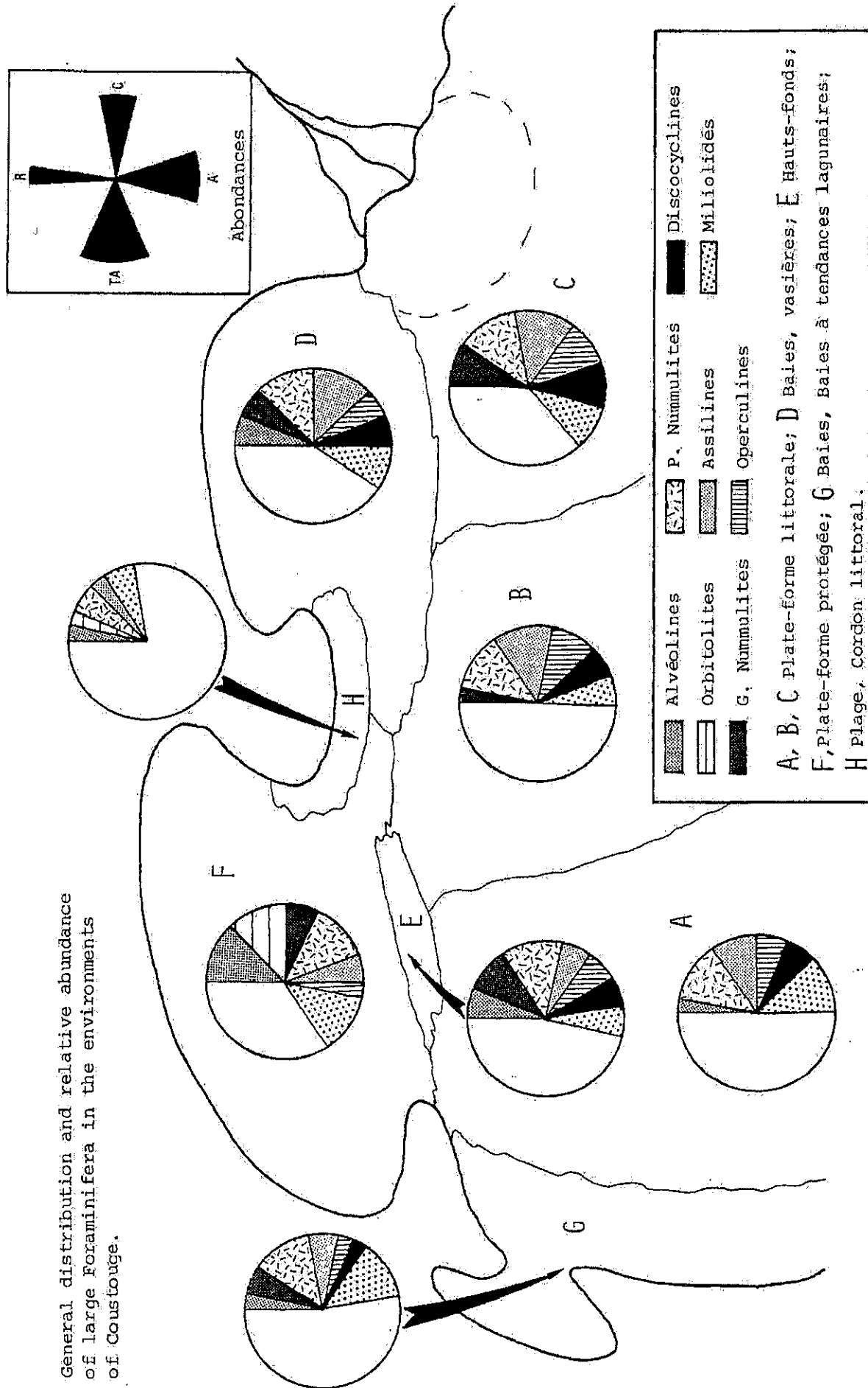


Fig. 96 Répartition générale et abondance relative des grands Foraminifères dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Coustouge.

b - Petits Foraminifères

La répartition et l'abondance relative des petits Foraminifères sont figurées dans le tableau 20 et sur la figure 97. Ils abondent surtout dans A, D, C (plate-forme littorale et baies) et en moindre importance dans G (baies, lagunes).

D'une manière générale, ils sont moins nombreux et moins diversifiés que dans la coupe de Caunettes (fig. 87).

| <div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg); transform-origin: center;"> MILIEUX<br/>MARQUEURS </div> | Pl.-f. littorale | "  | "  | Baies et vasières | Hts.-f./b. à Num. | Pl.-f. protégée | Baies à tend. lag. | Plage, cordon lit. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----|----|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|                                                                                                                        | A                | B  | C  | D                 | E                 | F               | G                  | H                  |
| TEXTULARIIDES                                                                                                          | R                | R  | C  | C                 | R                 | C               |                    | R                  |
| NODOSARIIDES                                                                                                           | R                | R  | R  | R                 |                   |                 |                    |                    |
| DISCORBIDES                                                                                                            | R                | C  | TA | TA                |                   |                 | R                  |                    |
| ASTERIGERINIDES                                                                                                        | C                | R  | R  | R                 |                   |                 | C                  |                    |
| ROTALIIDES                                                                                                             | A                | R  | C  | C                 |                   |                 | R                  |                    |
| CIBICIDIDES                                                                                                            | TA               | A  | A  | A                 |                   |                 | A                  |                    |
| NONIONIDES                                                                                                             | C                | R  | C  | R                 |                   |                 | R                  |                    |
| GLOBIGERINACES                                                                                                         | C                | R  | R  | R                 |                   |                 | R                  |                    |
|                                                                                                                        |                  |    |    |                   |                   |                 |                    |                    |
| OSTRACODES LISSES                                                                                                      | A                | TA | C  | A                 |                   |                 | C                  |                    |
| OSTRACODES ORNES                                                                                                       | C                | A  | A  | A                 |                   |                 | C                  |                    |

Tab. 20 Tableau de répartition et d'abondance relative des petits Foraminifères et des Ostracodes dans les milieux définis par l'A.F.C. de Coustouge.

Distribution and relative abundance of small Foraminifera and Ostracoda in the environments distinguished by the Correspondance Analysis of Coustouge.

c - Les Ostracodes

La figure 98 montre que les Ostracodes lisses et ornés sont présents dans les mêmes milieux et en abondance sensiblement égale.

Les Ostracodes lisses sont plus abondants dans les milieux les plus profonds de Coustouge (A, B) et dans les baies (D). Les Ostracodes ornés décroissent en quantité des milieux les moins éclairés (D, C, B) vers les mieux éclairés (A, G).



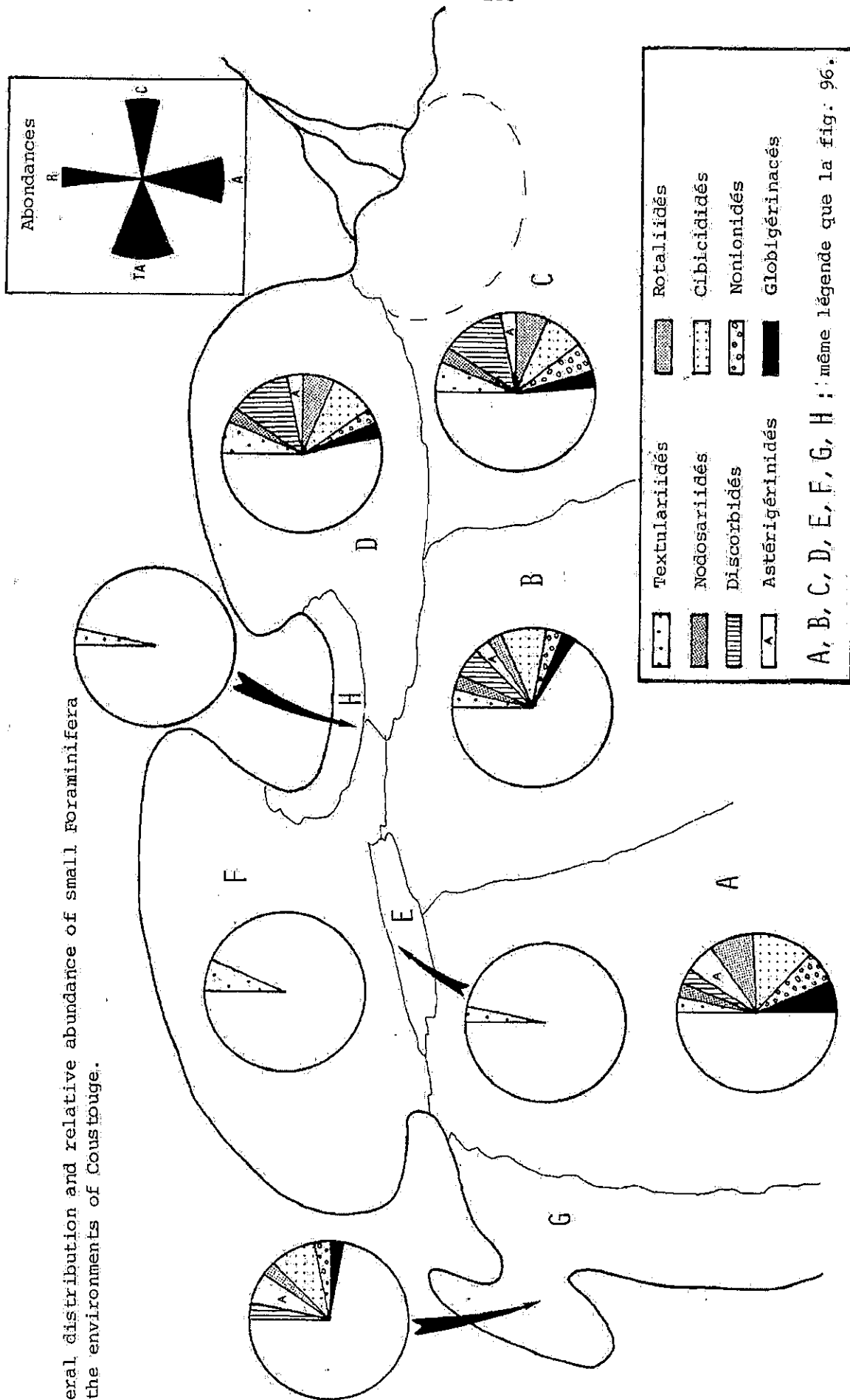


Fig. 97 Répartition générale et abondance relative des petits Foraminifères dans les milieux définis par l'AFC de Coustouge.

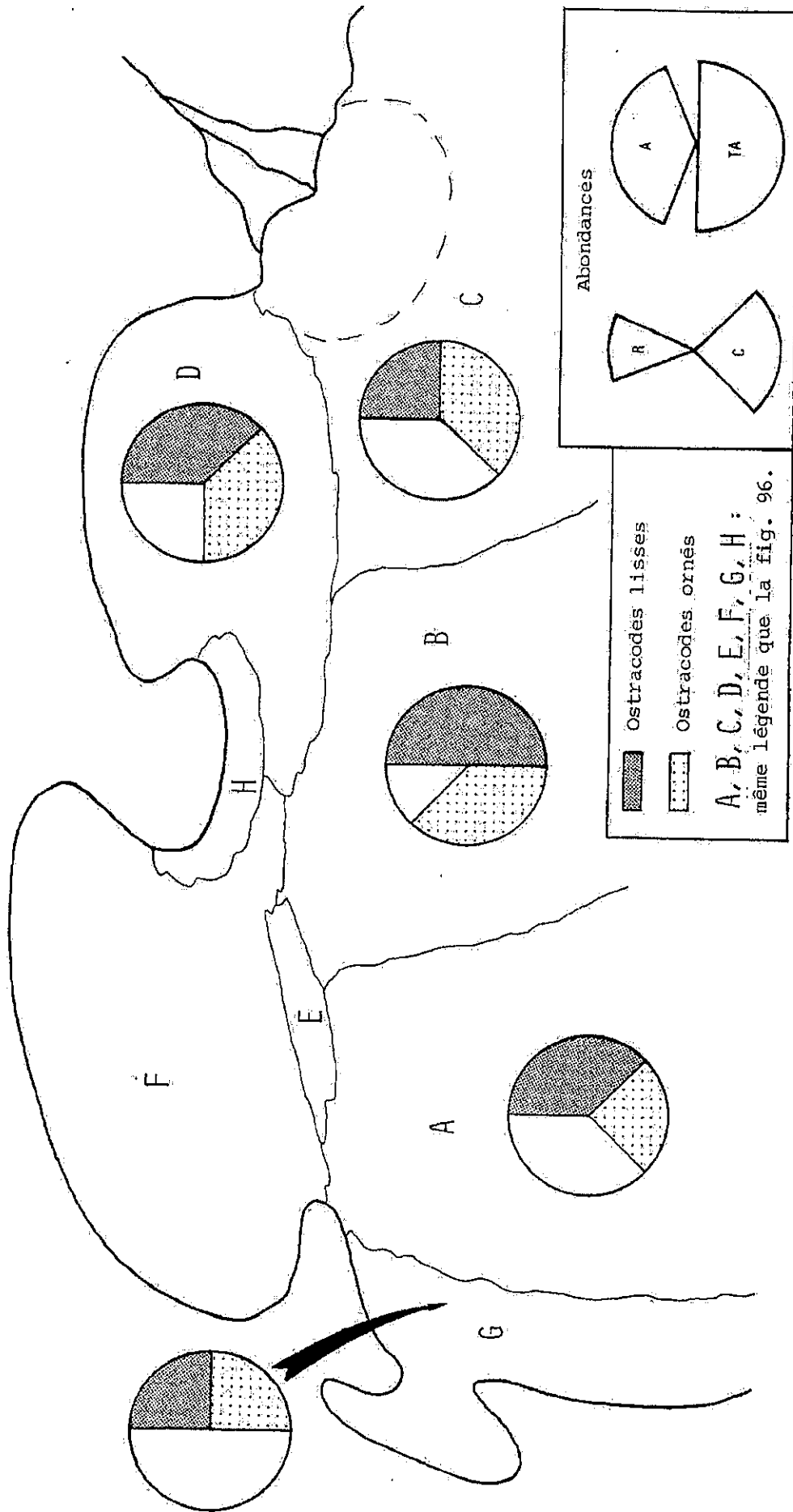


Fig. 98 Abondance relative des Ostracodes lisses et ornés dans les milieux définis par l'AFC de Coustouge.

Relative abundance of smooth and ornate Ostracoda in the Coustouge environments.

### 3 - FLORE ET MACROFAUNE.

#### a - Flore (marqueurs non intervenus dans l'A.F.C.)

Les Algues vertes se répartissent dans les milieux carbonatés (E, F) et dans les baies à tendances lagunaires (G) où il s'agit du genre *Ovulites*.

Les Algues rouges se situent uniquement dans E (hauts-fonds) où elles peuvent s'associer aux Coraux coloniaux et aux grandes Nummulites (bancs à Nummulites - chap. III).

#### b - Macrofaune (Tab. 21)

La figure 99 illustre la répartition de la macrofaune dans les divers milieux. D et C, milieux les plus turbides sont particulièrement riches en macrofaune.

| MARQUEURS \ MILIEUX | MILIEUX      |   |    |                   |                  |                 |                    |                    |
|---------------------|--------------|---|----|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
|                     | f. littorale | " | "  | Baies et vasières | Hts-f./b. à Num. | pl.-f. protégée | Baies à tend. lag. | plage, cordon lit. |
|                     | A            | B | C  | D                 | E                | F               | G                  | H                  |
| OSTREIDES           |              | A | C  | C                 | R                |                 |                    |                    |
| CARDITIDES          | C            | C | A  | A                 |                  |                 | C                  |                    |
| LIBITINA            |              |   | R  | A                 |                  |                 |                    |                    |
| TURRITELLES         | A            | C | A  | C                 |                  |                 | A                  |                    |
| AMPULLINA           |              | R | A  | A                 | R                |                 | C                  |                    |
| CLAVILTHES          |              |   | R  | A                 |                  |                 | R                  |                    |
| CORBULA             | R            | R | C  | A                 |                  |                 |                    |                    |
| VOLUTILITHES        |              |   | C  | C                 |                  |                 |                    |                    |
| MESALIA             | C            | A | TA | TA                |                  |                 | C                  |                    |
| ECHINIDES           | C            | C | C  | C                 | C                | C               | R                  |                    |
| TEREDOS             | R            | C | C  | C                 |                  | C               | R                  |                    |
| PATTALOPHYLLOIDES   |              |   | A  | A                 |                  |                 |                    |                    |
| CORAUX SOLITAIRES   |              | R | C  | R                 |                  |                 |                    |                    |
| CORAUX COLONIAUX    |              |   | C  | C                 | C                | C               |                    |                    |

Tab. 21 Tableau de répartition et d'abondance relative de la macrofaune dans les milieux définis par l'A.F.C. de Coustouge.

Distribution and relative abundance of the macrofauna in the environments distinguished by the Correspondance Analysis of Coustouge.

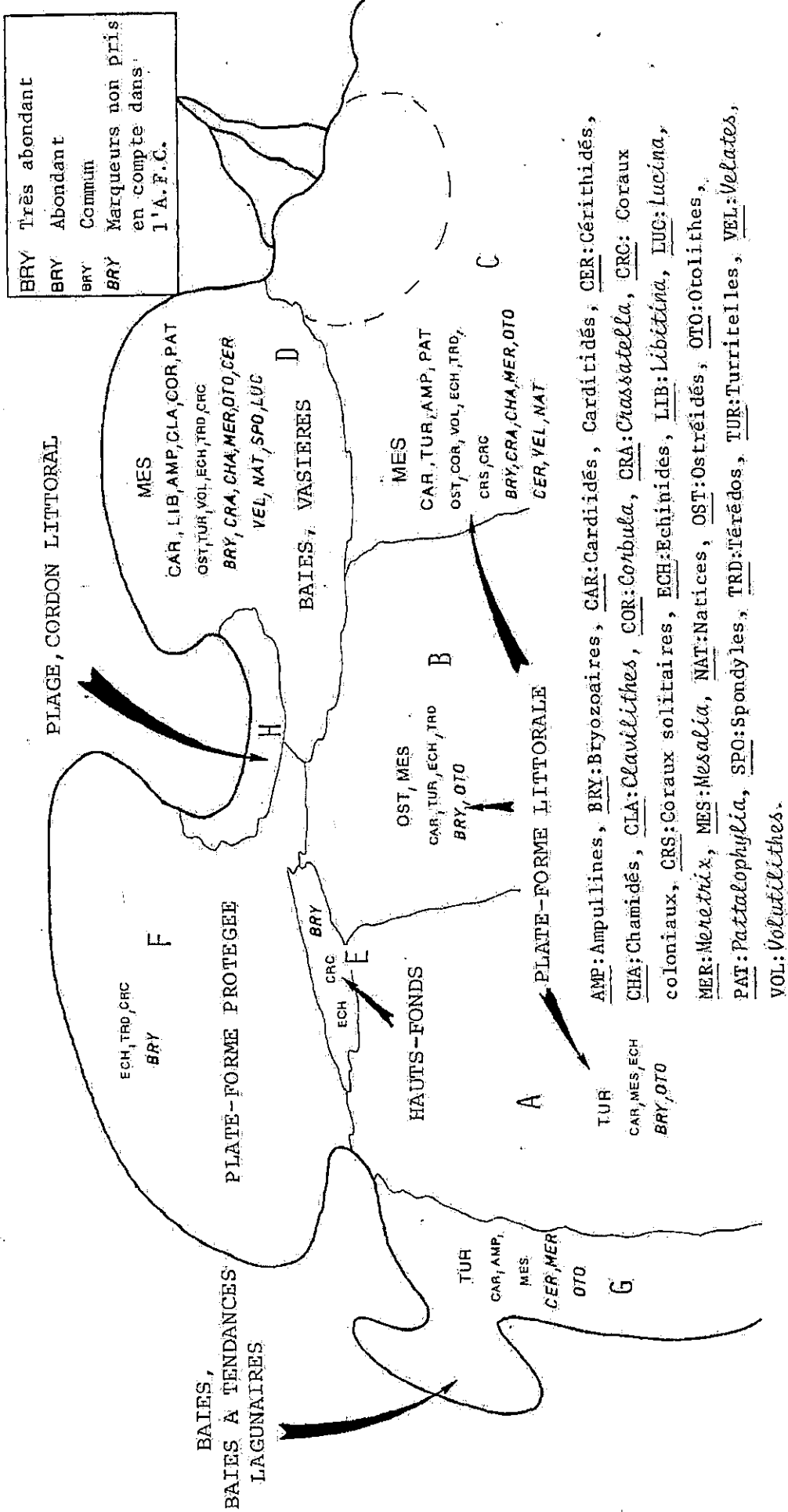


Fig. 99 Répartition générale de la macrofaune dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Coudouze.

General distribution of the macrofauna in the Coudouze environments.

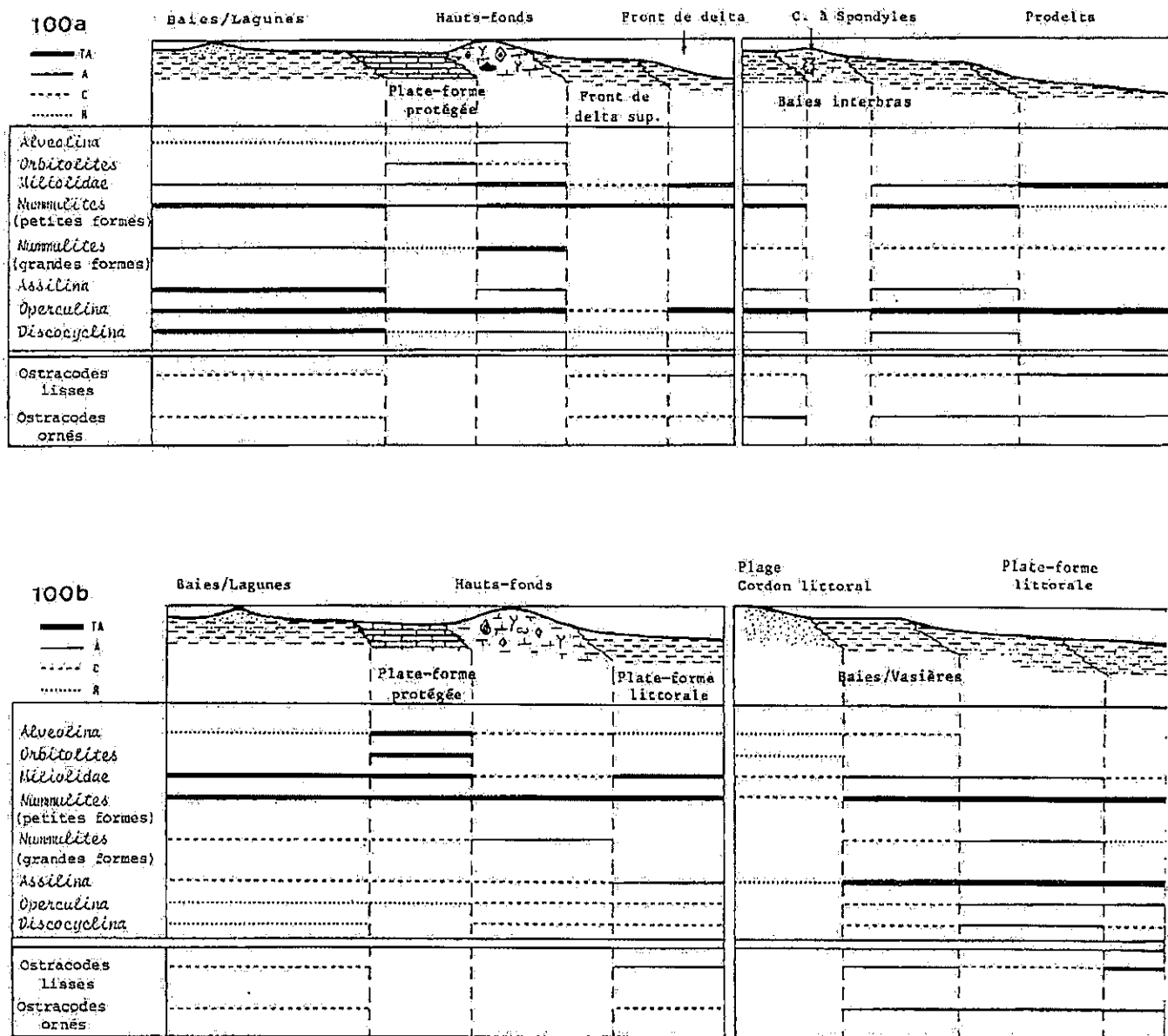


Fig. 100 Répartition horizontale des grands Foraminifères dans les coupes de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Horizontal distribution of large Foraminifera in the Caunettes (a) and Coustouge (b) sections.

#### IV - LES ORGANISMES DANS LEUR BIOTOPE

Les données de l'A.F.C. et l'enchaînement des milieux dans les coupes permettent de replacer chaque organisme dans des séquences paysages (exemple : fig. 100) ; celles de Coustouge diffèrent de celles de Caunettes par des environnements plus côtiers et moins directement soumis à l'influence deltaïque.

Nous allons comparer, dans un premier temps, la distribution de chaque groupe (genre ou famille) dans les deux coupes et, dans un deuxième temps, avec les répartitions fournies par des terrains de même âge ou d'âge voisin et/ou les données de l'actuel quand cela est possible.

##### A - GRANDS FORAMINIFÈRES (fig. 100 a et b)

###### 1 - ALVEOLINES (fig. 101)

La répartition des différentes espèces d'Alvéolines sera abordée uniquement du point de vue écologique, sans tenir compte de leur position stratigraphique.

- A Caunettes, dans les environnements carbonatés de plate-forme, on trouve *A. cucumiformis* et *Glomalveolina*. Dans les calcaires à tendance récifale seule *A. leupoldi* a été répertoriée. On retrouve cette dernière espèce au niveau des hauts-fonds carbonatés calmes en association avec *A. agrigentina* et *A. corbarica*.

Dans les hauts-fonds d'énergie plus élevée où les apports détritiques sont fréquents, *A. decipiens*, *A. rotundata*, *A. trempina* et *A. aragonensis* ont été répertoriées.

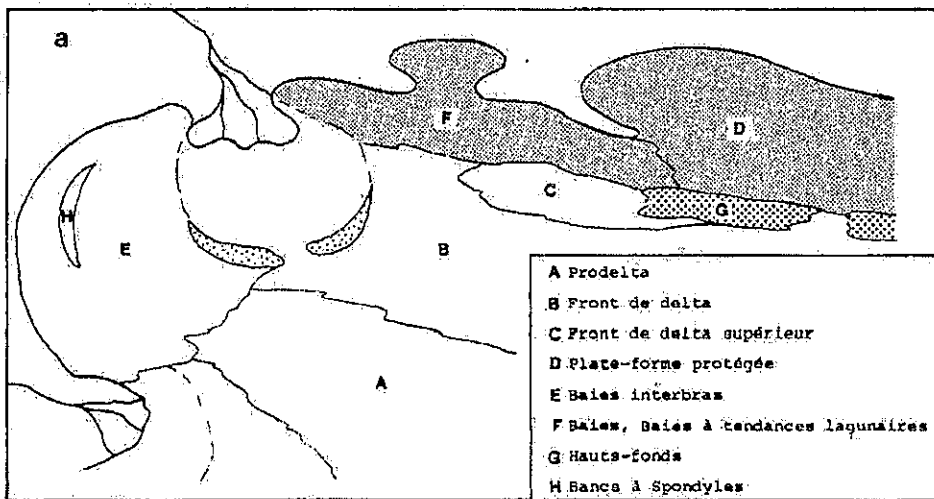
- Les Alvéolines de Coustouge ont déjà fait l'objet d'un paragraphe du chapitre II.

Dans les hauts-fonds carbonatés, on retrouve pratiquement les mêmes espèces qu'à Caunettes : *A. ellipsoidal*, *A. leupoldi*, *A. agrigentina*.

Les baies à sédimentation carbonatée recevant des apports sableux ont fourni une microfaune mélangée avec des espèces préférant les milieux calmes et les eaux claires comme *A. avellana*, *A. leupoldi*, *A. globula*, *A. agrigentina* et des espèces tolérant une certaine énergie et/ou un certain taux de terrigènes comme *A. decipiens*, *A. moussoulensis*, *A. corbarica*, et surtout *A. cylindrata*. On trouve aussi dans ces milieux des Glomalvéolines et *A. cucumiformis*.

Des dépôts carbonatés encore plus détritiques que les précédents renferment une association probablement remaniée avec *A. moussoulensis*, *A. decipiens*, *A. rotundata*, *A. corbarica*, *A. leupoldi*, *A. bronneri*, *A. agrigentina*, *A. ilerdensis* et *A. aragonensis*.

On a recensé *A. cucumiformis*, *A. ellipsoidal*, *A. moussoulensis* et *A. pisiformis* dans des baies littorales relativement turbides.



*Alveolina corbarica*  
(X 7)



*Alveolina leupoldi*  
(X 6,5)

## ALVEOLINES

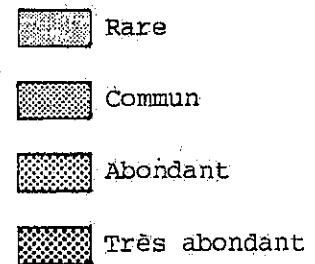
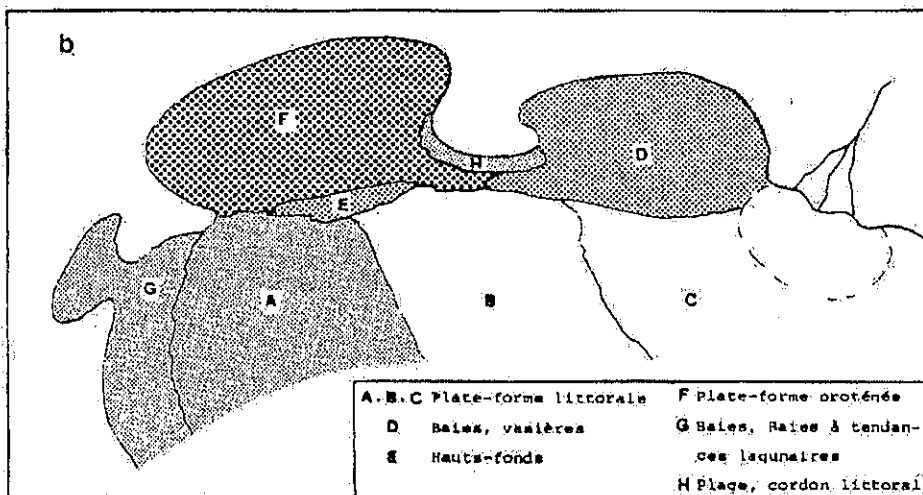


Fig. 101 Distribution des Alvéolines dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Alveolinids distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

Les résultats obtenus s'accordent avec ceux de P. FONTAINE (1984). En tenant compte des remaniements, on peut dire que les Alvéolines rondes et flosculinisées (*A. leupoldi*, *A. agrigentina*, *A. globula*, *A. avellana*) se développent généralement dans les milieux carbonatés calmes : plate-forme protégée, zones abritées des hauts-fonds. Les Alvéolines allongées et non flosculinisées (*A. corbarica*, *A. aragonensis*, *A. cylindrata*) tolèrent une certaine énergie (hauts-fonds remaniés par la houle, baies carbonatées non protégées des apports terrigènes).

Les Glomalvéolines peuvent se retrouver dans tous les milieux.

Dans les niveaux les plus gréseux, dans les dépôts de cordon littoral ou de plage, dans les baies à sédimentation plutôt terrigène, les Alvéolines sont probablement transportées par des courants.

Les Alvéolinidés actuels (*Alveolinella*, *Borelis*) vivent dans des régions tropicales à subtropicales et souvent en relation avec les zones récifales (LUTERBACHER, 1970 ; GAEMERS, 1978). Ils préfèrent les eaux claires peu profondes (10 - 80 m - GHOSE, 1977) et de salinité normale (HOTTINGER, 1960).

## 2 - ORBITOLITES

Les figures 102 a et b montrent que ces Foraminifères ont une répartition plus restreinte que les Alvéolines. Ils prolifèrent dans les milieux calmes à sédimentation carbonatée (plate-forme ou baies protégées, hauts-fonds), en association avec les Alvéolines, les Miliolidés et les Algues vertes.

On peut donc penser qu'ils sont plus exigeants du point de vue de la pureté et de l'éclairement des eaux ainsi que de la bathymétrie.

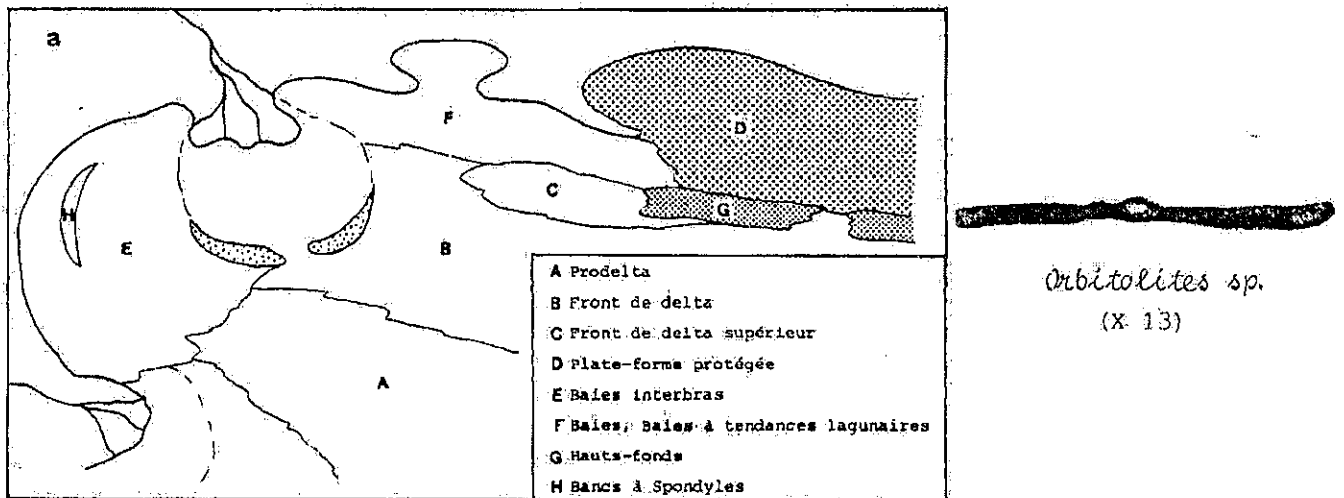
C'est aussi ce qui a été observé dans le Bassin de Tremp (LUTERBACHER, 1970 ; FERRER et al., 1973).

La présence d'Orbitolites dans les plages ou cordons littoraux à Coustouge est certainement due à un transport par des courants littoraux (tests plats à bonne flottabilité - BLANC - VERNET et al., 1979).

Les espèces homomorphes actuelles : *Sorites*, *Marginopora* se rencontrent dans des eaux chaudes et claires, peu profondes (prof. optimale entre 10 et 20 m), riches en carbonates (LE ROY, 1960 in LUTERBACHER, 1970 ; A. GUILCHER et al., 1965). Ces espèces sont épiphytes (HOTTINGER, 1973).

De même que les Alvéolines, ils sont souvent en relation avec des milieux récifaux (environnement d'arrière-récif - GAEMERS, 1978).





## ORBITOLITES

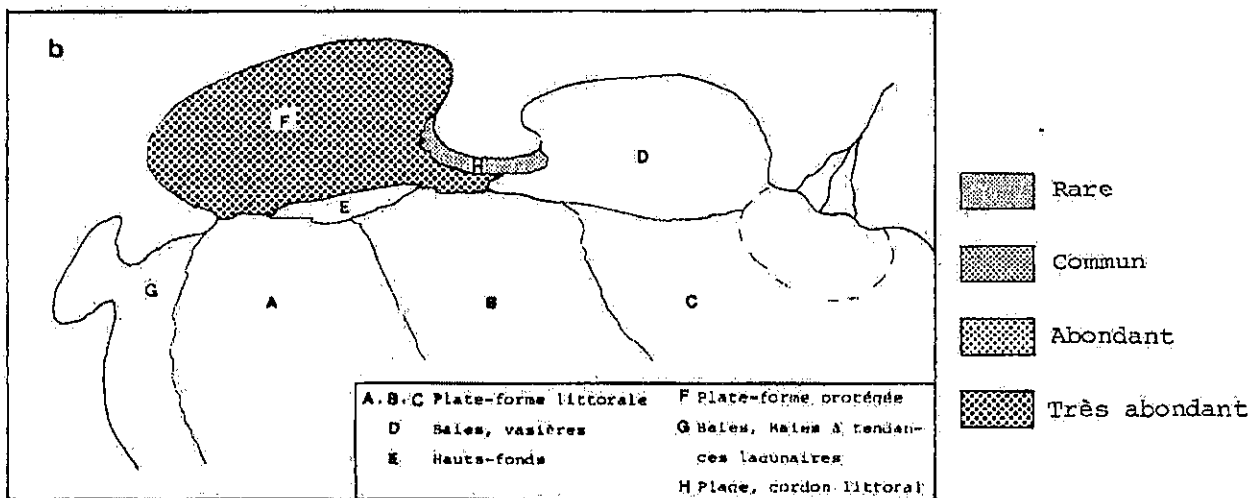


Fig. 102 Distribution des Orbitolites dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Orbitolites distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

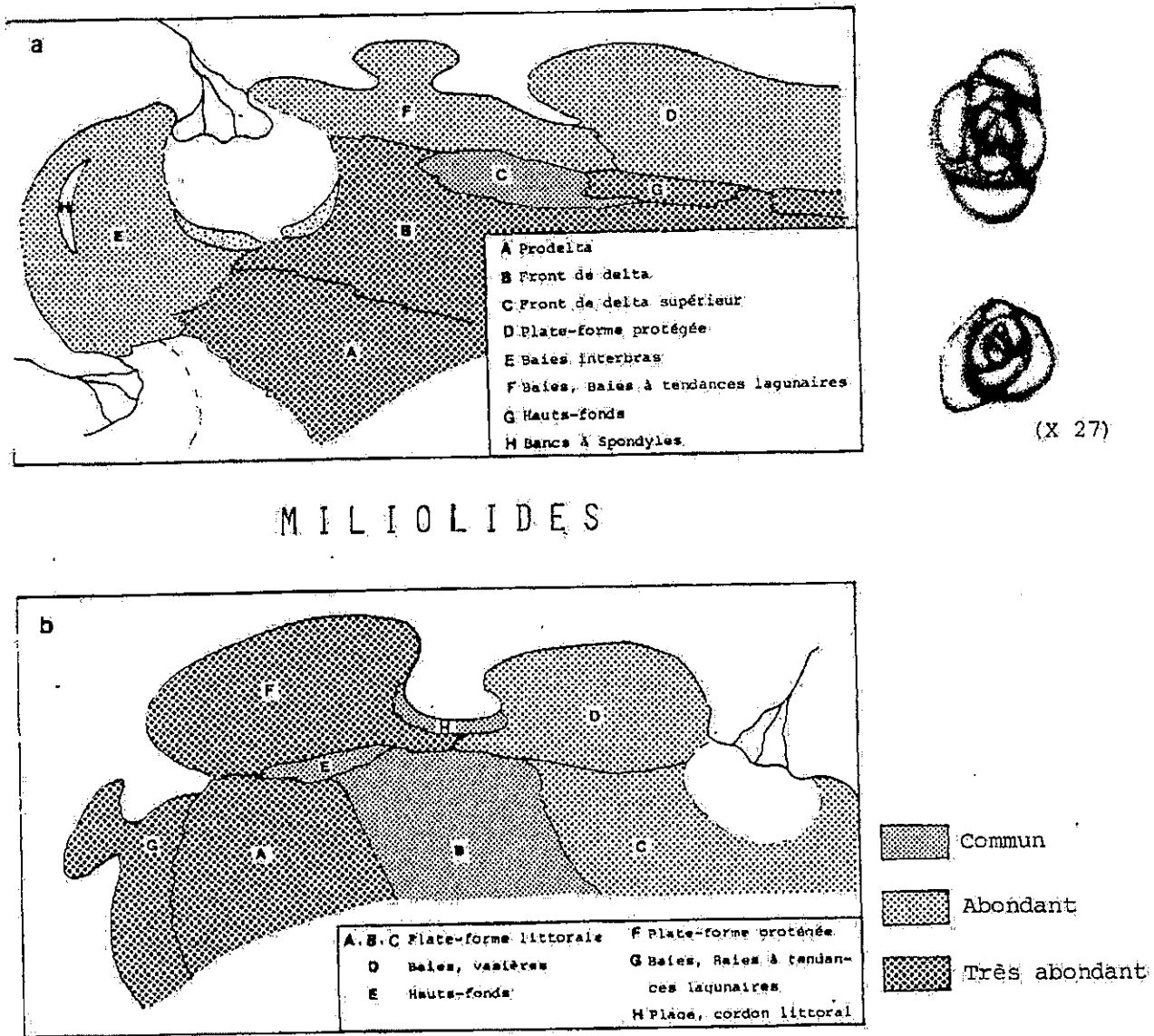


Fig. 103 Distribution des Miliolidés dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Miliolids distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

### 3 - MILIOLIDES (fig. 103 a et b)

Dans les deux coupes, les Miliolidés sont présents dans tous les milieux. L'abondance maximum se situe dans les milieux plus profonds (prodelta, front de delta) et dans les hauts-fonds à Caunettes tandis qu'à Coustouge elle se situe dans des milieux plus côtiers : plate-forme littorale, baies, plate-forme protégée.

Sans préférence pour les milieux à sédimentation carbonatée ou marneuse, ils sont certainement assez souvent remaniés. Leur état de conservation est généralement médiocre (test crayeux ou moulage pyritisé).

Les genres répertoriés (*Thiloculina*, *Quinqueloculina*) vivent actuellement en domaine tempéré à tropical, sur sédiment sableux et dans les herbiers. Ces organismes prolifèrent surtout entre 0 et 40 m, dans des eaux riches en calcaire, de salinité normale à sursalées (baies, plate-forme interne). Ce sont des Foraminifères très ubiquistes (BANDY, 1960 ; LE CALVEZ, 1970 ; MURRAY, 1973 ; GHOSE, 1977).

### 4 - NUMMULITES

Nous avons distingué deux groupes de Nummulites : Les petites formes (*N. globulus*, *N. exilis*, ...) et les grandes formes (*N. ataticus*). Elles ont une répartition différente :

#### a - Petites Nummulites (fig. 104)

Elles sont abondantes à très abondantes à Caunettes comme à Coustouge. Seules les marnes du prodelta, plus profondes, n'en contiennent que très peu.

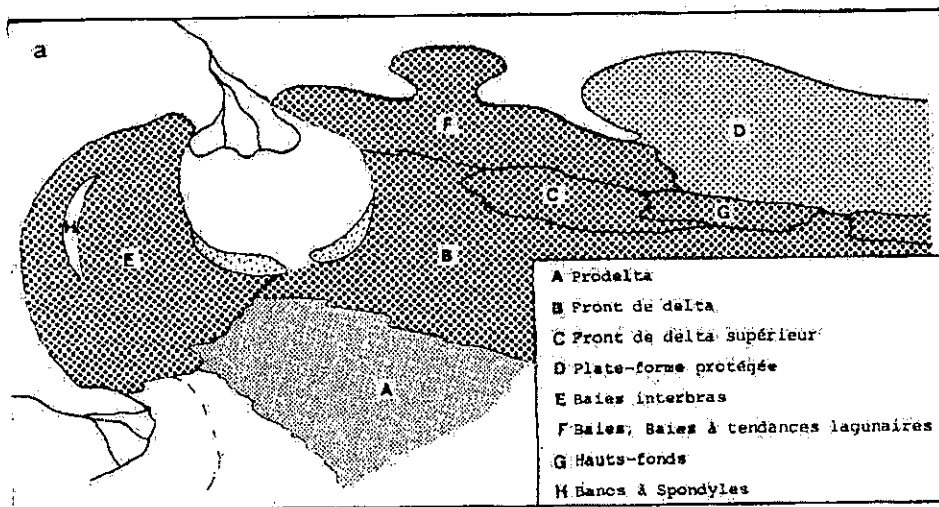
Ces petites Nummulites sont certainement facilement transportées et remaniées : c'est le cas dans les dépôts de plage ou de cordon littoral et peut-être dans les baies à tendances lagunaires.

Des marnes sableuses, très riches en Nummulitidés (Nummulites, Assilines), contenant très peu de petits Foraminifères ont été observées à Caunettes dans les Silts et Grès du Devès (b2).

Ce niveau rappelle les sables actuels à *Operculinella* de l'Ile de Mayotte dont la concentration est due à l'action mécanique des courants (LE CALVEZ, 1965).

#### b - Grandes Nummulites (fig. 105)

Elles pullulent à Caunettes et à Coustouge, surtout au niveau des bancs à Nummulites où elles peuvent jouer le rôle d'organismes constructeurs (chap. III : bancs à Nummulites). On les trouve aussi dans des milieux à sédimentation marneuse, plus ou moins profonds.



(X 12)

*Nummulites globulus*



(X 15,4)

## PETITES NUMMULITES

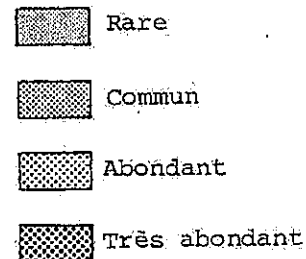
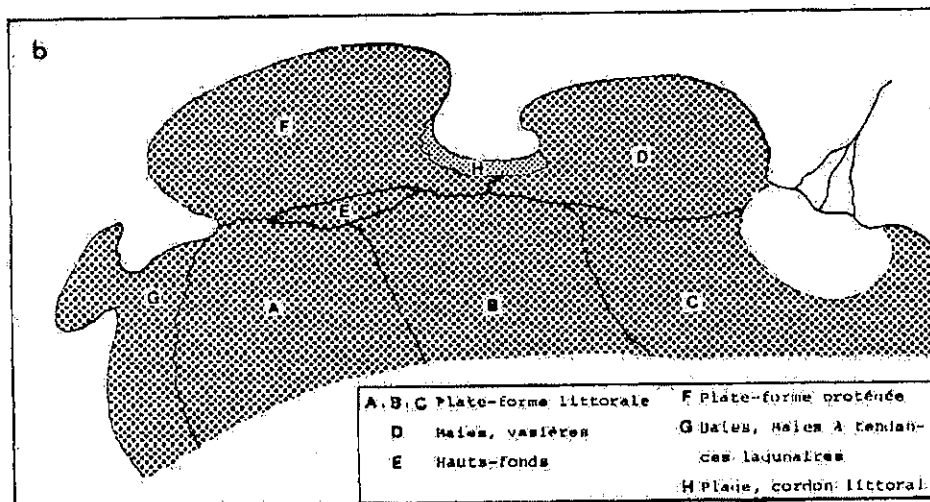
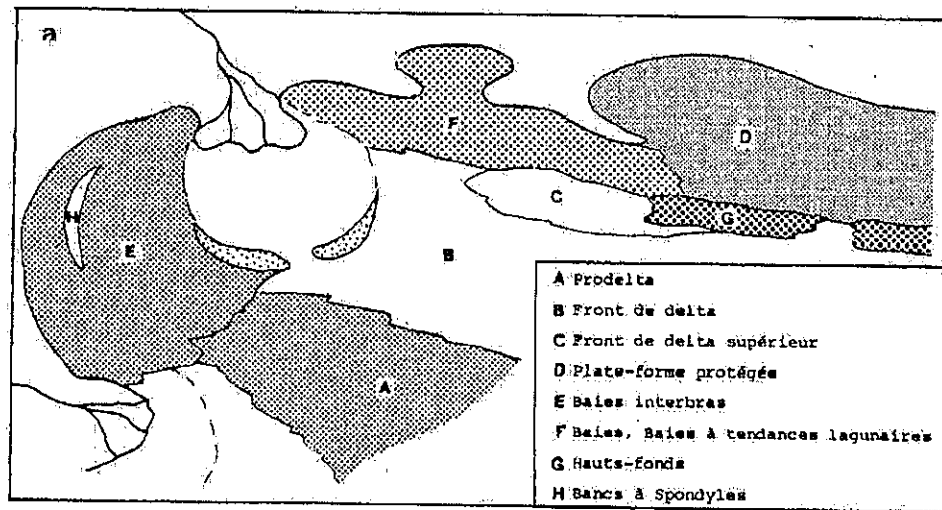


Fig. 104 Distribution des petites Nummulites dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Small Nummulitids distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.



## GRANDES NUMMULITES



(X 5)



(X 1,45)



*Nummulites atacicus*

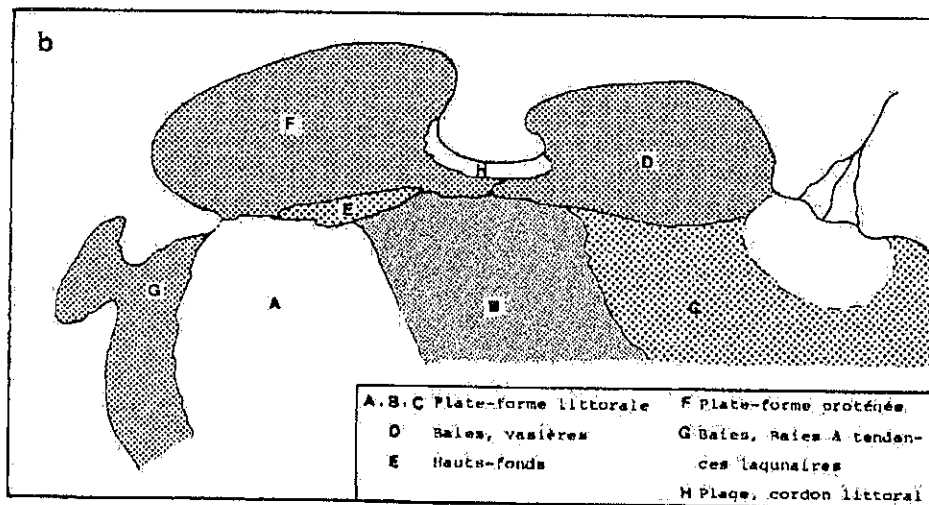


Fig. 105 Distribution des grandes Nummulites dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Large Nummulitids distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

En résumé, les Nummulites ont une répartition bathymétrique variable mais semblent préférer les milieux peu profonds. On les trouve aussi bien dans les milieux fortement carbonatés que dans les milieux à sédimentation marneuse.

Ce sont, comme beaucoup de Foraminifères benthiques des organismes conditionnés par leur environnement.

Une analyse plus détaillée (qui n'a pu être envisagée ici) au niveau de l'espèce et en fonction de leur morphologie montrerait certainement l'influence du milieu (BLONDEAU, 1972 ; SERRA-KIEL et REGUANT, 1984).

Nous pouvons observer que les grandes Nummulites ont tendance à se développer dans des milieux de bathymétrie plus importante que les petites Nummulites.

Le genre *Nummulites* n'existe plus à l'heure actuelle, mais des représentants de la même famille (*Camerinidae*, genres *Operculina*, *Operculinella*) sont cantonnés dans les eaux superficielles des régions tropicales (LE CALVEZ, 1965). Cependant, les Amphistégines, appartenant à une autre famille, ressemblent plus aux Nummulites fossiles et leur répartition présente des similitudes. Alors que les Operculines tolèrent une certaine turbidité, les Amphistégines préfèrent les plate-formes à haute teneur en carbonate et très oxygénées.

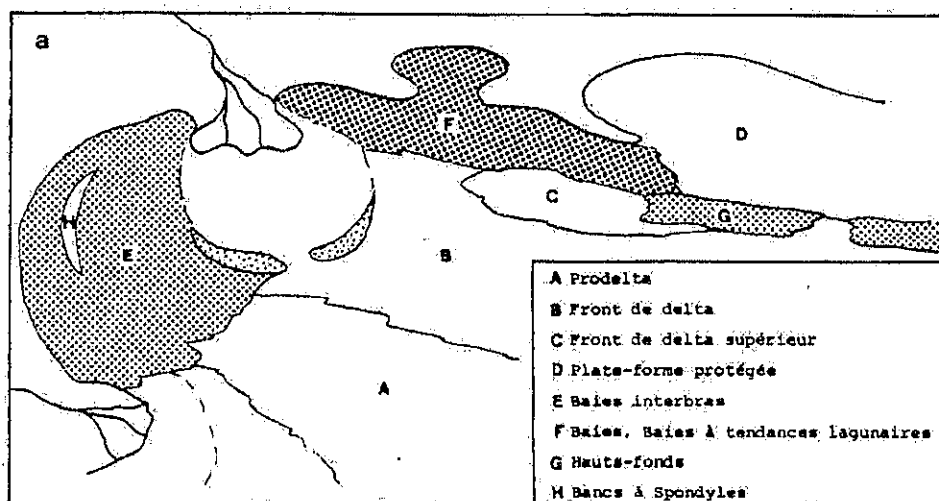
Les conditions idéales pour la vie des Nummulites devaient correspondre à des eaux chaudes (tropicales) fortement calcaires, de salinité normale et à une profondeur d'environ 30 m (NEMKOV, 1962 ; ARNI, 1972). Elles colonisent les plate-formes spécialisées (plate-formes matures) au niveau de la rupture de pente des talus.

#### 5 - ASSILINES (fig. 106)

Les Assilines ont une répartition moins importante à Caunettes (baies, baies interbras, hauts-fonds) qu'à Coustouge où elles sont représentées dans tous les milieux.

A Coustouge, leur abondance semble diminuer des milieux les plus turbides vers les milieux mieux éclairés et carbonatés.

Les Assilines sont donc présentes aussi bien dans les milieux à sédimentation carbonatée (plate-forme carbonatée) que dans les milieux à sédimentation marneuse où elles sont généralement plus abondantes. Elles préfèrent les eaux peu profondes (absentes dans les dépôts de prodelta). Leur répartition est à rapprocher de celle des Nummulites avec lesquelles elles sont souvent en association ; elles colonisent cependant des plate-formes moins spécialisées (plate-formes immatures) que les Nummulites.



*Assilina leymeriei*  
(x 9,3)

## ASSILINES

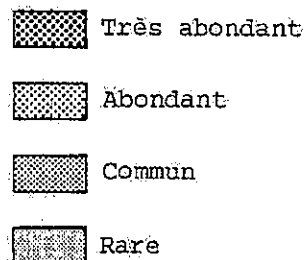
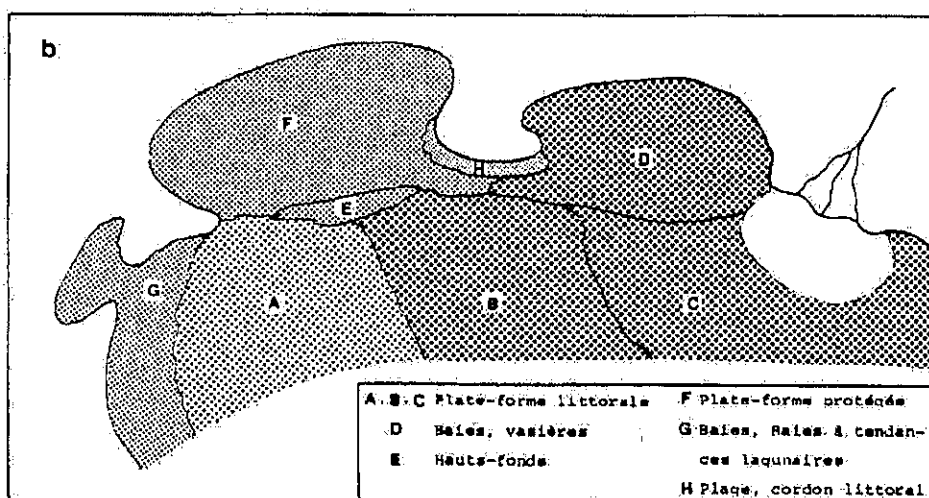


Fig. 106 Distribution des Assilines dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Assilinas distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

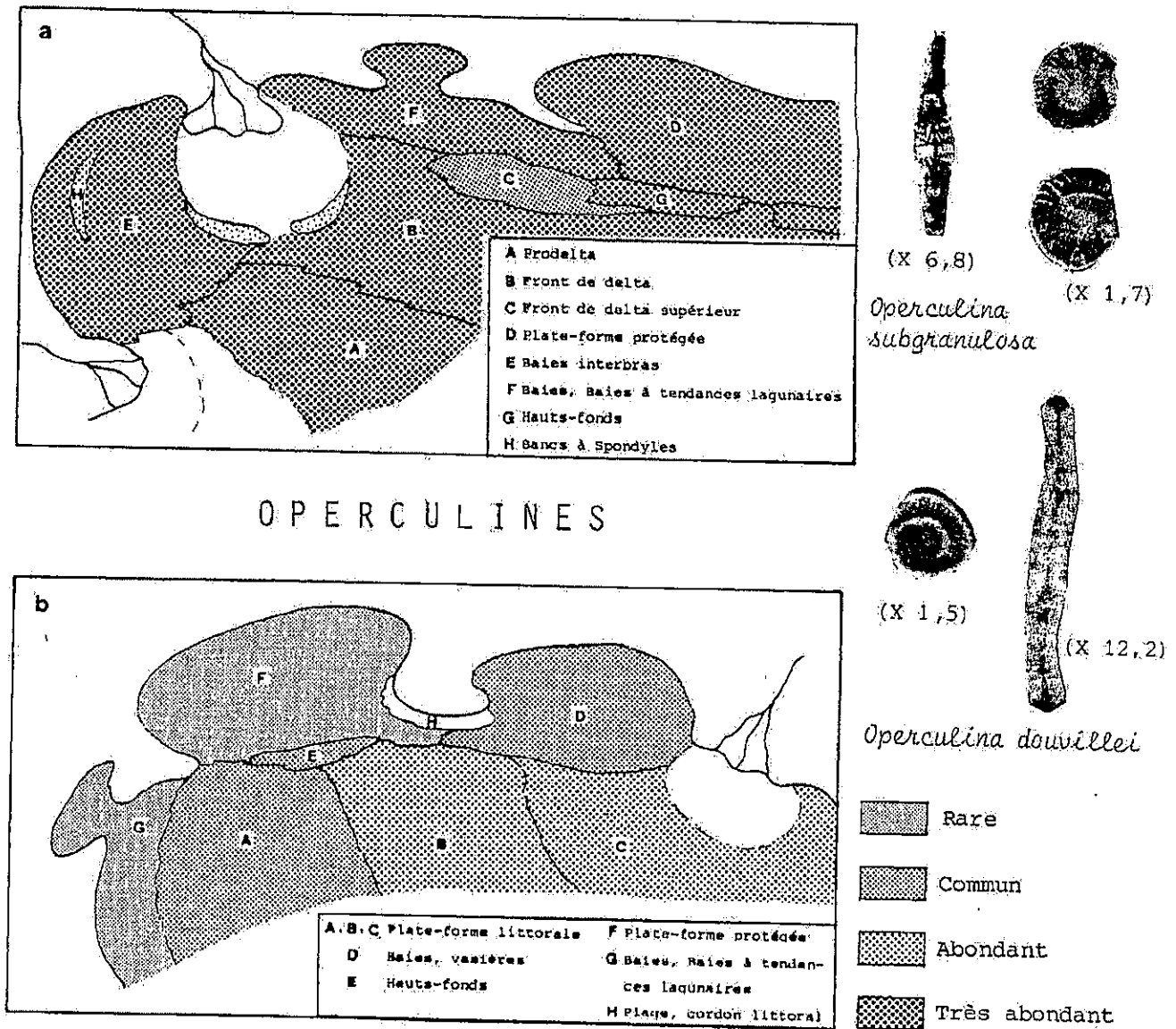


Fig. 107 Distribution des Operculines dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Operculinas distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.



#### 6 - OPERCULINES (fig. 107)

Les Operculines, plus abondantes à Caunettes qu'à Coustouge sont présentes dans tous les milieux. A Caunettes, elles occupent aussi bien les environnements les plus profonds (prodelta) que les plus côtiers (Baies).

A Coustouge, leur abondance décroît des milieux les plus profonds vers les moins profonds.

Les Operculines, comme les Nummulites, se développent aussi bien dans les milieux à sédimentation marneuse que carbonatée. Elles préfèrent peut-être les environnements relativement profonds.

La large répartition bathymétrique observée est certainement due à l'existence de différentes espèces.

Les formes récoltées dans les marnes de prodelta sont très nombreuses, de petite taille et ne présentent pas d'ornementation marquée. Les formes plus côtières possèdent généralement une taille plus importante et une ornementation plus marquée (augmentation du taux de carbonates ?).

Des représentants d'Operculinidés actuels ont été signalés dans des eaux tropicales à tempérées de profondeur comprise entre 0 et 50/80 m (LE CALVEZ, 1965). Ils vivent sur le sol au pied des plantes (Golfe d'Elat - HOTTINGER, 1977).

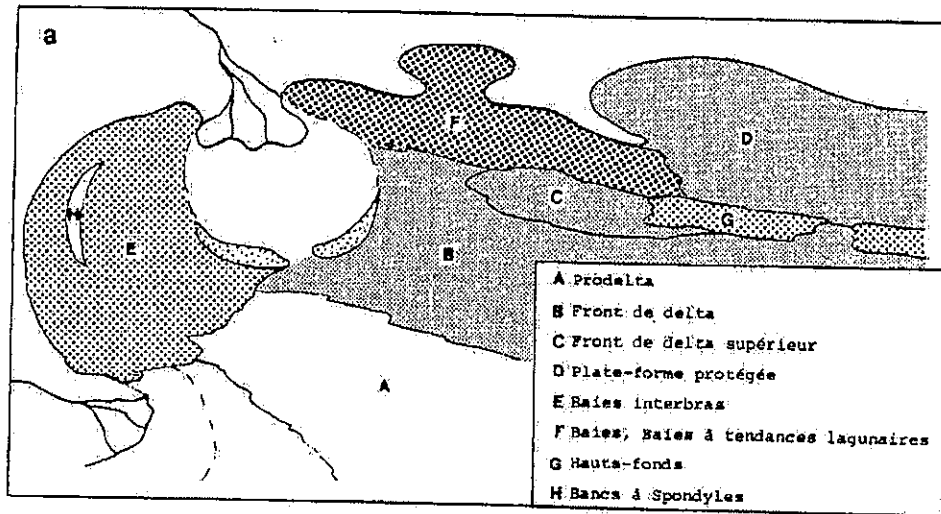
#### 7 - DISCOCYCLINES (fig. 108)

A Caunettes, les Discocyclines sont plus abondantes dans les environnements peu profonds (baies côtières, baies interbras, hauts-fonds).

A Coustouge, l'abondance des Discocyclines diminue des zones les plus profondes vers les plus côtières.

Se développant plutôt dans les milieux à sédimentation marneuse, les Discocyclines sont aussi en relation avec les domaines carbonatés plus ou moins profonds (shoals, bancs à Nummulites). Comme les Nummulites, elles doivent nécessiter une certaine teneur en carbonate.

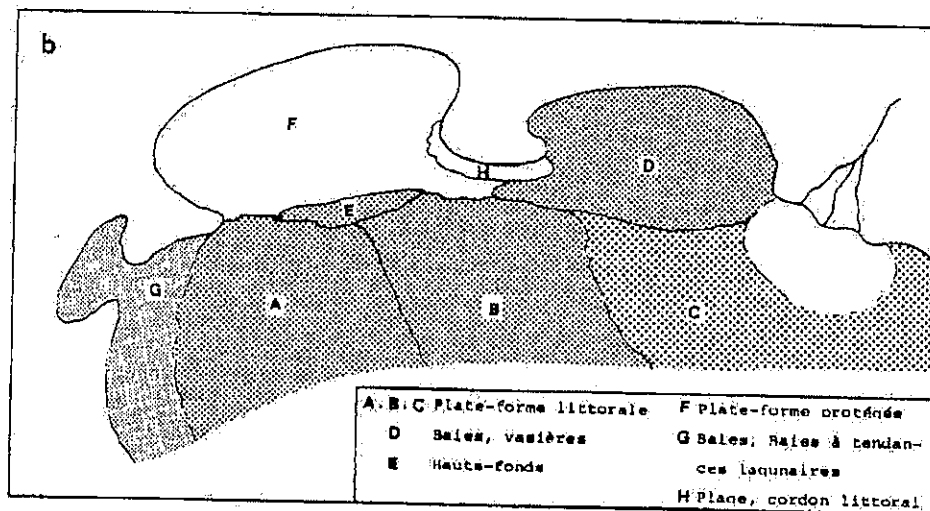
Les Discocyclines sont des formes typiques d'avant-récif et forment avec d'autres Foraminifères des dépôts de barres (bank, offshore bar). Leur abondance indique les environnements récifaux (GHOSE, 1977).



## DISCOCYCLINES



*Discocyclina  
irregularis*  
(X 10)



- Rare
- Commun
- Abondant
- Très abondant

Fig. 108 Distribution des Discocyclines dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Discocyclinids distribution in the environments of Caunettes (a) and Coustouge (b).

## B - PETITS FORAMINIFÈRES (fig. 109)

### 1 - FORAMINIFÈRES A TEST AGGLUTINE (*Textulariina*)

#### a - *Ammodiscidae*

Cette famille n'est représentée que par le genre *Ammodiscus*. Il a été récolté à Caunettes, uniquement dans les milieux les plus profonds (prodelta - front de delta).

Leur distribution diffère un peu de celle donnée par H. LUTER-BACHER, 1970 ou FERRER et al., 1970 : dans le Bassin de Tresp, on les trouve aussi dans les dépôts de plaine d'inondation ou de marais, associés à des Ostracodes d'eau saumâtre.

Les *Ammodiscus* actuels (BLANC-VERNET et BOURDILLON, 1981) sont considérés comme des arénacés profonds (zone épibathyale inf.) dans la province mésogéenne. On les trouve aussi dans des environnements moins profonds, sur la plate-forme (CHAMNEY, 1975).

#### b - *Lituolidae*

Cette famille n'est représentée que par un très petit nombre d'individus du genre *Ammobaculites* trouvés dans un seul niveau de la coupe de Caunettes. Il se situe dans des marnes à tendances lagunaires.

*Ammobaculites* vit actuellement dans les marais hyposalins, les lagunes et la plate-forme interne dans les eaux tempérées (?) à tropicales (KELLOUGH, 1965 ; MURRAY, 1973). C'est un genre dominant dans le delta du Mississippi (PHLEGER, 1954).

#### c - *Textulariidae* (fig. 110)

Les *Textulariidae*, plus abondants à Caunettes qu'à Coustouge, ont une répartition bathymétrique variable mais ils prolifèrent plutôt dans les milieux de prodelta et front de delta (Caunettes).

A Coustouge, leur présence semble en rapport avec celle des influx terrigènes.

Les genres *Spiroplectamina* et *Textularia* ont pratiquement la même répartition, bien que *Spiroplectamina* paraisse préférer les milieux plus profonds (elle est absente des dépôts plus littoraux).

Ils vivent actuellement dans des environnements de salinité normale, à sédimentation sableuse entre 50 et 640 m de profondeur (MURRAY, 1973).

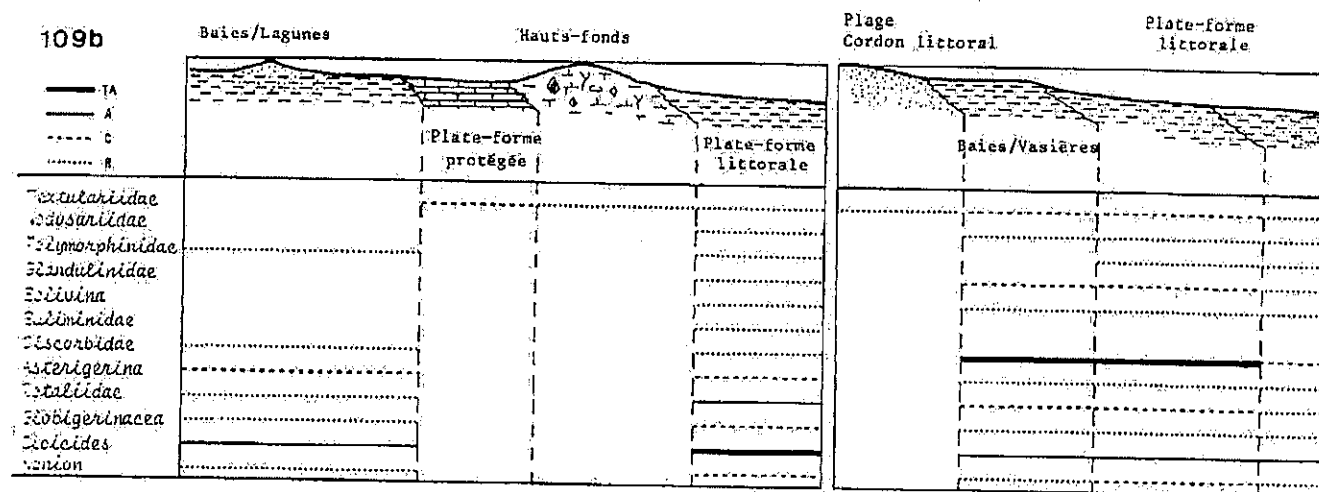
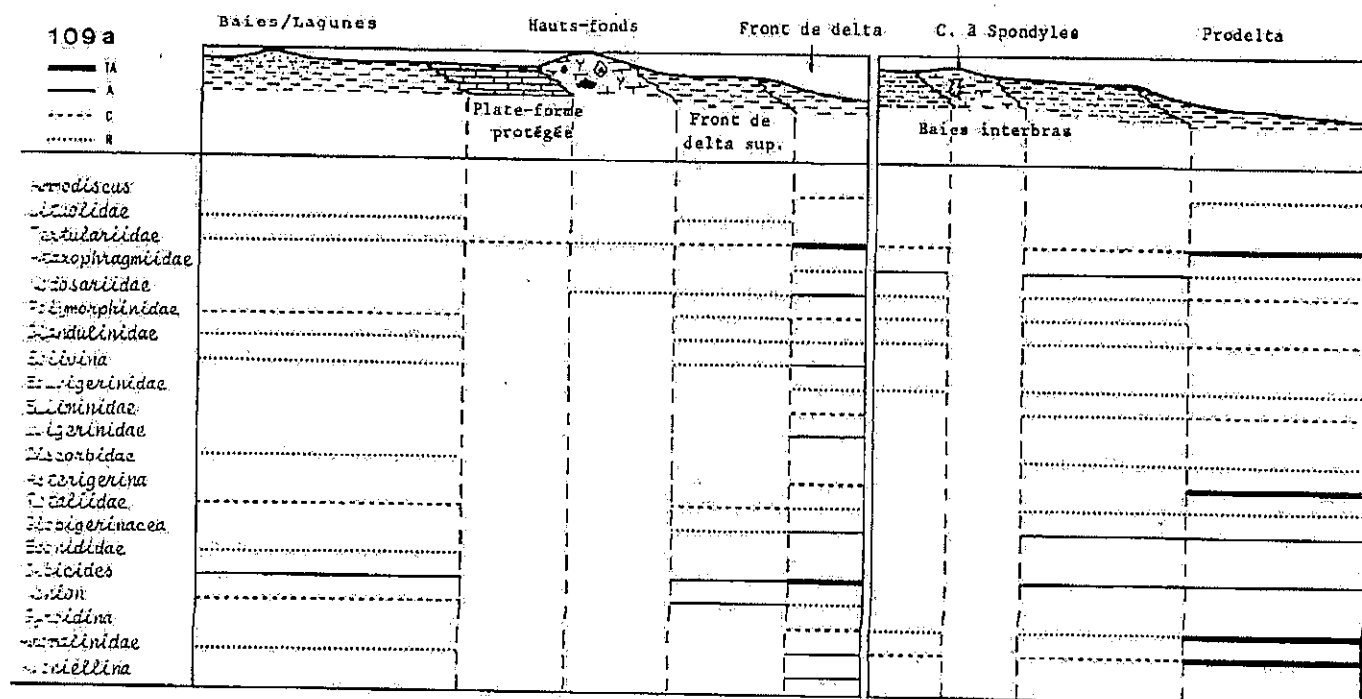
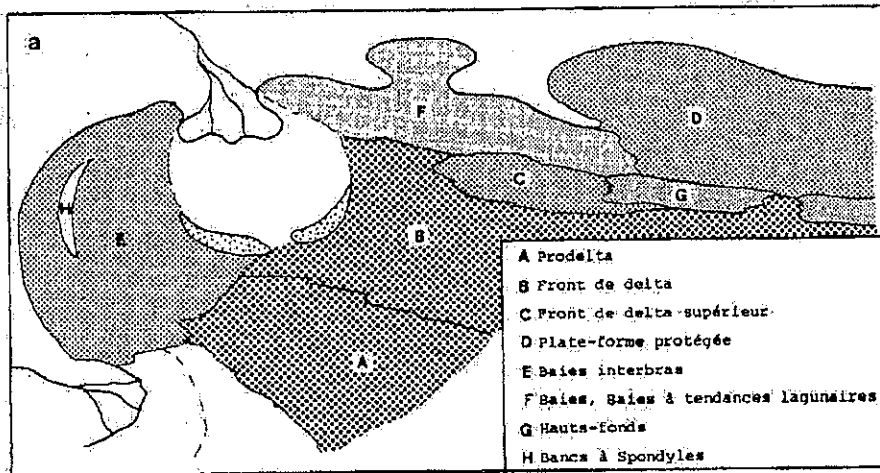


Fig. 109 Répartition horizontale des petits Foraminifères dans les coupes  
de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Horizontal distribution of small Foraminifera in the Caunettes (a) and Coustouge (b) sections.



## TEXTULARIIDES

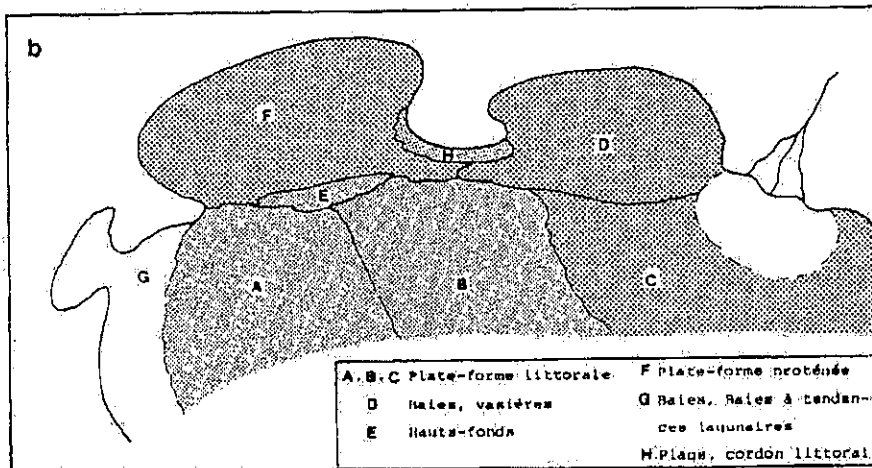


Fig. 110 Distribution des *Textulariidae* dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Textulariidae* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

d - Ataxophragmiidae

Très peu nombreux, ils sont représentés par les genres *Gaudryina* et *Valvulina*. *Gaudryina* a été trouvé principalement dans les dépôts de prodelta et de baie, *Valvulina* dans les baies littorales et baies à tendances lagunaires.

Les espèces actuelles sont peu abondantes et confinées dans les régions du Pacifique et aux Caraïbes (LE CALVEZ, 1970).

2 - FORAMINIFERES A TEST CALCAIRE PERFORE (*Rotalina*)

a - Nodosariidae (fig. 111)

A Caunettes, les Nodosariidés sont abondants dans le front de delta et communs dans le prodelta. Ils sont rares ou absents dans les autres milieux.

A Coustouge, ils sont rares même dans les milieux les plus profonds.

Les Nodosariidés caractérisent donc les dépôts profonds. Ils sont représentés par plusieurs genres (*Nodosaria*, *Dentalina*, *Lenticulina*, *Marginulina*, *Pseudonodosaria*) mais il ne paraît pas y avoir de différences de répartition entre les genres.

Dans les régions tropicales actuelles, les Nodosariidés sont bien développés entre 90 et 900 m. Ils restent abondants sur les plate-formes de profondeur moyenne ou même peu profondes au Tertiaire (PLUMMER, 1926 ; HAYNES, 1981).

b - Polymorphinidae

A Caunettes, les Polymorphinidés, assez peu nombreux, se localisent dans les dépôts de prodelta, de front de delta et de baies.

Dans les baies de Coustouge et sur la plate-forme littorale, ils sont encore plus rares.

*Globulina*, *Guttulina*, *Ramulina* ont été récoltés dans des dépôts plus profonds que *Pseudopolymorphina*.

Cette famille était mieux représentée au Tertiaire. Actuellement, ils vivent dans des eaux littorales (LE CALVEZ, 1970). *Globulina* vit dans des eaux de salinité normale, tempérées, entre 0 et 60 m (MURRAY, 1973).

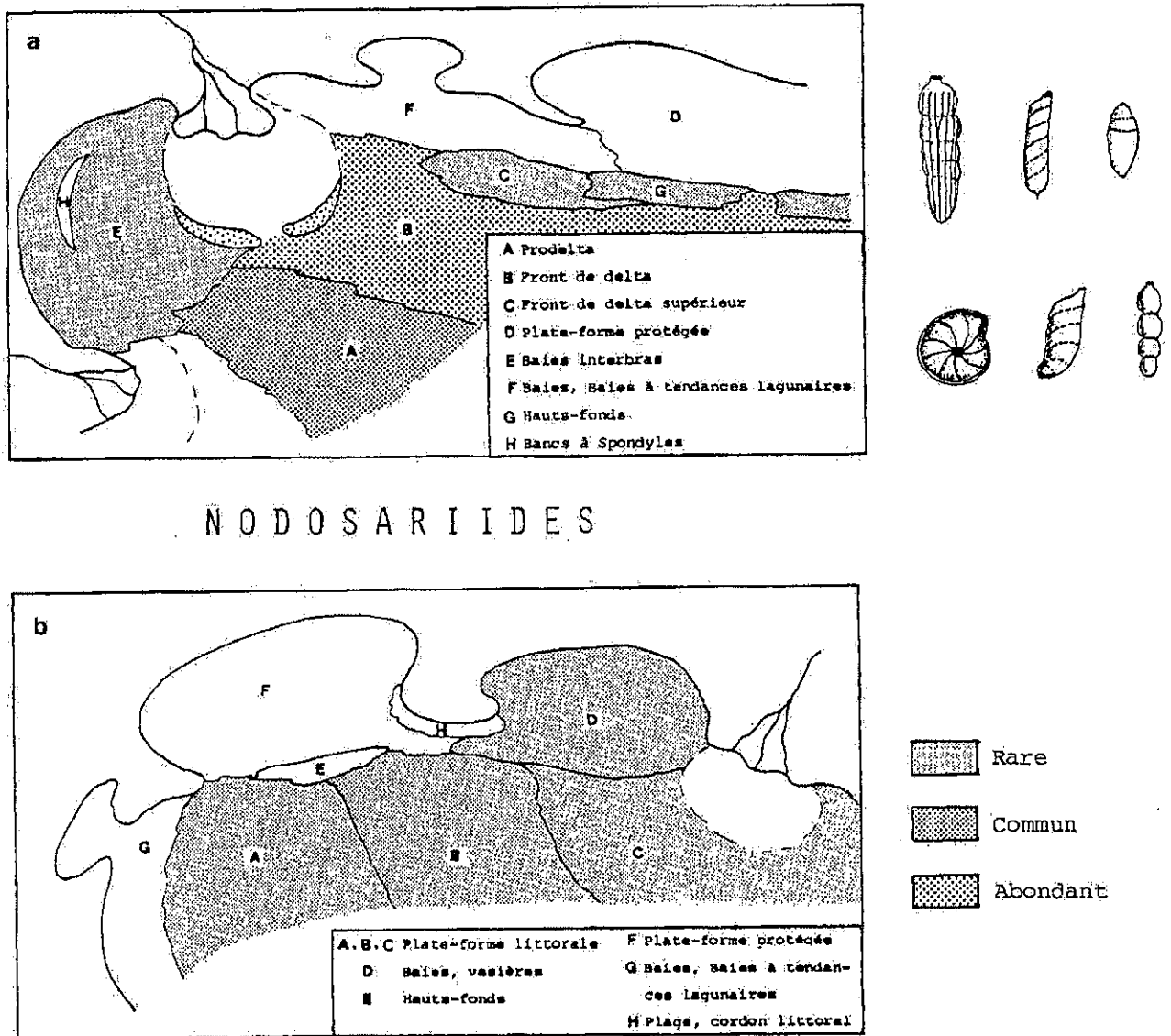


Fig. 111 Distribution des Nodosariidae dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Nodosariidae* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

c - Glandulinidae

Les Glandulinidés sont peu représentés (*Fissurina*, *Oolina*, *Glandulina*) : communs dans le prodelta à Caunettes, ils sont rares partout ailleurs. Il apparaît quelques spécimens sur la plate-forme littorale et dans les baies à Coustouge.

Les genres *Oolina* et *Fissurina* ont été recueillis dans des sédiments vaseux sur la plate-forme (0-150m) (MURRAY, 1973). Les tests de ces petites formes sont facilement remaniés.

d - Turritinidae, Eouvigerinidae

Ils n'apparaissent que de façon occasionnelle. Leur répartition n'est pas très significative.

*Stilostomella* (Eouvigerinidae) a été trouvé dans des niveaux correspondant au prodelta ou à des baies ; *Buliminella* (Turritinidae) dans les baies à tendances lagunaires.

Les *Buliminella* actuels peuvent supporter une certaine dessalure du milieu (LE CALVEZ, 1970).

e - Bolivinitidae (fig. 112)

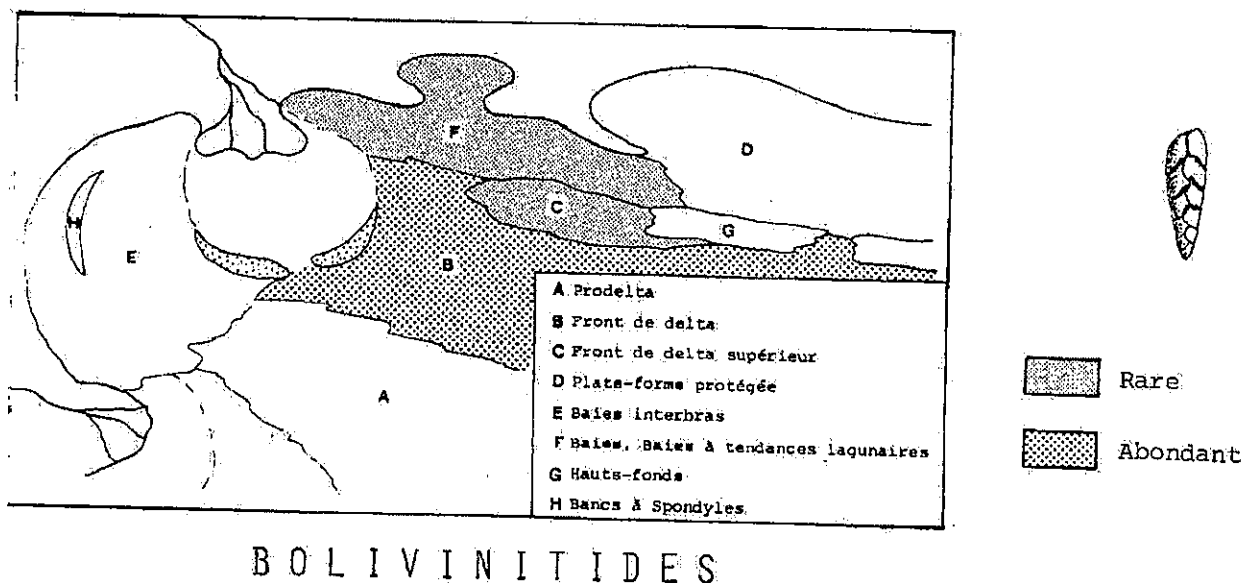


Fig. 112 Distribution des Bolivinitidae dans les environnements de Caunettes

*Bolivinitidae* distribution in Caunettes environments.



Le seul représentant de cette famille (*Bolivina*) est abondant dans le front de delta et rare dans le front de delta supérieur et les baies à Caunettes.

A Coustouge, il est rare sur la plate-forme littorale et dans les baies.

Il caractérise des dépôts relativement profonds.

Le genre *Bolivina* se développe dans des sédiments fins (sables fins, vases sableuses).

L'étude des sédiments actuels de la Méditerranée montre que les *Bolivina* sont fréquentes au-delà de - 80 m mais elles remontent à des profondeurs plus faibles quand la proportion en éléments fins est élevée (BLANC-VERNET in AUSSEIL-BADIE, 1978).

Leur adaptation à toutes les profondeurs, et à des fonds de nature diverse les classe parmi les mauvais indicateurs de faciès (LE CALVEZ, 1970). Elles sont particulièrement résistantes à un déficit de l'eau en oxygène (BIZON et BUROLLET, 1984).

L'étude des *Bolivinitidae* du Tertiaire du Golfe de Guinée (L. BRUN et al., 1984) montre que les variations morphologiques observées sur ces Foraminifères peuvent servir à une meilleure approche paléocéologique. L'espèce récoltée dans l'Ilerdien des Corbières (*Bolivina midwayensis*) traduirait des conditions stables de salinité normale. Cette forme appartient au cinquième groupe : test allongé, fusiforme, beaucoup plus long que large, généralement aplati, à sutures déprimées ou en relief et ne comportant aucune ornementation.

Ces formes sont "absentes des milieux deltaïques et apparaissent plutôt dans les faciès argileux des dépôts de talus ou bathyaux". Les variations morphologiques (rapport longueur / largeur) montrent que les espèces les plus allongées sont les plus profondes.

Leur petite taille à Caunettes peut indiquer qu'elles ne sont pas dans leur biotope idéal.

#### f - Buliminidae (fig. 113)

On trouve les Buliminidés (*Bulimina*) dans les milieux les plus profonds des deux coupes :

- prodelta et front de delta à Caunettes ;
- plate-forme littorale à Coustouge.

Ils ne sont jamais très abondants bien que leur proportion soit sous-estimée comme celle des *Bolivina* (chap. IV).

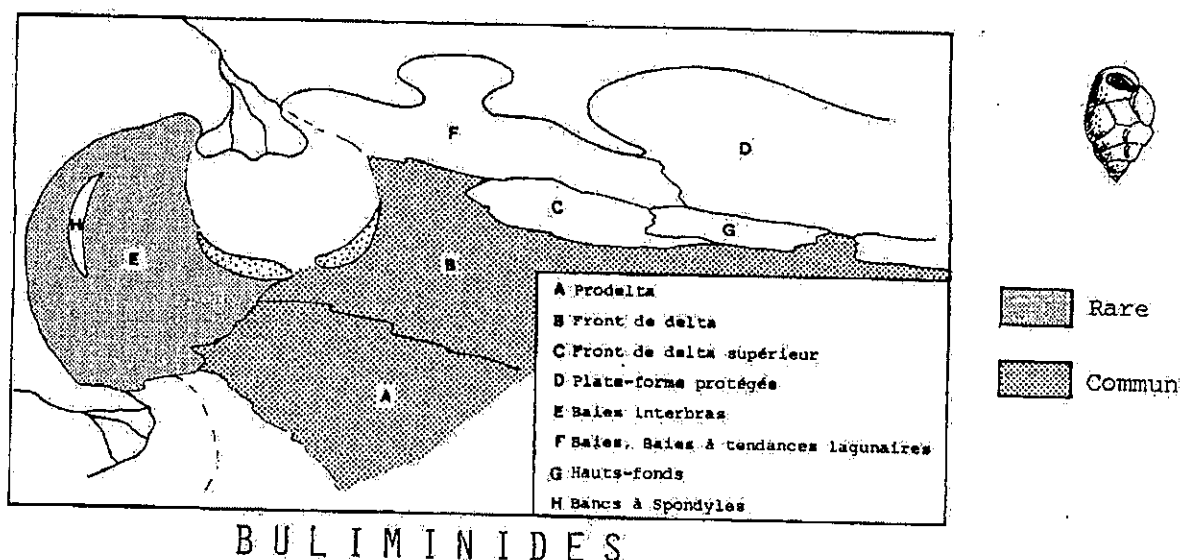


Fig. 113 Distribution des *Buliminidae* dans les environnements de Caunettes

*Buliminidae* distribution in Caunettes environments.

Ce sont comme les Bolivinitidés des espèces vasicoles (BLANC-VERNET et al., 1979).

Leur répartition verticale varie suivant les espèces (LE CALVEZ, 1970). Certaines espèces vivent sur la plate-forme mais la plupart vivent à des profondeurs plus importantes (zones bathyales) et leur ornementation augmente avec la profondeur (BANDY, 1960 ; F. COUSTILLAS, 1983). I. YOUSSEFNIA, 1978 pense que les *Bulimina* du Paléocène (Atlantic Coastal Plain) peuvent avoir vécu dans des eaux peu profondes. Elles auraient disparu ensuite de ces biotopes ou migré vers des eaux plus profondes au cours des temps géologiques.

#### g - Uvigerinidae

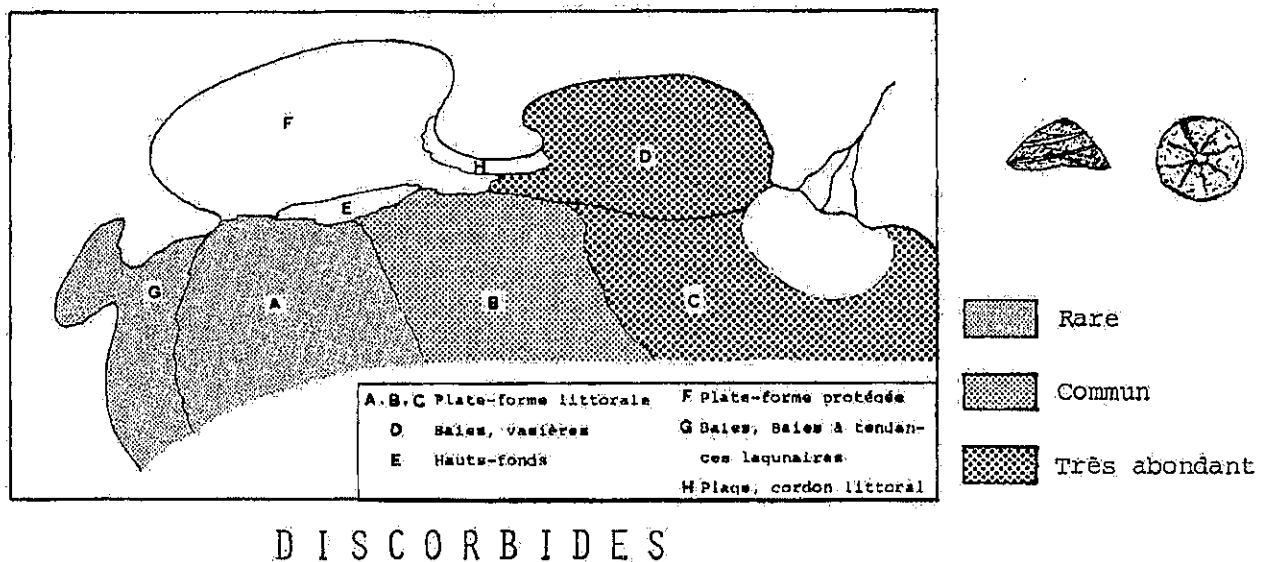
Les Uvigerinidés (*Uvigerina*) ont été récoltés à Caunettes dans les niveaux correspondant au front de delta. Aucun individu de ce genre n'a été observé à Coustouge.

Leurs variations morphologiques et leur répartition bathymétrique suivent les mêmes tendances que celles des *Buliminidés* (BANDY, 1960).

Ils vivent dans des eaux généralement froides à tempérées de salinité normale, sur un fond vaseux ou de sable fin (MURRAY, 1973). Ils affectionnent les zones relativement profondes ; au-delà de 60-70 m jusqu'aux zones bathyales (LE CALVEZ, 1970).

h - Discorbidae (fig. 114)

Les Discorbidés sont mieux représentés à Coustouge où leur abondance décroît des milieux les moins éclairés vers les plus éclairés. A Caunettes, ils sont rares dans le prodelta et les Baies.



DISCORBIDES

Fig. 114 Distribution des *Discorbidae* dans les environnements de Coustouge.

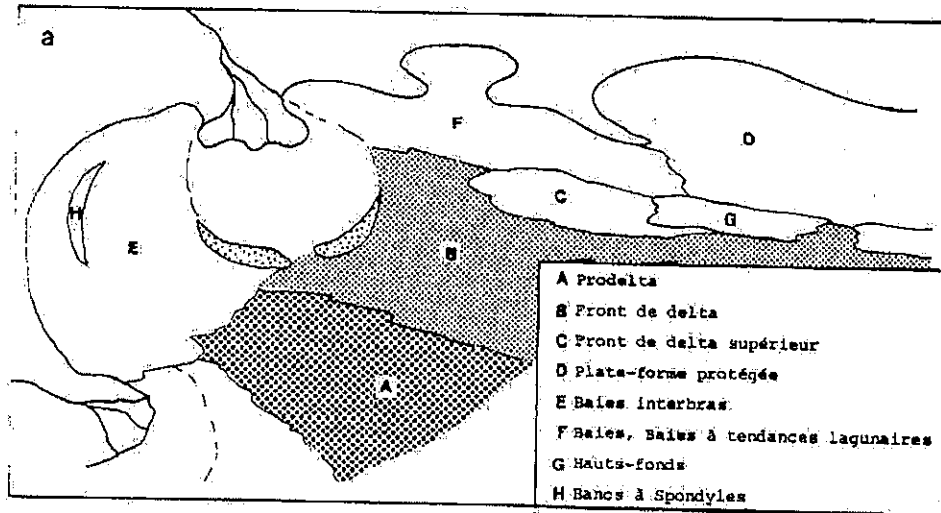
*Discorbidae* distribution in Coustouge environments.

*Discorbis* est un genre moins représenté aujourd'hui et dont on ne connaît pas la répartition précise (LE CALVEZ, 1970). De nombreuses espèces de cette famille sont caractéristiques des peuplements infralittoraux, certains sont épiphytes. Ils marquent vraisemblablement une préférence pour les milieux assez énergétiques (COUSTILLAS, 1983). On peut les trouver dans les eaux froides ou tempérées et de salinité variable (BOLTOVSKOV et WRIGHT, 1976).

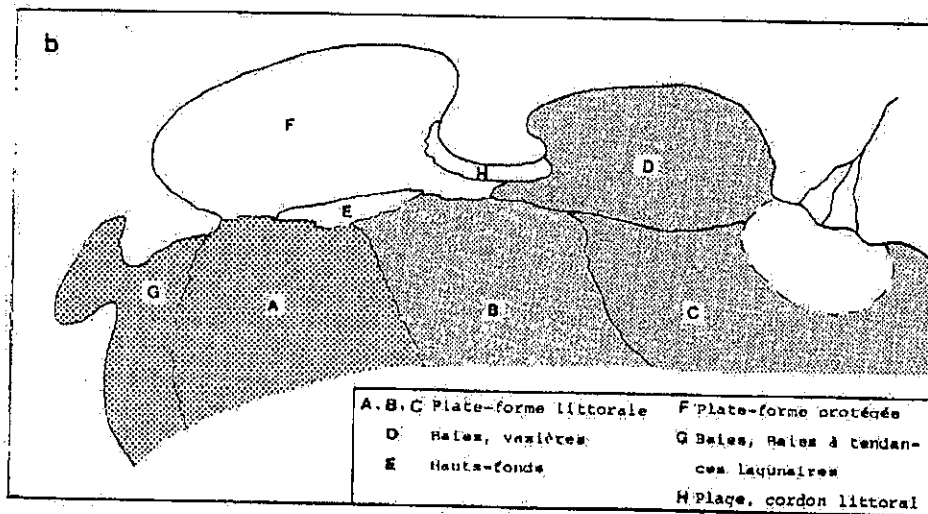
1 - Asterigerinidae (Fig. 115)

A Caunettes, les Astérigérinidés sont communs à abondants dans les milieux les plus profonds (prodelta et front de delta).

A Coustouge, ils sont communs dans A et G (plate-forme littorale, baies à tendances lagunaires) et rares ou absents dans les autres milieux.



ASTERIGERINIDES



 Rare  
 Commun  
 Très abondant

Fig. 115 Distribution des Asterigerinidae dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Asterigerinidae* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

Ils vivent actuellement dans des eaux claires de salinité normale, sur la plate-forme interne, en zone tropicale à subtropicale (MURRAY, 1973), surtout dans les zones coralliennes superficielles (LE CALVEZ, 1970 ; BANDY, 1960).

j - Rotaliidae (fig. 116)

Les Rotaliidés préfèrent les milieux de faible bathymétrie : front de delta supérieur, baies à tendances lagunaires (Caunettes).

A Coustouge, ils ont une double répartition qui correspond peut-être à des espèces différentes. Ils sont abondants sur la plate-forme littorale et dans les baies peu profondes, bien éclairées ; ils sont communs dans les milieux moins éclairés.

Ce sont des Foraminifères de mer chaude, peu profonde (0 - 40 m) et de salinité normale (MURRAY, 1973 ; LE CALVEZ, 1970).

La forme trochospirale de certaines espèces leur permet de vivre dans des environnements de haute énergie.

k - Globigerinacea (fig. 117)

Les Foraminifères planctoniques sont abondants dans le prodelta, le front de delta et les baies interbras à Caunettes. Ils sont communs sur la plate-forme littorale à Coustouge : leur présence dans les milieux de baie peut être liée à l'existence de courants marins.

Les Foraminifères planctoniques rencontrés sont souvent des formes de petite taille (formes juvéniles des genres *Globigerina* et *Acarinina*) qui sont facilement transportées. L'augmentation du pourcentage des tests planctoniques sur les benthiques est un indice de profondeur plus importante et d'ouverture.

l - Eponididae

Le genre *Eponides* n'a été récolté que très rarement à Caunettes, dans les baies côtières et baies à tendances lagunaires.

m - Cibicididae (fig. 118)

C'est la famille la mieux représentée de tous les petits Foraminifères. Les *Cibicides* sont abondants dans tous les milieux (à l'exception des plus carbonatés) et dans les deux coupes.

Leur répartition bathymétrique est donc variable et ils semblent avoir une préférence pour les eaux les moins turbides mais ils s'y adaptent facilement. Les variations morphologiques observées peuvent être en rapport

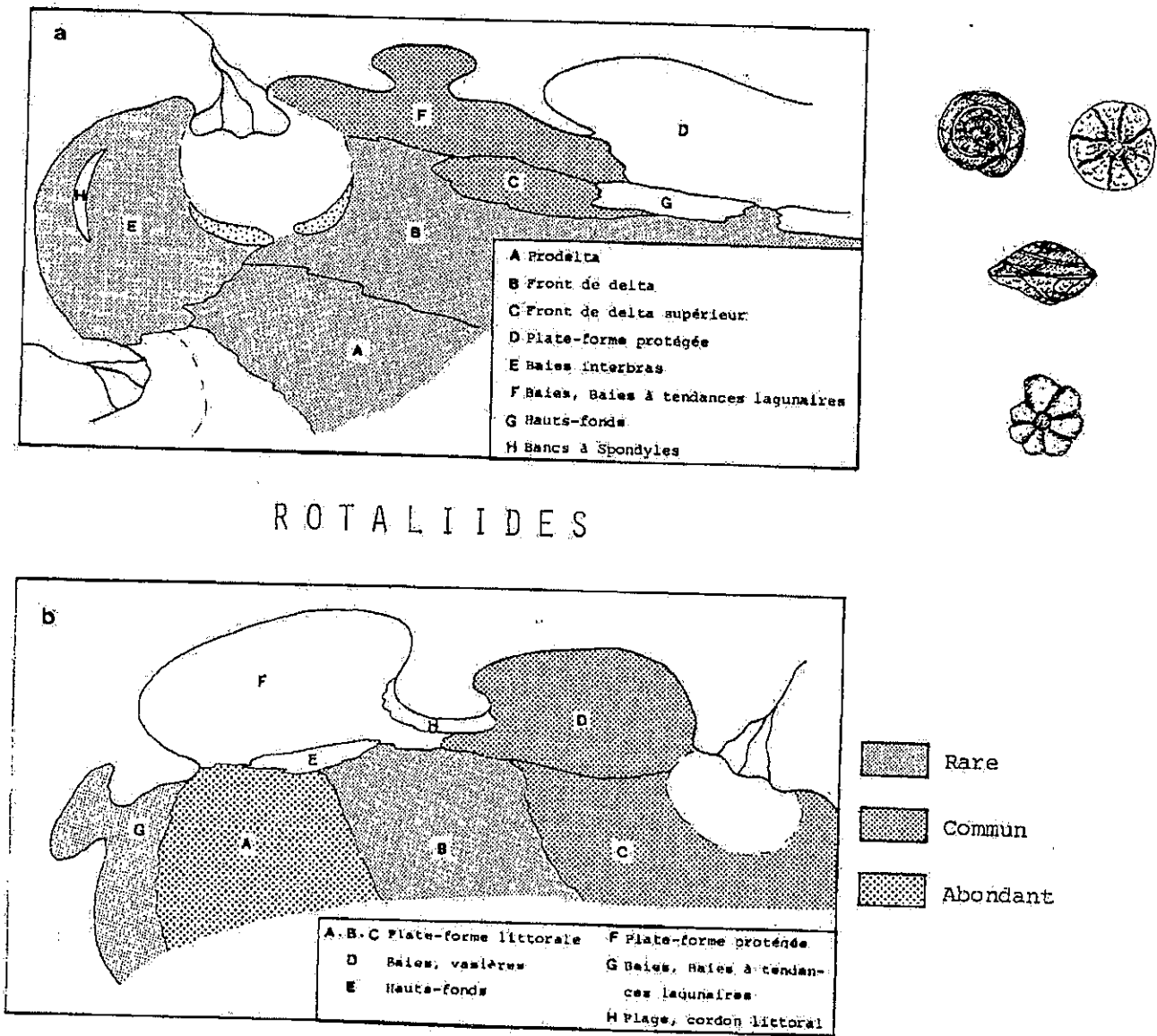


Fig. 116 Distribution des Rotaliidae dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Rotaliidae* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

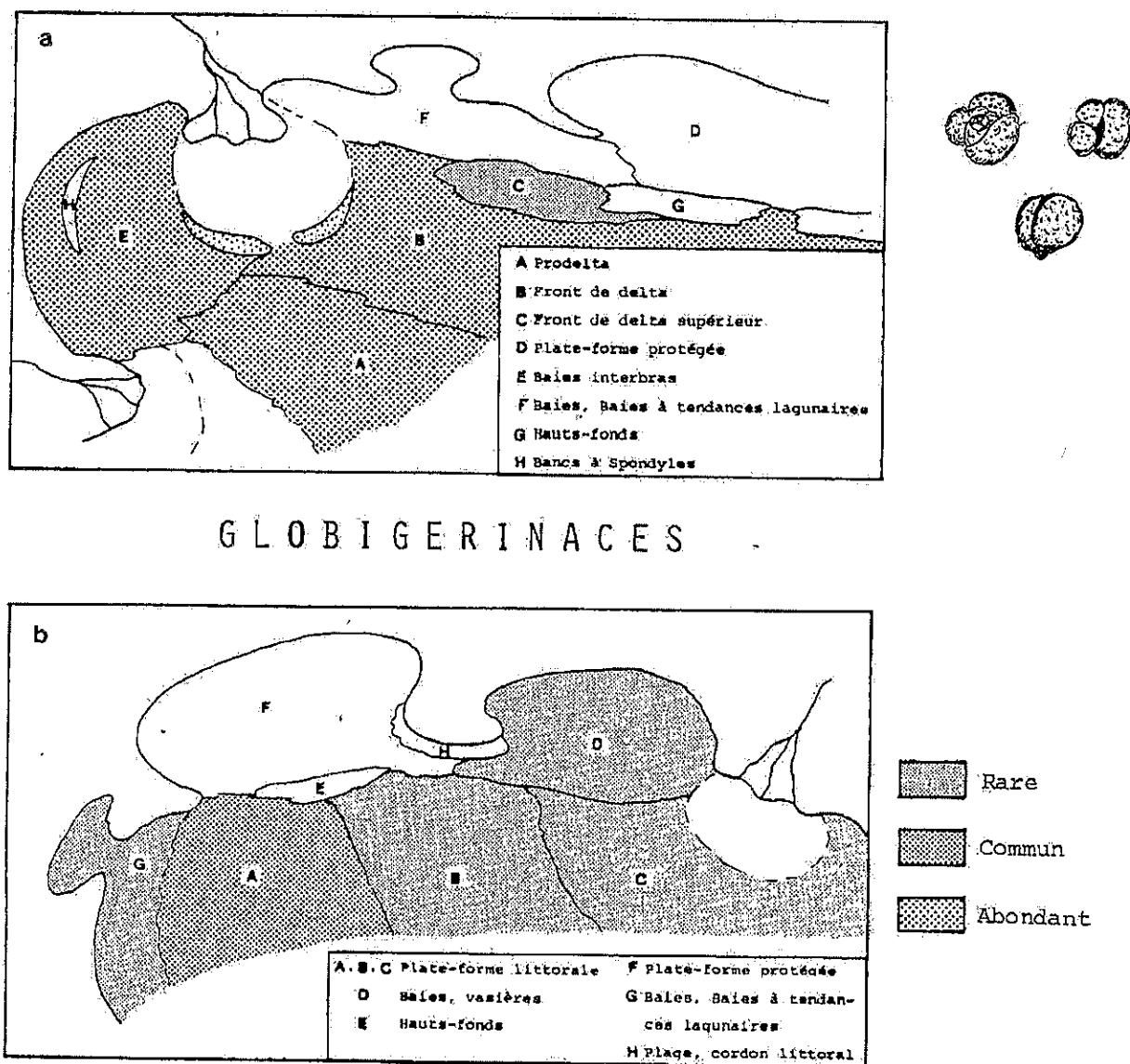


Fig.117 Distribution des Globigerinacea dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Globigerinacea* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

avec leur mode de fixation (LE CALVEZ, 1970 ; EDWARDS, 1982). Ils vivent dans des eaux peu profondes de salinité normale, s'agrippant sur un support (végétation, pierres, coquilles). Le genre *Cibicides* prolifère sur les plate-formes continentales actuelles (LOWMAN, 1949).

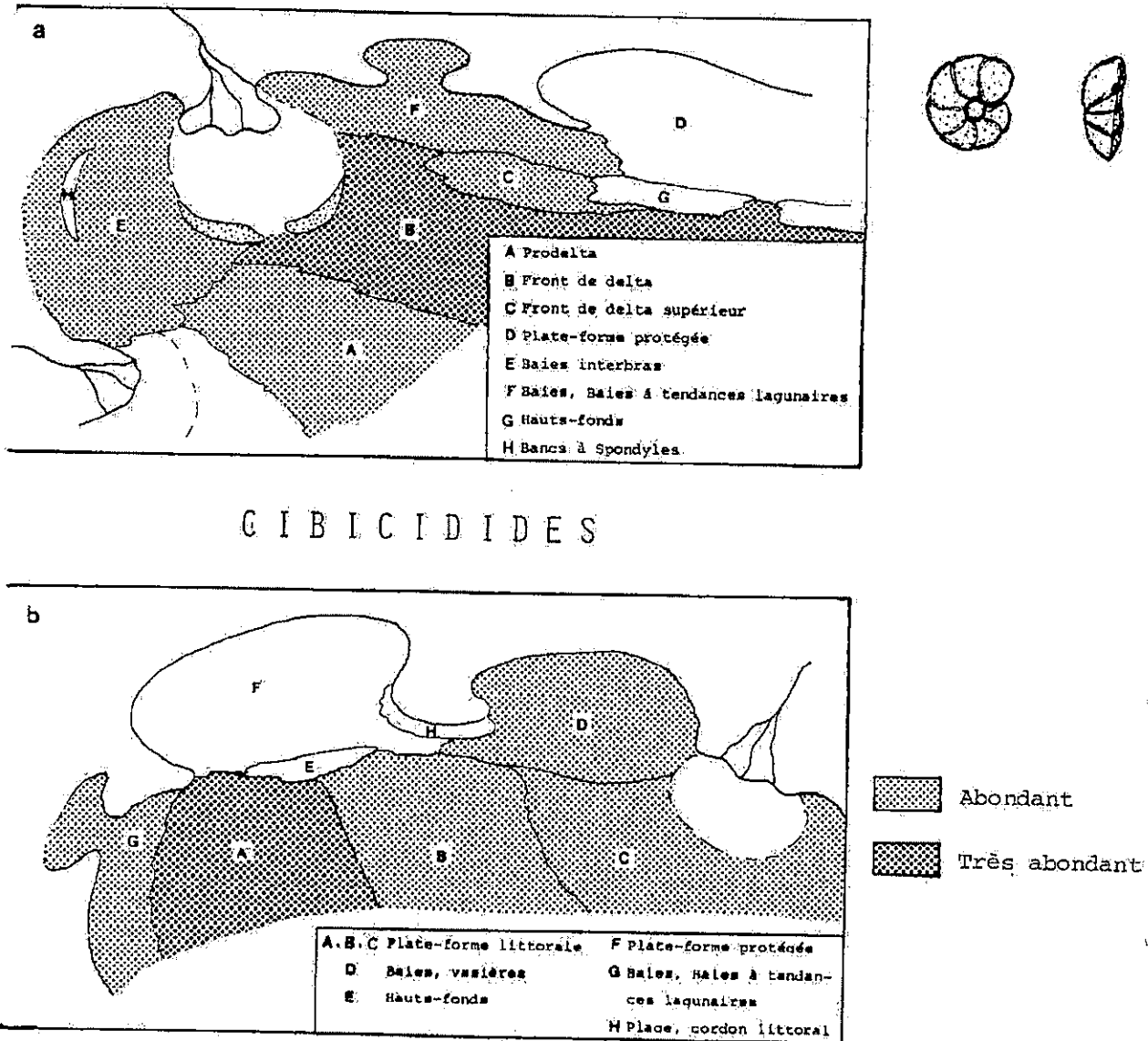


Fig. 118 Distribution des *Cibicididae* dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Cibicididae* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.



n - Nonionidae (fig. 119).

La répartition des Nonionidés est assez hétérogène. A Caunettes, ils abondent dans le front de delta supérieur et sont moins fréquents dans les baies côtières, à tendances lagunaires.

A Coustouge, ils se localisent sur la plate-forme littorale. Ils sont rares dans les baies les plus côtières.

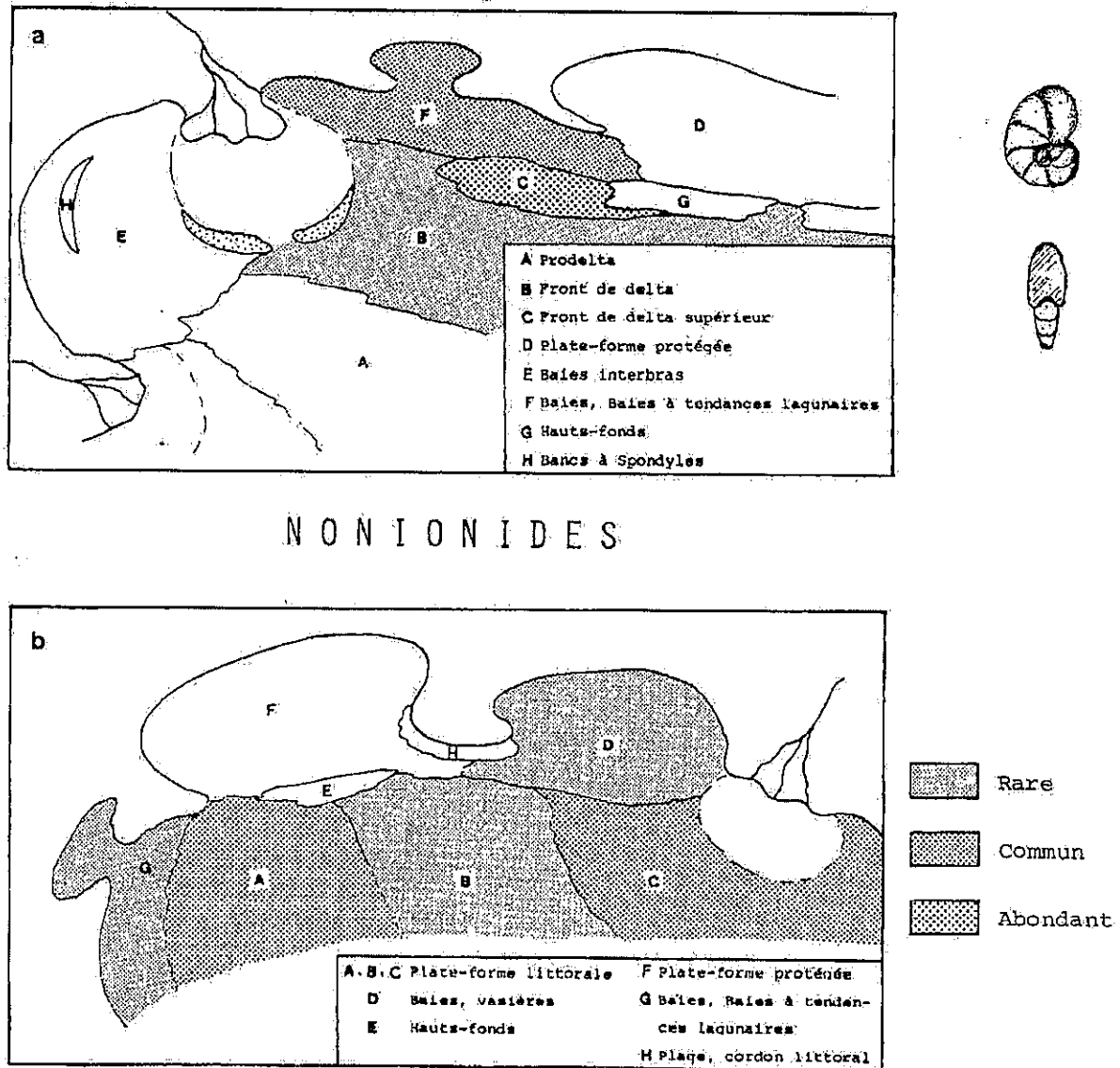


Fig. 119 Distribution des Nonionidae dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Nonionidae* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

On les trouve actuellement dans les sédiments vaseux de l'étage circalittoral ou de la zone bathyale (BLANC-VERNET, 1979). F. CONSTILLAS, 1983, sur la plate-forme indonésienne constate deux répartitions :

- formes peu profondes (inf. à 10 m), carénées et très évoluées ;
- formes profondes (400m), plus globuleuses et involutes.

o - Alabaminidae (fig. 120)

Les Alabaminidés ne sont représentés que par le genre *Gyroidina* et uniquement à Caunettes. Ils sont très abondants dans le prodelta et communs dans le front de delta.

Avec les Buliminidés, Uvigérinidés, ces Foraminifères caractérisent les milieux les plus profonds des deux coupes.

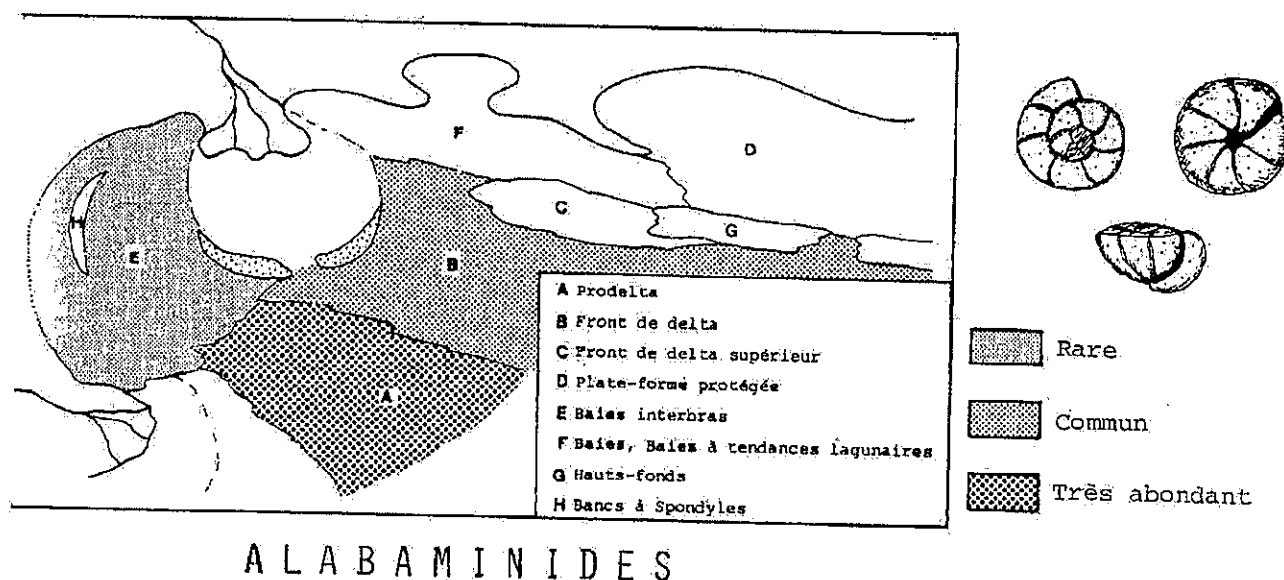


Fig. 120 Distribution des Alabaminidae dans les environnements de Caunettes.

*Alabaminidae* distribution in Caunettes environments.

p - Osangulariidae

Le genre *Osangularia* a été récolté dans un seul niveau des marnes de prodelta de Caunettes.

q - Anomalinidae (fig. 121)

Les Anomalinidés n'ont été trouvés que dans la coupe de Caunettes. Ils ont une répartition semblable à celle des Alabaminidés. Ils sont un peu plus répandus cependant, puisqu'ils sont aussi communs dans les baies interbras et rares dans les baies à tendances lagunaires.

Le genre *Cibicidoides* colonise les milieux les plus profonds alors que *Karreria* s'installe plutôt dans les baies.

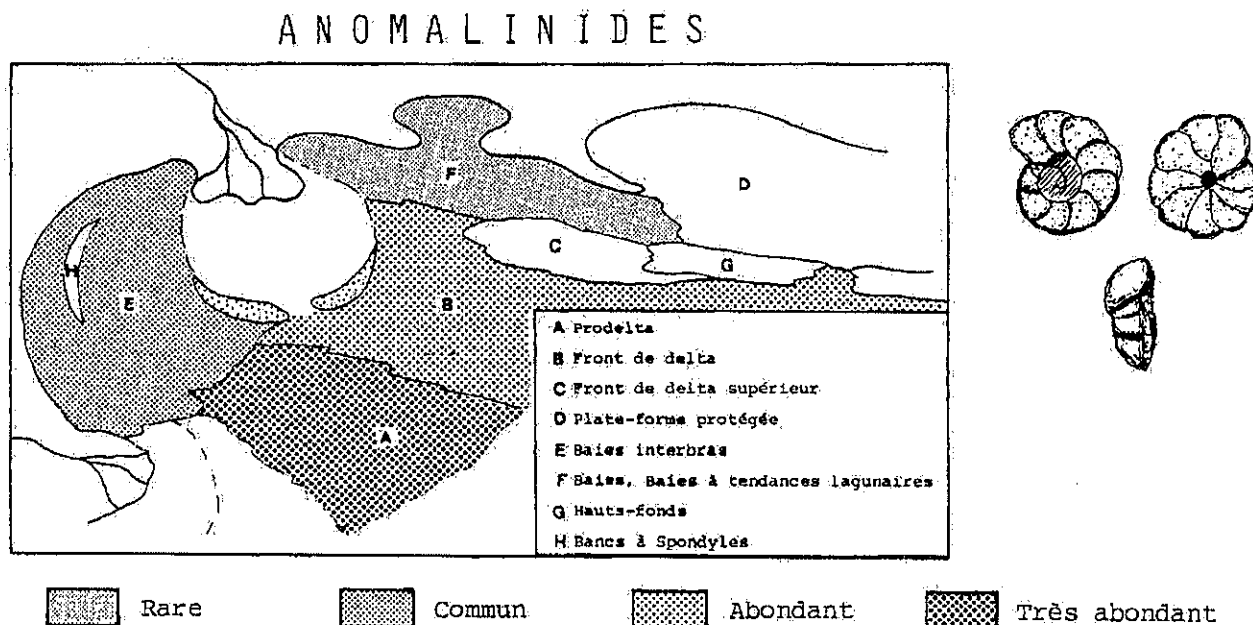


Fig. 121 Distribution des Anomalinidae dans les environnements de Caunettes

*Anomalinidae* distribution in Caunettes environments.

r - Incertae sedis

Le genre *Yvonniellina* a été recueilli dans des niveaux de baie ouverte / prodelta de la coupe de Caunettes (E/A).

## C - OSTRACODES (fig. 100 et tab. 6 et 7)

Les Ostracodes témoignent d'un milieu marin franc de plate-forme peu profonde (*Bairdoppilata gliberti*, *Echinocythereis aragonensis*, *Occultocythereis*, *Paracypris*).

Quelques formes se développent quand le milieu marin devient plus profond : *Cytherella*, *Pontacyrella aturica*, *Protoargilloecia*. Elles coïncident avec la présence des Foraminifères planctoniques.

La famille des Cythéridéidés indique des affinités lagunaires.

## D - MACROFAUNE (Fig. 122)

Les données sur le mode de vie actuel, la répartition des Lamelli-branches et des Gastéropodes sont tirées en partie de la Campagne de La Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962), ainsi que des études paléoécologiques effectuées sur le falun de Pont Pourquey (Saucats - CHAVANON et al., 1977) et sur l'Ilerdien du Val d'Ager (LLOMPART, 1977).

Seule la macrofaune la plus fréquemment rencontrée sera considérée.

### 1 - GASTEROPODES

#### a - Turritella (fig. 123)

Les Turritelles sont présentes dans tous les milieux à sédimentation marno-silteuse.

A Caunettes, elles sont surtout abondantes dans le front de delta supérieur et les baies, et communes dans le prodelta et les baies interbras.

A Coustouge, elles sont abondantes ou communes dans tous les milieux.

Les Turritelles ne semblent pas avoir de préférence pour les eaux claires ou turbides, leur présence est certainement due à la nature du substrat.

Elles forment des communautés importantes souvent monospécifiques comparables aux "faciès biocénétiques" circalittoraux à *Turritella communis* actuels (PERES, 1961).

Les *Turritellidae* actuels se rencontrent sous tous les climats, et acceptent des salinités inférieures à la normale. Les Turritelles sont fréquentes dans les régions protégées ou au niveau des estuaires. Leur bathymétrie varie de 0 à - 100 m ou plus, mais leur fréquence maximum se situe entre 10 et 30 m dans le delta du Rhône (VAN STRAATEN, 1960). Elles s'adaptent à des eaux d'énergie relativement élevée et peuvent supporter des taux

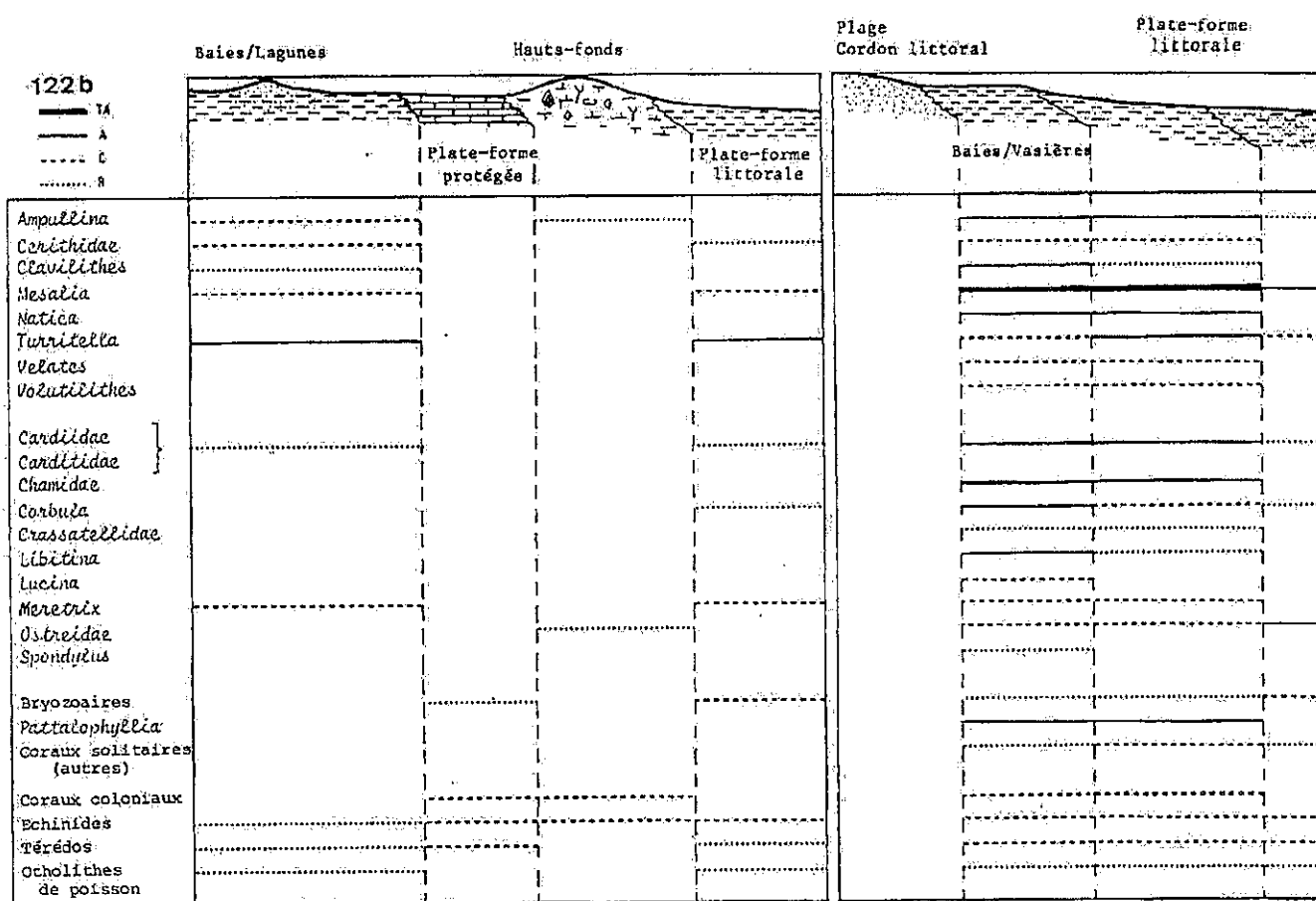
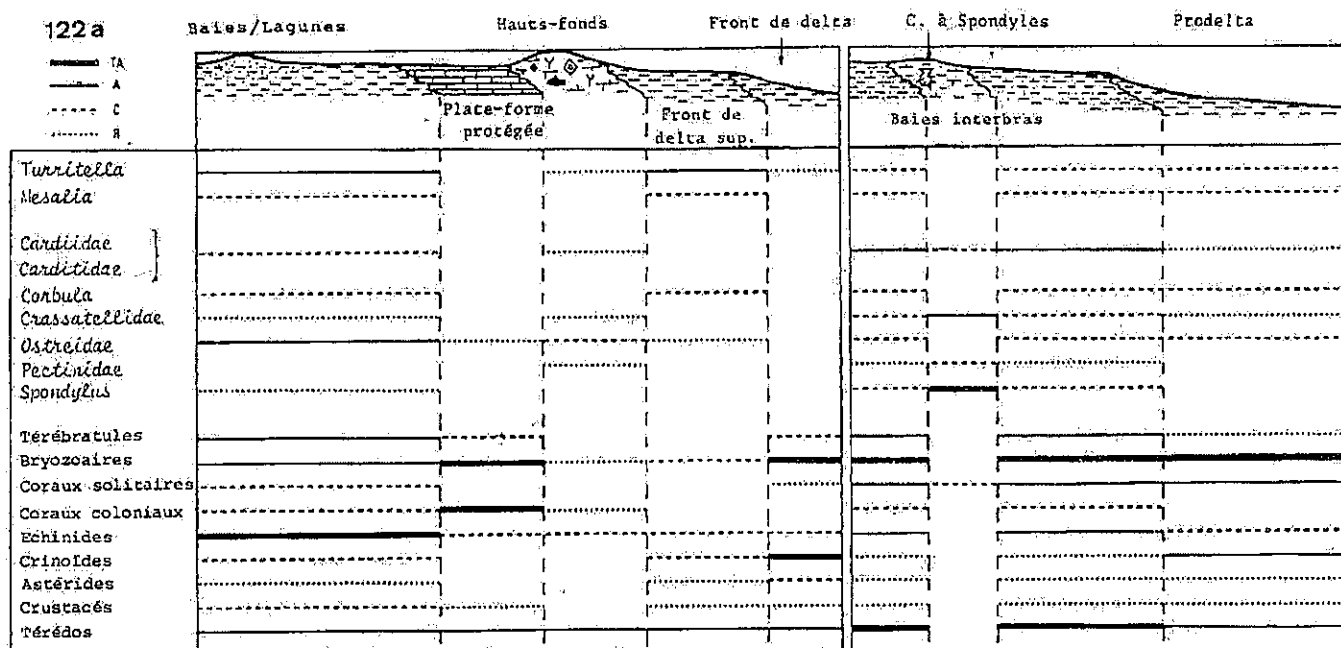
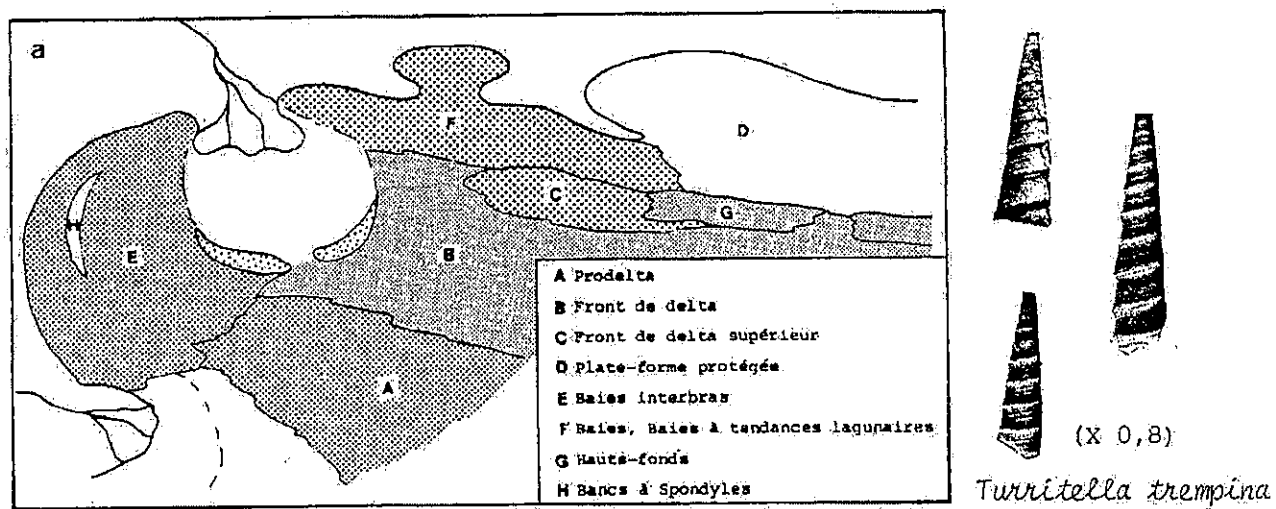


Fig. 122 Répartition horizontale de la macrofaune dans les coupes de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Horizontal distribution of the Macrofauna in the Caunettes (a) and Coustouge (b) sections.



## TURRITELLES

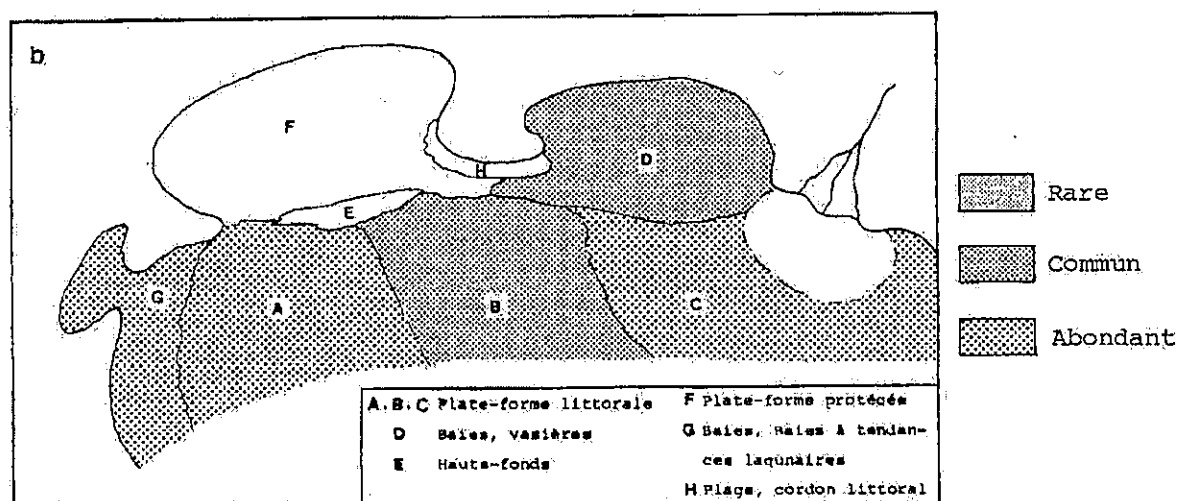


Fig. 123 Distribution des *Turritella* dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Turritella* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

de sédimentation importants (LLOMPART, 1977). On les trouve à l'embouchure du Rhône, là où les autres Mollusques sont rares ou absents (absence de compétition).

Certains niveaux à Caunettes et à Coustouge présentent des Turritelles de petite taille, très fines. Ce nanisme peut être provoqué par des conditions particulièrement difficiles.

b - Mesalia (fig. 124)

A Caunettes, elles sont communes dans le prodelta, le front de delta supérieur et les baies.

A Coustouge, leur abondance décroît des milieux les moins éclairés de la plate-forme vers les plus éclairés.

Les *Mesalia* et les Turritelles sont souvent associées, leur répartition est identique mais leurs abondances diffèrent.

c - Volutilithes, Natica, Velates

Ces genres sont communs dans les milieux turbides de Coustouge.

Les *Volutidae* vivent aujourd'hui dans les mers tropicales à tempérées, dans des eaux de profondeur moyenne (- 10 à - 60 m : Infralittoral interne ou externe).

Les conditions bathymétriques des *Naticidae* actuels sont très variables. Elles dépendent de la présence d'autres organismes (Lamellibranches ou Gastéropodes) dont elles se nourrissent. Leur répartition est plutôt contrôlée par la présence de ces derniers que par le type de substrat. (ABBOTT, 1974 ; CRAIG et JONES, 1966 in LLOMPART, 1977).

d - Ampullina

Abondantes dans les milieux turbides comme les *Volutilithes*, on les trouve aussi plus rarement sur la plate-forme littorale et les hauts-fonds.

Les Ampullines ont été récoltées uniquement dans les hauts-fonds à Caunettes.

e - Clavilithes

A Coustouge, leur abondance maximum se situe dans les baies turbides. Ils apparaissent en plus petite quantité dans les milieux voisins. (plate-forme littorale).

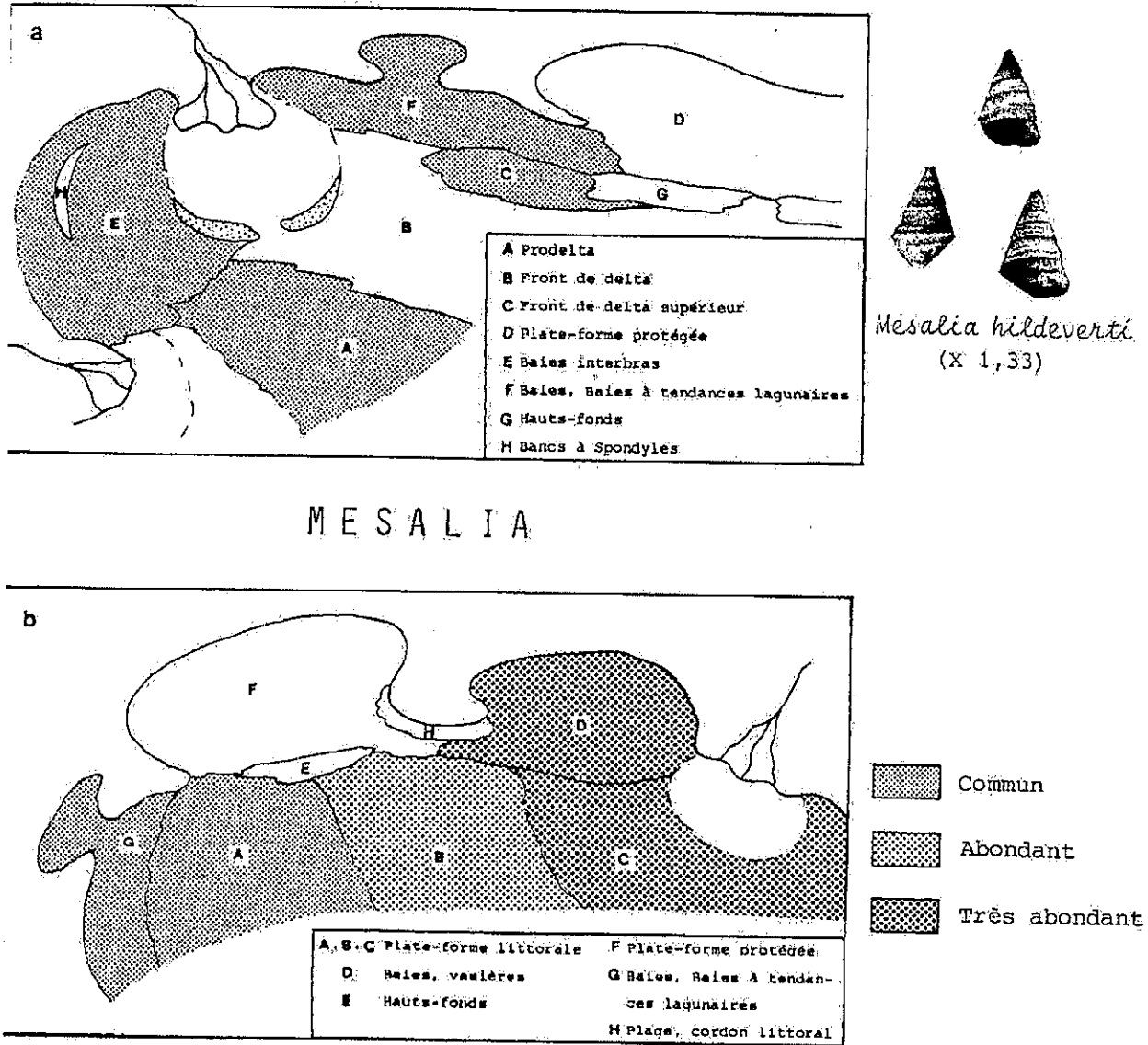
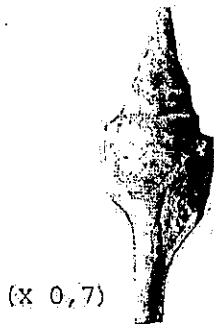


Fig. 124 Distribution des *Mesalia* dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Mesalia* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.





(X 0,7)  
*Clavilithes*  
*longispira*

f - Sycum

Comme les *Naticidae*, les *Clavilithes* (*Fasciolaridae*) sont des prédateurs, s'alimentant de vers et de Lamellibranches. Ils vivent dans des eaux de très faible profondeur, sous climat sub ou intertropical (LLOMPART, 1977 ; PLAZIAT, 1970).

Ce genre a été récolté sur la plate-forme littorale à Coustouge et dans les Baies interbras à Caunettes.

g - Cerithiidae, Potamidae



*Cerithium* sp.  
(X 1,2)

On les trouve surtout à Coustouge dans les baies littorales, baies à tendances lagunaires, baies plus ou moins turbides.

Leur présence peut indiquer une légère dessalure et/ou la proximité du rivage.

Actuellement, les Cérithidés dominent dans des lagunes calmes, en connection avec la mer et dans les baies abritées peu profondes où la salinité est anormale en climat tropical à subtropical (GAEMERS, 1978).

## 2 - LAMELLIBRANCHES

a - Ostreidae (fig. 125)

A Caunettes, les Ostréidés sont abondants dans les baies littorales et baies à tendances lagunaires ; communs dans le prodelta, les baies interbras et les hauts-fonds (shoals).

A Coustouge, ils sont abondants ou communs sur la plate-forme littorale et les baies.

La répartition bathymétrique des Ostréidés est variable, elle diffère suivant les genres.

Les grandes formes (*Crassostrea*) semblent préférer les milieux de salinité normale (baies, shoals) contrairement aux petites formes (*Ostrea multicosata*) que l'on peut trouver dans les marnes à tendances lagunaires.

Les *Crassostrea* actuelles semblent être euryhalines alors que les *Ostrea* sont plutôt polyhalines à euhalines (30 - 40 ‰) (STENZEL, 1971 in GAEMERS, 1978).

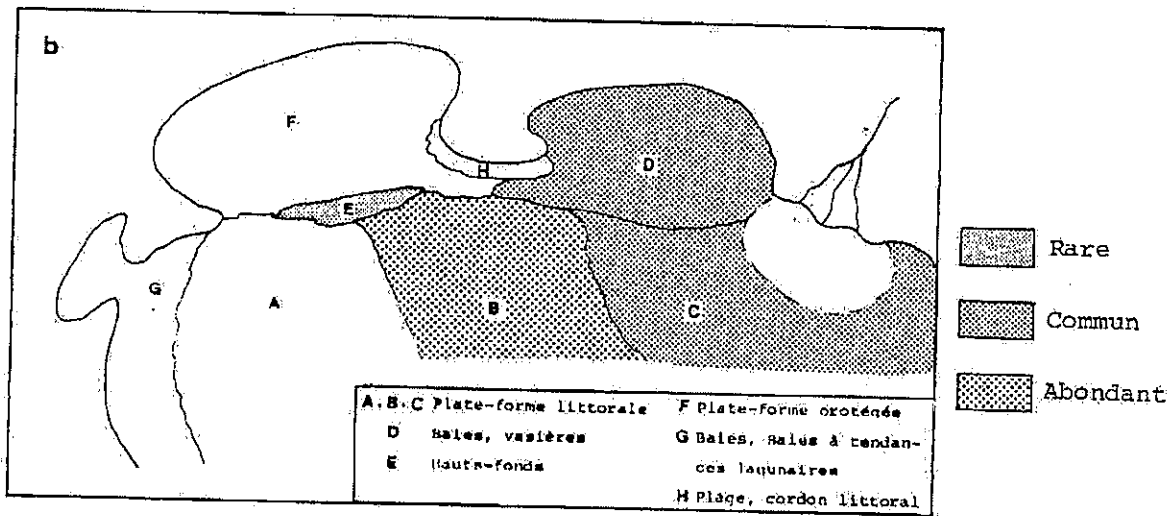
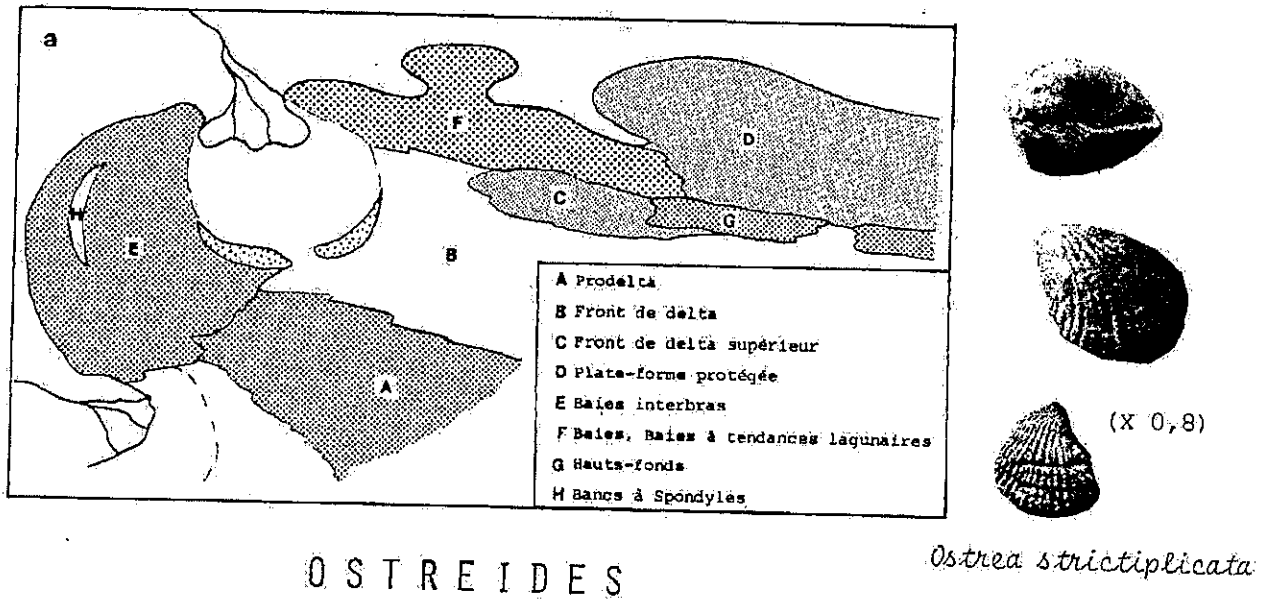


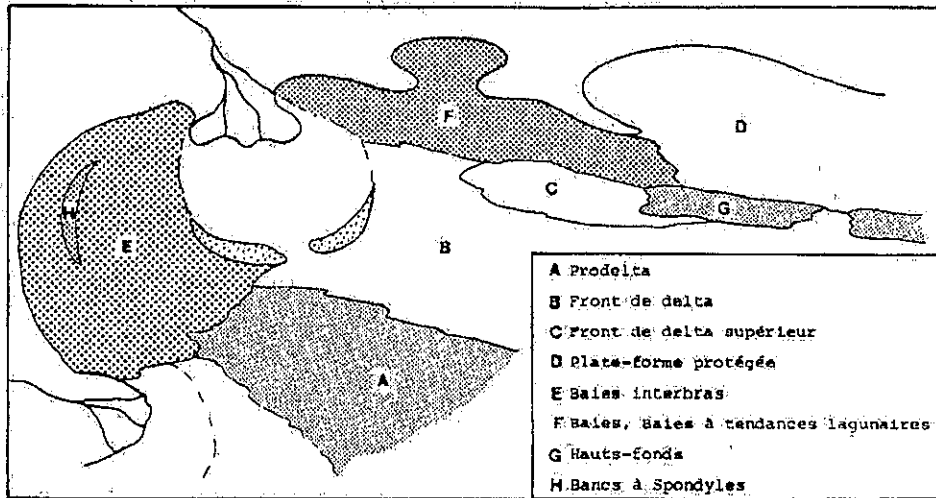
Fig. 125 Distribution des *Ostreidae* dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Ostreidae* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

b - Cardiidae, Carditidae (Fig. 126)

On les trouve surtout dans les zones littorales à Caunettes, plus rarement dans le prodelta et les hauts-fonds.

A Coustouge, leur abondance diminue des milieux les moins éclairés vers les milieux les plus éclairés de la plate-forme.



*Cardita* sp.  
(X 0,7)

CARDIIDES - CARDITIDES

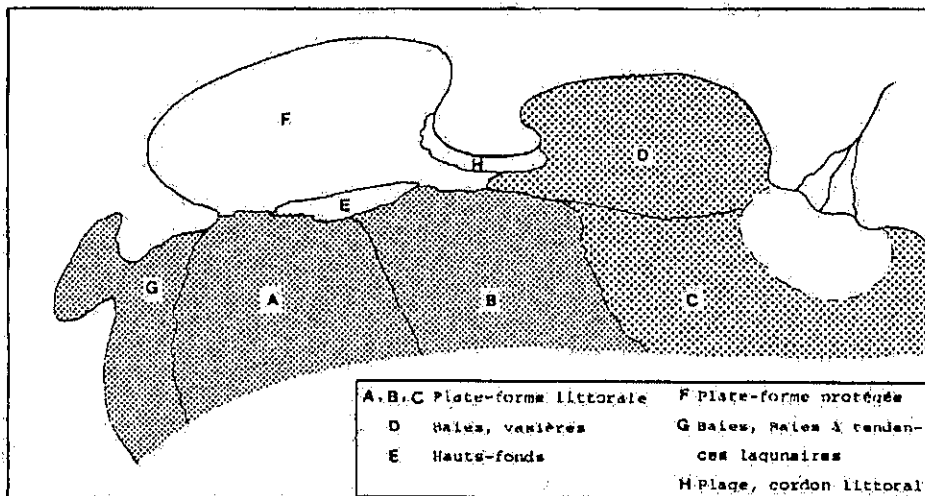


Fig. 126 Distribution des Cardiidae et des Carditidae dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

*Cardiidae* and *Carditidae* distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

Les *Cardiidae* (*Cardium*) vivent actuellement dans les zones côtières très peu profondes, près des embouchures de rivières et dans les zones intertidales. Ils préfèrent les substrats vaseux ou sables vaseux (MOORE, 1969).

Les *Carditidae* (*Cardita*) sont des formes marines euryhalines pouvant supporter des conditions de salinité plus basses que la normale. Leur répartition varie beaucoup suivant les espèces.

Le genre *Cardita* vit plutôt dans les baies, sur substrat de sables grossiers ou de vases sableuses (LLOMPART, 1977).

#### c - Corbula

Le genre *Corbula* a exactement la même distribution à Caunettes que le genre *Mesalia* (p. 245).

A Coustouge, l'abondance diminue des milieux les moins éclairés de la plate-forme littorale vers les plus clairs comme les *Carditidés* et *Cardiidés*.

Les *Corbulidae* vivent actuellement dans des mers tempérées à chaudes sur substrats vaseux de préférence. Leur répartition bathymétrique varie entre 9 et 50 m (STANLEY, 1970 ; ABBOTT, 1974 in LLOMPART, 1977). *Corbula* montre des affinités avec les milieux dessalés au Cameroun (PLAZIAT, 1973).

#### d - Crassatellidae, Spondylus, Pecten, Mytilus (fig. 127a, b, c)

Tous ces Lamellibranches sont communs à abondants dans les baies interbras et les couches à Spondyles à Caunettes.

- Les *Crassatellidae* sont rares dans les milieux turbides de Coustouge.

*Crassatella* est une forme marine vivant actuellement dans les climats sub et intertropicaux (PLAZIAT, 1970).

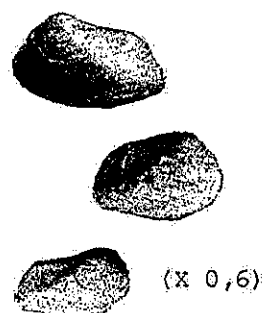
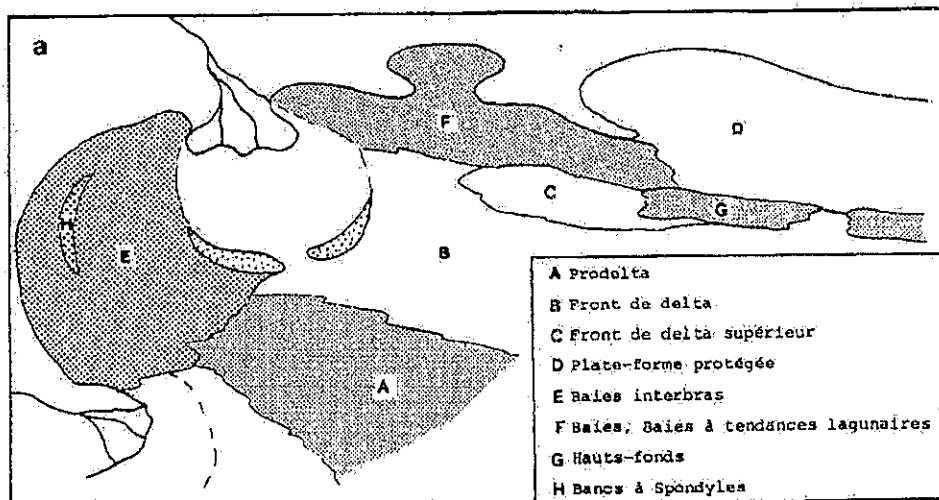
- *Spondylus* : ils sont rares dans les baies côtières à Caunettes, et dans les baies turbides à Coustouge. Quand le milieu leur est favorable, ils peuvent proliférer et former des "couches à Spondyles" (chap. III).

Les Spondyles vivent dans des milieux calmes, ils s'épanouissent quand le taux de sédimentation est faible. Les communautés à Spondyles étudiées par P.A.M. CAEMERS (1978) dans le Bassin de Tremp sont estimées à environ

- 15 m de profondeur.

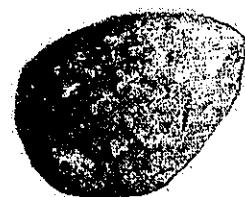
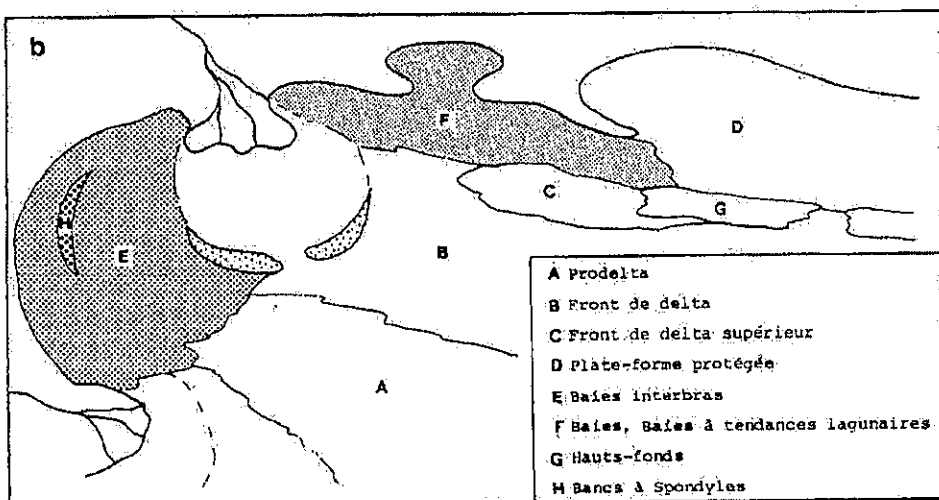
- *Pecten* : ils sont rares dans les hauts-fonds. Les *Pecten* ont une répartition actuelle allant du supralittoral à l'infra-littoral. Ils vivent dans des eaux tempérées ou chaudes, sur fond sableux, près des rochers.

## CRASSATELLIDES



*Crassatella securis*

## SPONDYLUS



*Spondylus sp.*



## PECTINIDES

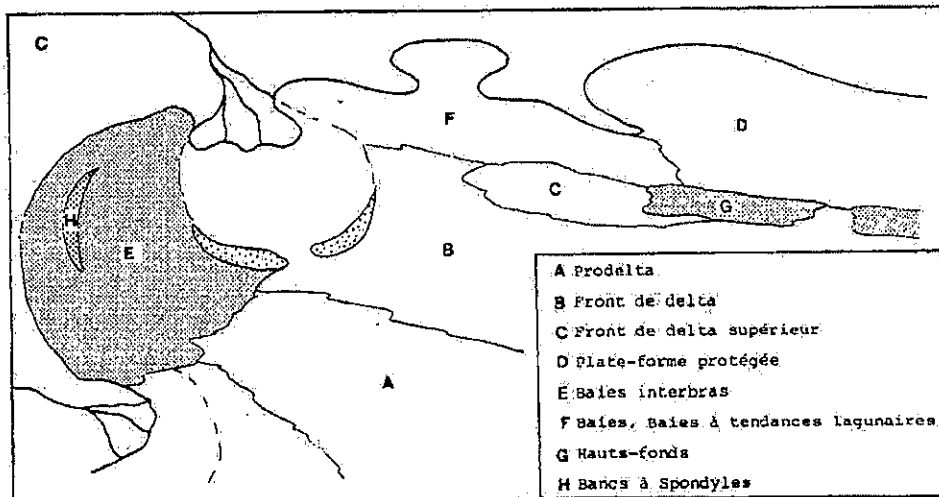


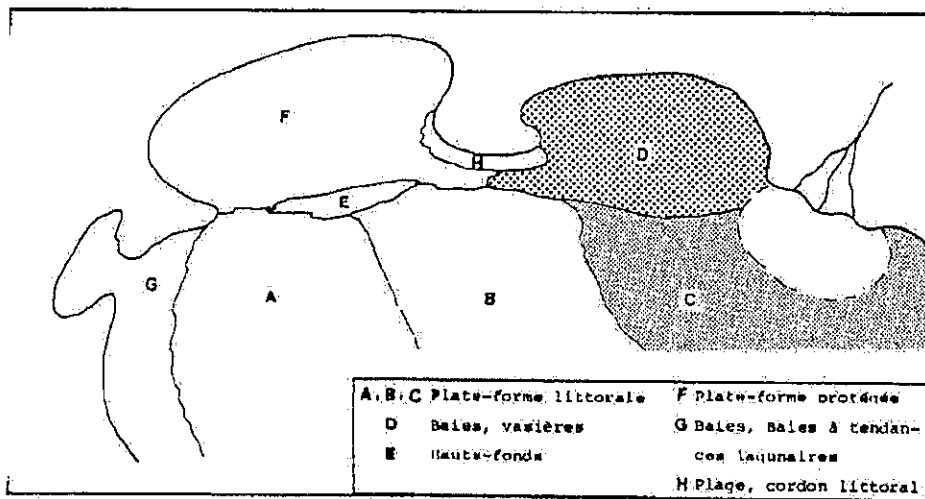
Fig. 127 Distribution des Crassatellidae (a), des Spondylus (b) et des Pectinidae (c) dans les environnements de Caunettes.

*Crassatellidae* (a), *Spondylus* (b) and *Pectinidae* (c) distribution in Caunettes environments.

- *Mytilidae* : récoltés dans les baies interbras à Caunettes. Leurs biotopes actuels sont marins à saumâtres (estuariers) dans la zone de balancement des marées. On les trouve dans toutes les mers, sur fonds vaseux ou rocheux selon les espèces, dans des eaux de salinité variable (LLOMPART, 1977).

e - *Libitina* (Gari) (fig. 128)

Ce genre n'a été récolté qu'à Coustouge ; on le trouve en position de vie dans des dépôts marno-silteux. Les *Libitina* sont abondants dans les baies turbides et plus rares dans les milieux sensiblement plus profond (plate-forme littorale).



LIBITINA

 Rare

 Abondant



*Libitina* sp.  
(X 0,6)

Fig. 128 Distribution des *Libitina* dans les environnements de Coustouge.

*Libitina* distribution in Coustouge environments.

f - Lucina (Pseudomeltha)



*Lucina conbarica*  
(x 0,5)

Elles ont exactement la même répartition que les *Libinia*. On peut cependant les rencontrer aussi dans des niveaux plus carbonatés.

On les trouve généralement en position de vie c'est-à-dire enfouies verticalement dans le sédiment (chap. III - couches à Lucines).

Les zones actuelles où s'installent les *Lucinidae* sont des zones de climat tempéré ou tropical, avec des fonds vaseux ou vaso-sableux. Leur répartition bathymétrique diffère suivant les espèces.

*Pseudomeltha* vit généralement dans des eaux peu profondes (zone intertidale). Selon MOORE (1969), les *Lucinacea* peuvent vivre dans des environnements marins et estuariens.

g - Chamidae

Les Chamas sont très rares à Caunettes. A Coustouge ils ont été repérés dans la plate-forme littorale et les baies peu éclairées, turbides.

Les Chamas vivent en climat tempéré à tropical, fixés à un substrat induré (sur Coraux, coquilles, rochers, ...) par cimentation de la valve gauche. Au stade adulte, ils peuvent vivre libres. La plupart des espèces se répartissent entre - 2 m (zone intertidale) et - 25 à - 50 m de profondeur. Certaines espèces acceptent une salinité anormale : c'est le cas de *Pseudochama* vivant dans un replat de marée confiné du Golfe d'Eilat (HOTTINGER, 1972).

h - Meretrix

On trouve ce Lamellibranche uniquement à Coustouge. Il occupe les milieux de baies : baies à tendances lagunaires, baies ouvertes, baies turbides, et les domaines de plate-forme littorale.

Il semble pouvoir supporter des dessalures.

### 3 - ECHINODERMES

#### a - Echinides

Les débris d'Echinides (plaques, radioles) sont communs à abondants dans presque tous les milieux à Caunettes comme à Coustouge. Ils sont facilement remaniés. Les Echinides entiers sont rares et en mauvais état de conservation.

#### b - Crinoïdes, Astérides

Uniquement observés à Caunettes, ils se répartissent dans les mêmes milieux, avec des abondances différentes.

La quantité de Crinoïdes diminue du prodelta et du front de delta vers le front de delta supérieur et les baies puis vers les milieux plus turbides (baies interbras).

Les Astérides, communs dans le front de delta sont rares par ailleurs.

On ne trouve guère que 3 à 4 articles de Crinoïdes au maximum accolés ensemble. Ces articles peuvent provenir de biotopes un peu plus profonds par l'action de courants de fond marins. Les Crinoïdes en effet, évitent habituellement les milieux agités et occupent généralement des zones de bathymétrie au-delà de - 100 m (ROUX & PLAZIAT, 1978).

Leur présence, associée à celle de Turritelles, dans les marnes à Turritelles et Operculines du Pech de Caunettes pourrait soit confirmer l'hypothèse d'un transport, soit remettre en cause la répartition bathymétrique habituellement proposée. La différence de profondeur indiquée par les Turritelles (50 / 80 m) et celle indiquée par les Crinoïdes (100 / 150 m) serait de l'ordre de 20 à 100 m. Il semble difficile d'imaginer des courants d'une telle importance capables de remonter les articles de Crinoïdes de la plate-forme externe vers le prodelta. Le biotope des Crinoïdes de l'Ilerdien pouvait peut-être se situer à une bathymétrie moins importante ou bien encore, comme pour certains Foraminifères, l'effet du delta a permis à ces organismes de coloniser des milieux habituellement peu favorables à leur développement.

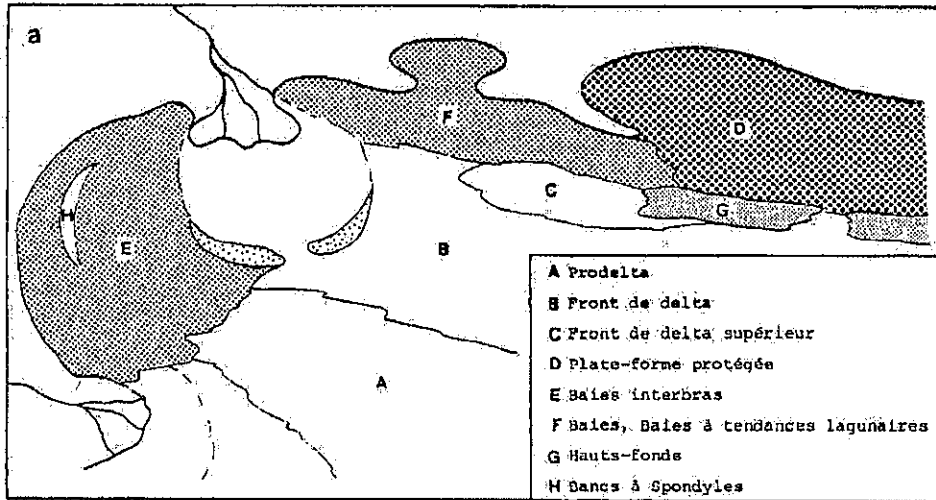
### 4 - POLYPIERS (fig. 129)

#### a - Polypiers coloniaux (fig. 129)

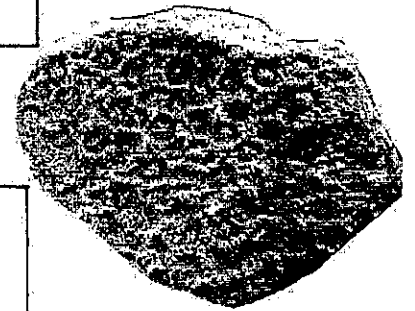
A Caunettes, les Polypiers coloniaux sont abondants au niveau de la plate-forme carbonatée plus ou moins protégée des apports terrigènes ; ils forment des biohermes. Ils sont aussi communs dans les baies côtières ou baies interbras. Ces derniers doivent correspondre à des formes branchues. Ils sont plus rares dans les hauts-fonds.



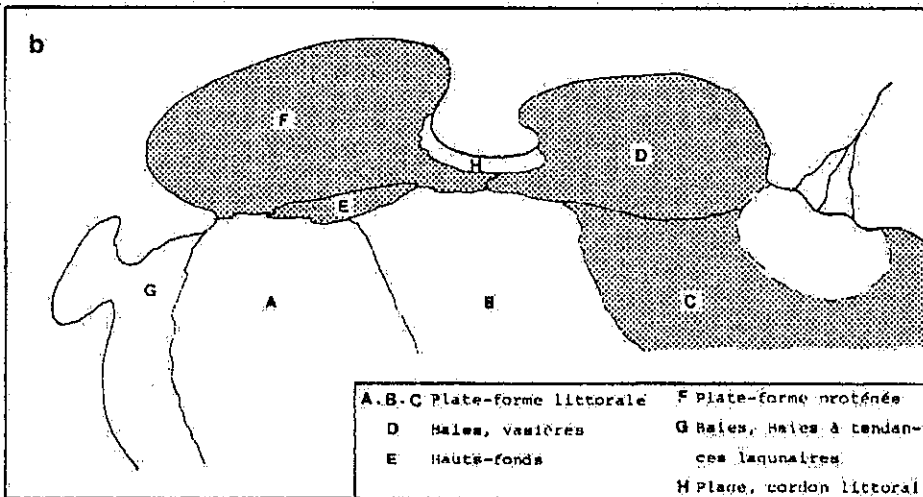
A Coustouge, ils sont communs dans les milieux carbonatés et dans les milieux turbides. Dans ces derniers (baies peu éclairées) les Polypiers ne sont pas dans leur milieu de vie (chap. III).



*Goniarea elegans*  
(X 0,9)



## CORAUx COLONIAUX



|  |               |
|--|---------------|
|  | Rare          |
|  | Commun        |
|  | Très abondant |

Fig. 129 Distribution des Coraux coloniaux dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Colonial corals distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

b - Polypiers solitaires (fig. 130)

A Caunettes, ils ont été récoltés dans des niveaux correspondant au prodelta, au front de delta et aux baies interbras ou côtières.

Les Polypiers solitaires sont représentés par plusieurs genres et espèces (Pl. photo 1 p. 87 ).

A Coustouge, ils sont abondants dans les milieux mal éclairés.

Les Polypiers solitaires vivent généralement ancrés dans les fonds vaseux, dans des environnements de faible énergie et faible profondeur.

5 - DIVERS

a - Crustacés

Les fragments de Crustacés observés à Caunettes sont communs dans les baies littorales et à tendances lagunaires. Ils sont rares dans les autres milieux.

b - Bryozoaires

Ils sont abondants à Caunettes au niveau du prodelta, du front de delta, des baies interbras et de la plate-forme carbonatée.

A Coustouge, les Bryozoaires sont rares, on les trouve surtout dans les milieux les plus profonds de la plate-forme littorale et en moindre abondance au niveau de la plate-forme protégée et des milieux turbides.

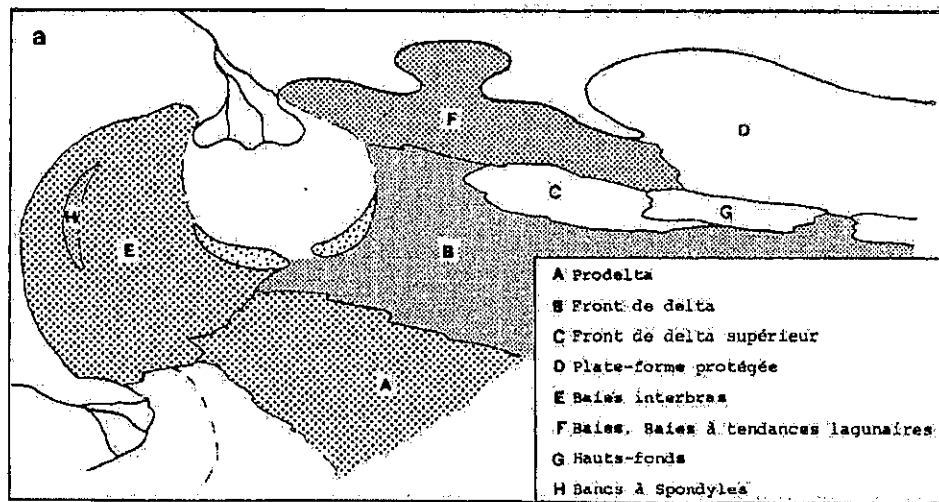
c - Térébratules

Quelques Térébratules ont été récoltées à Caunettes dans les baies ouvertes, plus ou moins turbides et plus rarement dans le prodelta.

On peut penser que l'ouverture de ces milieux vers le large permet aux Térébratules de s'installer dans des zones peu profondes.

d - Térédos

Ils sont communs dans presque tous les milieux.



## CORAUX SOLITAIRES



*Nicaeotrochus  
bilobatus*  
(x 1,2)

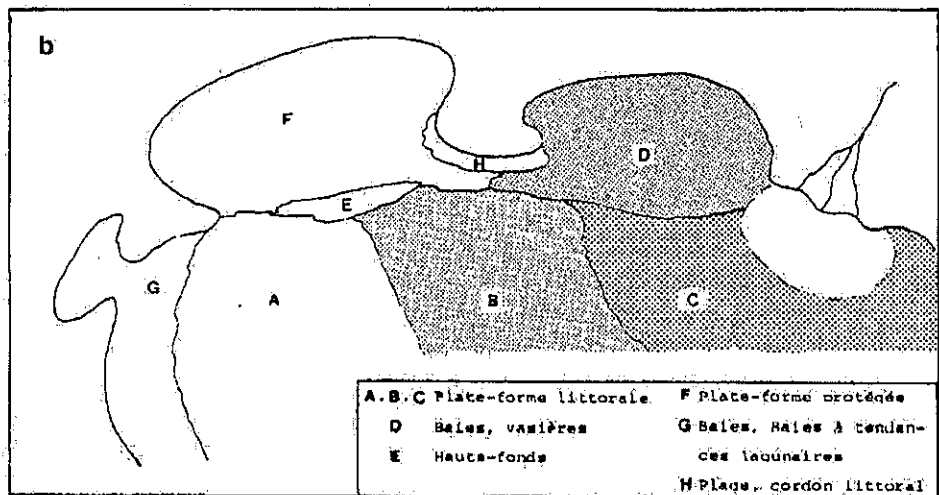


Fig. 130 Distribution des Coraux solitaires dans les environnements de Caunettes (a) et de Coustouge (b).

Single corals distribution in Caunettes (a) and Coustouge (b) environments.

e - Otolithes, dents de poissons

Des Otolithes ont été récoltés dans de nombreux lavages de la coupe de Coustouge : ils sont représentés dans tous les milieux à sédimentation marneuse.

Les dents de poissons ont été trouvées à Caunettes dans les milieux les plus profonds et les baies.

|     |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAL | Calcaire                        | <p>Marqueurs non pris en compte dans l'Analyse Factorielle</p> <p>SPA Sparite</p> <p>Echelle ordinaire pour la lithologie</p> <p>0 - 0%</p> <p>1 - 25%</p> <p>2 - 50%</p> <p>3 - 75%</p> <p>4 - 100%</p> <p>Echelle ordinaire pour toute la faune</p> <p>0 - Absents</p> <p>1 - Très rares/rare</p> <p>2 - Rares à communs/communs</p> <p>3 - Communs à abondants/abondants</p> <p>4 - Abondants à très abondants/très abondants</p>                                                                                                                               |
| CCA | Concrétions calcaires           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| DEC | Débris coquilliers              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| GLC | Glaucanie                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| GRE | Grès                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| MAR | Marnes                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| MIC | Micrite                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| OXF | Oxydes de fer                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| SIL | Silts                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| TRR | Terriers                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| VGT | Débris végétaux                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ALV | Alvéolines                      | <p>ALA Alabaminiés</p> <p>AMM Ammodiscidés</p> <p>ANO Anomalinidés</p> <p>AST Astérigérinidés</p> <p>BOL Bolivinitidés</p> <p>BUL Buliminidés</p> <p>CIB Cibicidés</p> <p>DIS Discorbidés</p> <p>GLA Glandulinidés</p> <p>GLO Globigérinacés</p> <p>NOD Nodosariidés</p> <p>NON Nonionidés</p> <p>POL Polymorphinidés</p> <p>ROT Rotaliidés</p> <p>TEX Textulariidés</p> <p>ATA Ataxophragmidés</p> <p>EOU Eouvigérinidés</p> <p>EPO Eponidés</p> <p>INC Incertae sedis (Yvonniellina)</p> <p>LIT Litulidés</p> <p>POL Polymorphinidés</p> <p>UVI Uvigérinidés</p> |
| ASS | Assilines                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| GDN | Grandes Nummulites              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| MIL | Miliolidés                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| PTN | Petites Nummulites              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| OBT | Orbitoidés (Discocyclines)      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| OPE | Operculines                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| SOR | Soritidés (Orbitolites)         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ALA | Alabaminiés                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| AMM | Ammodiscidés                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ANO | Anomalinidés                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| AST | Astérigérinidés                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| BOL | Bolivinitidés                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| BUL | Buliminidés                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CIB | Cibicidés                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| DIS | Discorbidés                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| GLA | Glandulinidés                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| GLO | Globigérinacés                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| NOD | Nodosariidés                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| NON | Nonionidés                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| POL | Polymorphinidés                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ROT | Rotaliidés                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| TEX | Textulariidés                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| OSL | Ostracodes lisses               | <p>AGR Algues rouges</p> <p>CER Cérithidés G</p> <p>CHA Chama L</p> <p>LUC Lucines L</p> <p>MER Meretrix L</p> <p>MYT Mytilus L</p> <p>NAT Natices G</p> <p>OTO Otolithes de Poisson</p> <p>PHO Pholadomya L</p> <p>SYC Sycum G</p> <p>VEL Velates G</p> <p>L = Lamellibranches</p> <p>G = Gastéropodes</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |
| OSO | Ostracodes ornés                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| AGV | Algues vertes                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| AMP | Ampullina G                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| BRY | Bryozoaires                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CAR | Carditidés, Cardidés L          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CLA | Clavilithes G                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| COR | Corbula L                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CRA | Crassatellidés L                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CRC | Coraux solitaires               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CRI | Crinoïdes                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CRS | Coraux solitaires autres        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CRU | Crustacés                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ECH | Echinidés (radioles et plaques) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| LIB | Libitina L                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| MES | Mesalia G                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| OST | Ostréidés L                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| PEC | Pectinidés L                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| SPO | Spondyles L                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| STE | Astéridés                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| TER | Térébratules                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| TRD | Térédos, tubes d'Annélides      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| TUR | Turritelles G                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| VOL | Volutilithes G                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| PAT | Pattalophylloïdes               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Tab. 22 Abréviations utilisées pour les Analyses Factorielles des Correspondances.

Abbreviations used for Correspondance Analysis.

# **conclusions générales**

Dans les Corbières, les dépôts ilerdiens des coupes de Caunettes-en-Val (450m d'épaisseur) et de Coustouge (300m) ont été étudiés, d'un point de vue stratigraphique, sédimentologique et surtout paléocéologique.

L'ANALYSE STRATIGRAPHIQUE a permis le découpage des séries en trois formations informelles datées de l'Ilerdien inférieur (Calcaire marin basal), de l'Ilerdien inférieur à moyen (Formations de Caunettes et de Coustouge), et de l'Ilerdien moyen (Formations de Maironnes et de Jonquières) par l'identification du Nannoplancton surtout (Zones à *Tribrachiatus contortus* et à *Discoaster binodosus*) et des Foraminifères planctoniques et par la détermination des grands Foraminifères benthiques (Nummulitidés, Alvéolinidés) (fig. 17 et 18).

Le levé détaillé de ces deux coupes a servi de base à une analyse séquentielle et sédimentologique jamais abordée de façon précise jusqu'ici.

L'ORGANISATION SEQUENTIELLE autorise le découpage des dépôts - en trois mégaséquences (de tendance transgressive pour la première et de tendance générale régressive pour les deux suivantes); - et en plusieurs séquences d'ordre inférieur (mésoséquences), généralement régressives.

L'ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE, par la description de séquences et d'associations de faciès-types, a montré l'appartenance de ces dépôts à l'environnement deltaïque (prodelta, front de delta) et surtout aux environnements latéraux associés (plate-forme littorale, baies, lagunes).

Les dépôts de Caunettes sont certainement plus franchement deltaïques (proche de l'axe du delta) que ceux de Coustouge qui correspondent plutôt à une plate-forme littorale fortement influencée par les apports terrigènes.

L'évolution sédimentaire a montré une tendance globale régressive et a permis l'établissement de séquences virtuelles en zones interdistributrices (dominantes) et "distributrices" (rares). Le complexe sédimentaire concerné a subi principalement une influence mixte fluviale/houle où l'influence de la marée, minime, n'est cependant pas exclue.

L'INVENTAIRE DE LA MICROFAUNE montre la présence des formes agglutinées (*TEXTULARIINA*), des formes porcelanées (*MILIOLINA*) et une nette prédominance des Foraminifères à test hyalin (*ROTALIINA*).

Un rapprochement très étroit peut être fait avec les Foraminifères ilerdiens du bassin de Trepò (Espagne).

L'étude de l'évolution verticale des diverses super-familles de Foraminifères avait pour but de mettre en évidence les variations de population en fonction des mésoséquences dans un premier temps, et en fonction des milieux dans un second temps.

Neuf associations de Foraminifères ont été définies à Caunettes et sept à Coustouge et replacées dans les séquences de faciès-types.

L'ETUDE PALEOECOLOGIQUE, ayant pour but d'essayer de reconnaître des changements de population dans les divers dépôts aux caractères lithologiques (marnes) et sédimentologiques très proches, a été menée en utilisant plusieurs méthodes :

. Structure de la population et des associations : la diversité spécifique, l'abondance relative des genres, familles ou super-familles, la dominance, les rapports planctoniques/microfaune - Ostracodes/microfaune Ostracodes lisses/ornés ont permis une première approche.

Tout au long des deux coupes, le renouvellement de la faune n'est pas très important; les changements dans les conditions écologiques se marquent surtout par l'abondance plus ou moins grande, la disparition ou l'apparition de certains genres. Les fluctuations de la diversité semblent surtout dues aux variations bathymétriques et au degré d'ouverture ainsi qu'à des perturbations de petite échelle (pH, salinité, ...).

Sur les diagrammes de MURRAY, les gisements se placent essentiellement dans des domaines de salinité normale (Plate-forme) et plus rarement de salinité variable (lagunes, marais).

. Méthodes quantitatives : les Analyses Factorielles des Correspondances effectuées sur les deux coupes et sur l'ensemble du contenu paléontologique ont fait ressortir les principaux facteurs de la distribution : la lithologie et l'hydrodynamisme, la salinité, l'éclairement et la bathymétrie.

1) La lithologie : (en rapport avec le substrat et la nature chimique des eaux).

Trois principaux types de substrats peuvent être envisagés :

- substrat vaseux (*Bolivina*, *Uvigerina*, *Bulimina*, *Nodosariidés*, ...)
- substrat vaso-sableux (*Miliolidés*, *Agglutinés*)
- substrat à herbiers (*Cibicides*, *Karreri*, *Miliolidés* ...)

Certaines formes supportent mal les influx terrigènes et nécessitent une teneur élevée en carbonates pour leur développement, notamment les *Nummulitidés* et *Miliolidés*.



## 2) L'énergie :

Elle influe : - sur la structure des tests (Nummulites à tests épais et nombreux piliers dans les milieux de forte énergie)

- sur l'oxygénation des eaux. Les Miliolidés, Alvéolinidés, préfèrent les eaux bien oxygénées alors que les Bolivinitidés, Uvigerinidés, peuvent supporter de faibles taux d'oxygène.

## 3) La salinité :

La plupart des organismes récoltés vivent actuellement dans des eaux de salinité normale (32 à 37‰).

Cependant *Ammobaculites*, *Buliminella*, *Valvulina* supportent une certaine dessalure alors que les Operculines et les Miliolidés peuvent vivre dans des eaux hyper-salines.

## 4) L'éclairement : (lié à la turbidité et à la bathymétrie).

Des eaux bien éclairées permettent le développement d'algues photophyles parmi lesquelles prolifèrent les Miliolidés, *Cibicides*, *Karreri* ...

Dans les eaux plus profondes, et donc moins éclairées, abondent surtout *Bulimina*, *Uvigerina*, *Bolivina*, *Gyroldina*, *Cibicidoides* ainsi que des *Nodosariidés* et *Glandulinidés*.

Dans les eaux les plus turbides, on ne trouve guère de Foraminifères; par contre, certains Gastéropodes ou Lamellibranches peuvent subsister (*Turritella*, *Cardium*, *Libinia* ...).

## 5) La bathymétrie :

Dans les environnements étudiés, la bathymétrie s'étage du médiolittoral à l'infra-littoral inf. ou circo-littoral sup.

L'ensemble de la microfaune récoltée permet d'avancer une profondeur maximum approximative de 100m (Association microfaunistique 1 et rapport planctoniques / benthiques atteignant 30 à 35 % dans la coupe de Caunettes).

Les autres facteurs intervenant dans la distribution des organismes peuvent difficilement être mis en évidence par les Analyses Factorielles des Correspondances.

D'après les milieux de vie actuels des peuplements les plus sténothermes et les restes de végétaux récoltés, les eaux devaient être relativement chaudes (climat tropical à subtropical). On cite généralement comme exemple actuel l'Archipel des Comores (LE CALVEZ, 1965).

On observe dans les coupes étudiées une population dense mais peu diversifiée et de petite taille comme dans les deltas actuels où l'abondance en matière organique et en sels nutritifs fournis par les cours d'eau entraîne le développement d'une vie intense (Delta du Mississippi - LOWMAN, 1949; LANKFORD, 1959; Delta du Sénégal - MONTEILLET et al., 1982; Delta du Rhône - BIZON, 1984).

La répartition des Foraminifères suit les tendances déjà connues sur les plate-formes :

. LUTERBACHER, 1970, 1982; GHOSE, 1977 pour les grands Foraminifères.

. LOWMAN, 1949; ALBERS CC. et al., 1966 pour l'ensemble des Foraminifères.

Cependant, l'influence du delta permet l'installation d'organismes habituellement rencontrés dans des milieux plus profonds (" Delta effect " - PFLUM and FRERICHS, 1976).

Les problèmes de remaniements et de conservation des tests sont très importants dans les milieux deltaïques et doivent être pris en considération dans les interprétations paléocéologiques. Nous avons signalé à plusieurs reprises et en particulier pour la coupe de Coustouge, des niveaux où l'action des courants sur le transport des organismes est indiscutable : niveaux à Turritelles orientées, niveaux à Coraux brisés (PLAZIAT, 1984), sables à Nummulitidés, niveaux à coquilles de Lamellibranches brisées. De même, l'oxydation et le mauvais état de conservation des tests (décalcification, recristallisation, ornementation effacée) suggèrent la présence de courants (LE CALVEZ, 1975; BLANC VERNET, 1979). Ces courants peuvent facilement transporter les organismes de petite taille (présence de formes juvéniles de Globigérinacés dans les baies à tendances lagunaires de Coustouge). Les pourcentages de Foraminifères sont parfois faussés par la destruction des tests; notamment les formes agglutinées peuvent être sous-estimées en raison de leur fragilité (faible cimentation des tests).

Ainsi s'esquisse dans l'Ilerdien des Corbières un paysage composite, sur plate-forme à sédimentation mixte silico-clastique et carbonatée influencée par les venues continentales, et composé d'environnements très variés (fig. 82 et 92). Un résumé de la distribution des organismes dans les divers milieux est présenté (fig. 100, 109, 122) :

- Plate-forme externe/Prodelta : Fond marneux à diversité et densité microfaunistique importante, riche en petits Foraminifères (dont *Globigerinacea*, *Bulimina*, *Gyroïdina*, ...), Operculines et Crinoïdes.

- Front de delta : Marnes ou marnes silteuses à diversité microfaunistique importante et moyennement dense (entre autres : *Cibicides*, *Textulariidae*, *Bolivina*, *Uvigerina*, ...; *Miliolidae*, petites *Nummulites*, *Operculina*). La macrofaune est essentiellement représentée par les Turritelles et les Crinoïdes.

- Plate-forme littorale : Les sédiments marneux ou marno-silteux renferment moins de petits Foraminifères (*Cibicides*, *Rotaliidae*, *Discorbidae* et plus rares *Textulariidae*, *Asterigerina*, *Globigerinacea*) que de grands Foraminifères (*Miliolidae*, petites ou grandes *Nummulites*, *Assilina*, *Operculina*, *Discocyclina*). La macrofaune y est abondante: *Turritella*, *Mesalia*, *Cardiidae*, *Carditidae*, *Patallophyllia*, ...

- Baies : Il s'agit d'indentations peu profondes de la plate-forme littorale, à sédimentation vaseuse ou vaso-sableuse, plus ou moins protégées des apports terrigènes grossiers et isolées par des corps sableux (barres d'embouchures, cordons littoraux). On peut distinguer :

. les baies interbras situées entre plusieurs sources d'apports mais ouvertes vers le large puisqu'on y trouve outre les *Cibicides* et *Ataxophragmiidae* des *Globigerinacea* et des Térébratules. Les grands Foraminifères sont identiques à ceux de la plate-forme littorale.

. les baies et vasières aux eaux calmes, relativement turbides et très peu profondes contiennent de façon approximative les Foraminifères de la plate-forme littorale avec quelques *Alveolina* et une macrofaune abondante surtout caractérisée par la présence des *Clavilithes*, *Natica*, *Corbula*, *Libinia* et *Lucina*.

. les baies à tendances lagunaires aux eaux de salinité variable se caractérisent par une diversité et une densité microfaunistique moyenne à faible. Les *Cibicides* constituent l'essentiel des petits Foraminifères. Il faut y ajouter quelques *Polymorphinidae*, *Discorbidae*, *Rotaliidae* et *Nonion*. Les grands Foraminifères sont surtout représentés par les *Miliolidae* et les *Nummulites*. La macrofaune très abondante ici se singularise par la présence des *Meretrix* et *Cerithidae*.

- Hauts-fonds carbonatés : A l'abri des apports terrigènes ou en arrière des hauts-fonds, dans des eaux claires se développent surtout des *Alveolina* et des *Orbitolites* accompagnés de *Miliolidae* et de *Nummulitidae* (petites et grandes *Nummulites*, *Assilina*).

Ainsi, les études paléocéologiques permettent d'affiner notre connaissance sur les caractéristiques morphologiques, bathymétriques et chimiques des divers types de sédiments meubles et marneux de basse énergie et, en association avec les analyses sédimentologiques essentiellement réalisées sur les corps indurés calcaires ou gréseux, de retracer les paysages et leur évolution.

**annexes**

---

## ANALYSES MINÉRALOGIQUES PAR DIFFRACTOMÉTRIE X

L'analyse par diffraction X n'entrait pas dans le cadre de cette étude mais elle a toutefois été menée afin de préciser le cortège minéralogique ( Planché annexe 1 ). Le dosage diffractométrique par rayons X des minéraux majeurs et des minéraux argileux a été effectué sur une trentaine d'échantillons prélevés uniquement sur la coupe de Caunettes.

L'interprétation ne peut être très poussée car l'analyse reste limitée dans l'espace ( une seule coupe ) et dans le temps ( épisode marin ilerdien ).

Les principaux minéraux majeurs sont :

- la Calcite (58%)
- le Quartz (17%)
- la Dolomite (5%)
- le reste correspond aux non-dosés (20%). Le Plagioclase, la Pyrite, l'Orthoclase et la Sidérite n'apparaissent qu'en traces.

Remarques - Les pourcentages indiqués correspondent à des moyennes de pourcentages en poids ( Voir Tableau A2 ).

Les minéraux argileux montrent une association :

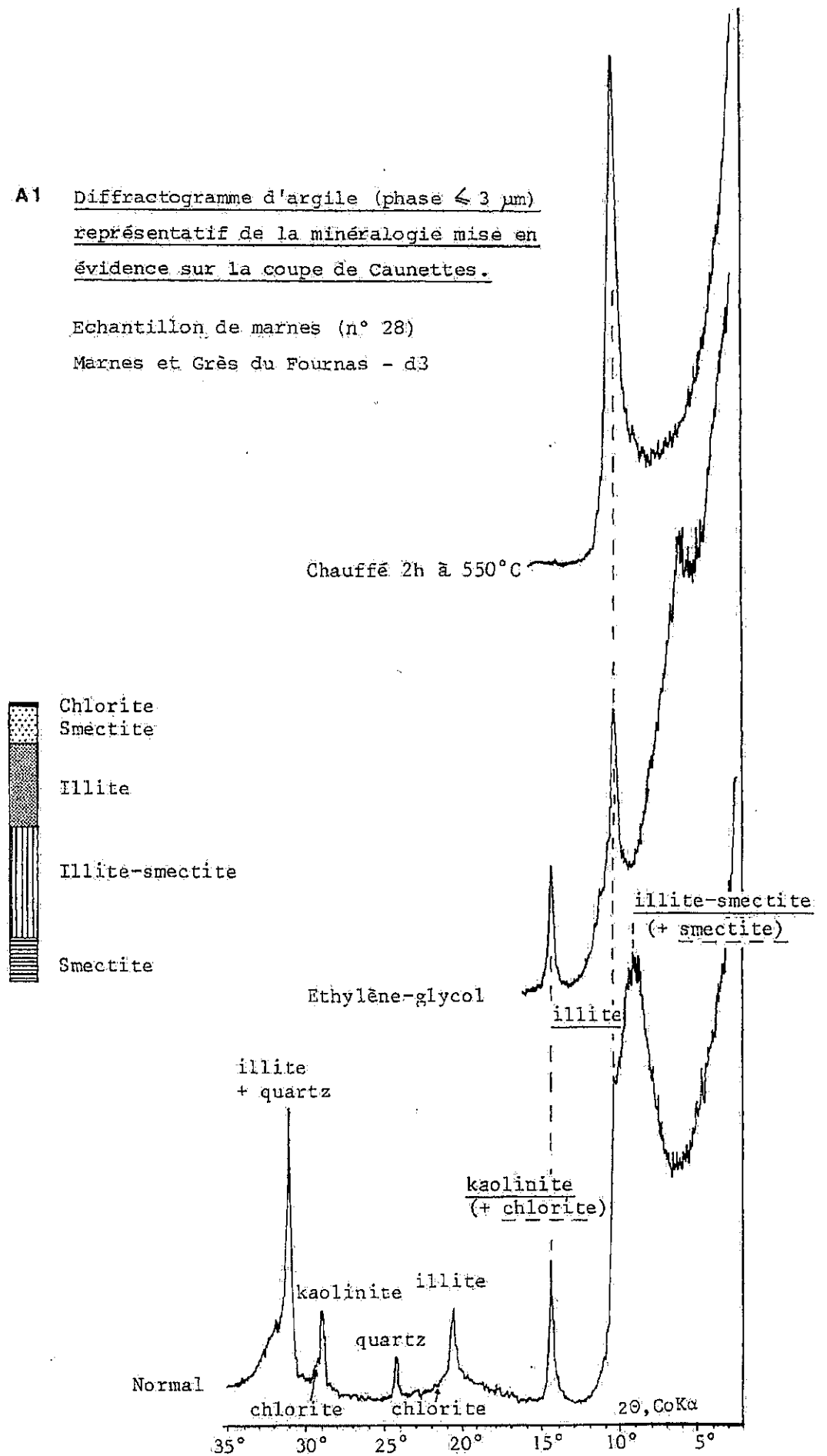
- Illite (42%)
- Illite-Smectite (28%)
- Kaolinite (20%)
- Smectite (7%)
- Chlorite (2%)

L'Illite correspond à l'essentiel de l'héritage; ici, il s'agit plutôt d'une phase micacée ( débris de schistes provenant probablement de matériaux métamorphiques sous-jacents ).

L'examen des diffractogrammes ( fig. A1 ) montre qu'il pourrait exister des aggradations essentiellement pour les interstratifiés Illite-Smectite et ceci plus particulièrement dans les milieux marneux assez calmes ( faible énergie ).

Fig. A1 Diffractogramme d'argile (phase  $\leq 3 \mu\text{m}$ )  
représentatif de la minéralogie mise en  
évidence sur la coupe de Caunettes.

Echantillon de marnes (n° 28)  
Marnes et Grès du Fournas - d3



On n'observe pas de changement, ni d'évolution dans la minéralogie tout au long de l'intervalle étudié: homogénéité des minéraux majeurs et du cortège argileux.

L'influence de l'environnement sédimentaire reste faible: les pourcentages des minéraux sont comparables entre grès et argiles.

Ainsi on peut remarquer que le pourcentage des carbonates est important même au niveau des séquences de barre d'embouchure ( probablement carbonate détritique et cimentation carbonatée diagénétique ).

Tab. A2 Résultats des dosages minéralogiques de la coupe de Caunettes.

| * | ECHANTILLONS* | * MINÉRAUX MAJEURS (% en poids) |             |        |           |         | * MINÉRAUX ARGILEUX |          |        |          |           | fraction $\leq 3 \mu m$<br>(% relatif) |                 | *        |                   |
|---|---------------|---------------------------------|-------------|--------|-----------|---------|---------------------|----------|--------|----------|-----------|----------------------------------------|-----------------|----------|-------------------|
| * | *             | ORTHOCASE                       | PLAGIOCLASE | OPALIN | NON DOPES | OLCAITE | COLOMITE            | SIDÉRITE | PYRITE | CHLORITE | KAOLINITE | ILLITE                                 | ILLITE-SMECTITE | SMECTITE | CHLORITE-SMECTITE |
| * | 1             | TR                              |             | 1      | 4         | 95      | TR                  |          |        | TR       | 20        | 40                                     | 35              | 5        | *                 |
| * | 2             | TR                              | 1           | 43     | 31        | 55      | TR                  | TR       |        | 5        | 20        | 40                                     | 30              | 5        | *                 |
| * | 3             | TR                              | TR          | 13     | 26        | 53      | 8                   |          |        | 1        | 14        | 55                                     | 30              |          | *                 |
| * | 4             | TR                              | TR          | 20     | 38        | 40      | 2                   |          |        | 1        | 19        | 50                                     | 29              | 1        | *                 |
| * | 5             | TR                              |             | 25     | 10        | 57      | 8                   |          |        | 1        | 19        | 40                                     | 30              | 10       | *                 |
| * | 6             |                                 |             | 29     | 4         | 57      | 10                  |          |        | 5        | 20        | 40                                     | 25              | 10       | *                 |
| * | 7             | TR                              |             | 15     | 4         | 72      | 9                   |          |        | 1        | 34        | 45                                     | 15              | 5        | *                 |
| * | 8             |                                 |             | 5      | 4         | 84      | 7                   |          |        | 5        | 30        | 45                                     | 15              | 5        | *                 |
| * | 9             |                                 |             | 23     | 34        | 42      | 1                   |          |        | 5        | 5         | 45                                     | 35              | 10       | *                 |
| * | 10            |                                 |             | 14     | 10        | 73      | 3                   |          |        | 1        | 24        | 30                                     | 35              | 18       | *                 |
| * | 11            |                                 |             | 20     | 6         | 57      | 16                  |          | 1      | 1        | 14        | 50                                     | 25              | 10       | *                 |
| * | 12            |                                 |             | 18     | 19        | 66      | 5                   |          | TR     | 1        | 24        | 40                                     | 25              | 10       | *                 |
| * | 13            | TR                              |             | 9      | 1         | 76      | 14                  |          | TR     | 1        | 49        | 35                                     | 10              | 5        | *                 |
| * | 14            |                                 |             | 14     | 5         | 67      | 14                  |          |        | 1        | 19        | 50                                     | 20              | 10       | *                 |
| * | 15            | TR                              |             | 8      | 23        | 64      | 5                   |          |        | 1        | 29        | 40                                     | 20              | 10       | *                 |
| * | 16            |                                 |             | 2      | 12        | 86      |                     |          |        | 1        | 19        | 45                                     | 25              | 10       | *                 |
| * | 17            |                                 |             | 43     | 32        | 48      | 7                   |          |        | 1        | 14        | 50                                     | 30              | 5        | *                 |
| * | 18            |                                 |             | 25     | 22        | 46      | 7                   |          |        | 1        | 19        | 40                                     | 30              | 10       | *                 |
| * | 19            |                                 |             | 19     | 11        | 68      | 2                   |          |        | 1        | 19        | 45                                     | 30              | 5        | *                 |
| * | 20            |                                 |             | 14     | 21        | 50      | 15                  |          |        | 5        | 20        | 40                                     | 30              | 5        | *                 |
| * | 21            | TR                              | TR          | 19     | 46        | 31      | 4                   |          |        | 5        | 20        | 40                                     | 30              | 5        | *                 |
| * | 22            | TR                              |             | 24     | 34        | 33      | 9                   | TR?      |        | 5        | 20        | 35                                     | 35              | 5        | *                 |
| * | 23            |                                 |             | 18     | 25        | 55      | 2                   |          |        | 1        | 19        | 20                                     | 40              | 20       | *                 |
| * | 24            |                                 |             | 5      | 8         | 87      |                     | TR?      |        | 5        | 19        | 45                                     | 30              | 1        | *                 |
| * | 25            | TR                              | TR          | 26     | 44        | 27      | 1                   |          |        |          | 25        | 30                                     | 35              | 9        | *                 |
| * | 26            | TR                              |             | 23     | 23        | 53      | 1                   |          |        | 5        | 20        | 30                                     | 35              | 10       | *                 |
| * | 27            |                                 |             | 5      | 14        | 81      | TR                  | TR       |        | 1        | 19        | 55                                     | 20              | 5        | *                 |
| * | 28            | TR                              | TR          | 29     | 26        | 44      | 1                   |          |        | 1        | 14        | 30                                     | 40              | 15       | *                 |
| * | 29            | TR                              | TR          | 34     | 24        | 41      | 1                   |          |        | 1        | 19        | 45                                     | 34              | 1        | *                 |
| * | 30            | TR                              |             | 41     | 11        | 75      | 3                   |          |        | 5        | 25        | 50                                     | 15              | 5        | *                 |



LISTE ALPHABETIQUE DE LA MACROFAUNE RECOLTEE DANS LES LUTTES  
DE CAUNETTES-EN-VAL ET DE COUSTOUGE.

-----

*Ampullina* sp.  
*A. elongata* DONCIEUX  
*Aplocyathus perarmatus* (Tallavignes in ROUAULT, 1848)  
Astérides  
*Batillaria* sp.  
*Belosepia*  
*Bittium* sp.  
Bryozoaires  
*Calliostoma custugensis* DONCIEUX  
*Cardita* sp.  
*C. (Venericardia) formosa* DONCIEUX  
*C. (Venericardia) subminuta* d'ORBIGNY  
*Cardium* sp.  
*C. quadratum* DONCIEUX  
*Cerithium* sp.  
*Chama* sp.  
*Chlamys* sp.  
Clavilithes  
*C. concavus* DONCIEUX  
*C. longispira* DONCIEUX  
*C. rugosus* LAMARCK  
*Corbula* sp.  
*C. lamarcki* DESHAYES  
*Crassatella* sp.  
*C. corbarica* DONCIEUX  
*C. depressa* DONCIEUX  
*C. rabetensis* DONCIEUX  
*C. securis* LEYMERIE  
*C. minima* LEYMERIE  
*Crassostrea* sp.  
Crinoïdes  
*Cypraeidea*  
*Delphinula regleyi* DESHAYES  
*Dentalium* sp.  
*Dillwynella corbarica* DONCIEUX  
*Dimya richei* DONCIEUX  
*Diplodonta* sp.  
*Diplohelia* sp.  
*Favus (Melanatria) archiaci* DONCIEUX  
*Flabellum* sp.  
*Gisortia* sp.  
*Goniarea elegans* (LEYMERIE) 1846

*Lamidae* (dents)  
*Leptothyra* (*Otaulax*) *conoidea* DONCIEUX  
*Libitina elongata* LEYMERIE  
*L. inflata* DONCIEUX  
*Limopsis altera* DESHAYES  
*Lucina* (*Pseudomiltha*) *corbarica* LEYMERIE  
*Melanopsis* (*Coptostylus*) DONCIEUX  
*Mesalia* sp.  
*M. hildeverti* DONCIEUX  
*Meretrix custugensis* LEYMERIE  
*Miocardia triangularis* DONCIEUX  
*Monodonta lignoni* DONCIEUX  
*Mytilus* sp.  
*Natica* sp.  
*Nautilus* sp.  
*Nemocardium* sp.  
*Nicasotrochus bilobatus* (Michelin) 1846  
*Nucula* sp.  
*N. angusta* DONCIEUX  
*Orthochetus cossmanni* DONCIEUX  
*Ostrea multicostrata* DESHAYES  
*O. striatiplicata* RAULIN - DELBOS  
*O. (Alectryona) borlesi* DONCIEUX  
Otolithes de poisson  
*Oxyrhina nova* WINKLER  
Pattalophylloïdes indéterminés  
*Pattalophyllia* sp.  
*Pecten* sp.  
*Petrophylliella* sp.  
*Pholadomya* sp.  
*Potamides* sp.  
*Potamoceras dilatatus* d'ARCHIAC  
*Psephaea* (*Eopsephaea*) *rabetensis* DONCIEUX  
*Rimella* sp.  
*R. savini* DONCIEUX  
*Rostellaria* sp.  
*Scylla* sp. (fragments)  
*Serpula* sp.  
*S. eximpiiata* ROVERETO  
*Solarium* sp.  
*S. pergranulosum* DONCIEUX  
*Spondylus* sp.  
*S. eocenius* LEYMERIE  
*Sycum* sp.  
*S. bulbiformis* LAMARCK

*Terebratula* sp.

*T. montolearensis* LEYMERIE

*Terebratulina* sp.

*Teredo* sp.

*Trochomilia* sp.

*Turritella* sp.

*T. baicherei* DONCIEUX

*T. elegans* DESHAYES

*T. figolina* CAREZ

*Tympanotonus* sp.

*Uxia* sp.

*Velates* sp.

*V. spiratus* DONCIEUX

*Vermetus* (*Tubulostium*) *angulosus* CHENU

*V. (Lemintina) cancellatus* DESHAYES

*V. (Burtinella) spirintortus* ROVERETO

*Volutilithes* sp.

*V. inflatus* DONCIEUX

LISTE ALPHABETIQUE DES ESPECES DE PETITS FORAMINIFERES  
BENTHIQUES DES COUPES DE CAUNETTES-EN-VAL ET DE  
COUSTOUGE

- Ammobaculites midwayensis* PLUMMER, 1933  
*Asterigerina bartoniana* (TEN DAM) KAASSCHIETER, 1961  
*Bolivina midwayensis* CUSHMAN, 1936  
*Bulminella pulchra* ? (TERQUEM), emend. LE CALVEZ, 1950  
*Cibicides beadnelli* ? LE ROY, 1953  
*Cibicoides aff. proprius acutimargo* (TEN DAM) KAASSCHIETER, 1961  
*Dentalina marcki* REUSS, 1860  
*Dentalina cf. solida* ? SEGUENZA, 1880  
*Discorbis persivalis* (TERQUEM)  
*Fissurina orbignyana* SEGUENZA, 1862  
*Globulina gibba* d'ORBIGNY = *Polymorphina* [Globuline] *gibba* d'ORBIGNY, 1826  
*Guttulina aff. communis* d'ORBIGNY = *Polymorphina* [Guttuline] *communis* d'ORB., 1826  
*Gyroldina octocamerata* (CUSHMAN et HANNA) = *Gyroldina soldanti* d'ORBIGNY  
var. *octocamerata* CUSHMAN ET HANNA, 1927  
*Karreriella fallax* RZEHA, 1891  
*Lenticulina alato-limbata* (GUMBEL) = *Robulina alato-limbata* GUMBEL, 1868  
*Marginulina eocaenica* FRANKE, 1912  
*Marginulina longiformis* ? (PLUMMER)  
*Nodosaria aff. granti* PLUMMER, 1926  
*Nodosaria soluta* REUSS  
*Nodosaria raphanistrum* (LINNE) var. *carribeana* HEDBERG, 1937  
*Nonion commune* (d'ORBIGNY) = *Nonionina communis* d'ORBIGNY, 1846  
*Oolina acuticosta* (REUSS) = *Lagena acuticosta* REUSS, 1862  
*Oolina hexagona* (WILLIAMSON) = *Lagena hexagona* (WILL.), 1848  
*Osangularia gyrata* (TERQUEM) = *Rotalina gyrata* TERQUEM, 1882  
*Quinqueloculina ludwigi* REUSS, 1866  
*Quinqueloculina striata* d'ORBIGNY, 1843  
*Quinqueloculina triedra* COSTA, 1856  
*Rotalia cf. calcariniformis* ? SCHWAGER  
*Rotalia trochidiformis* (LAMARCK) = *Rotalites trochidiformis* LAMARK, 1804  
*Spiroplectammina midwayana* ? (LALIEKER)  
*Spiroplectammina plummerae* CUSHMAN, 1948  
*Triloculina angularis* d'ORBIGNY, 1850  
*Triloculina gibba* d'ORBIGNY, 1826  
*Triloculina aff. gibba* d'ORBIGNY, 1826  
*Uvigerina aff. schwageri* BRADY, 1884  
*Uvigerinella abbreviata* (TERQUEM), 1882  
*Vuonniellina campanula* LE CALVEZ = *Pseudarcella campanula* LE CALVEZ, 1959

# B I B L I O G R A P H I E

- AIGNER T. (1982). - Calcareous Tempestites : Storm-dominated Stratification in Upper Muschelkalk Limestones (Middle Trias, SW - Germany). In : Cyclic and Event Stratification (ed. by EINSELE/SEILACHER). Springer - Verlag ed., p. 180 - 198, 10 fig.
- AIGNER T. (1982). - Event-Stratification in Nummulite Accumulations and in Shell Beds from the Eocene of Egypt. In : Cyclic and Event Stratification (ed. by EINSELE/SEILACHER). Springer - Verlag ed., p. 248 - 262, 7 fig.
- ALBERS C. C. & al. (1966). - Transactions of the Gulf Coast Association of Geological Societies. Vol. XVI.
- ALLEN G. P., LAURIER D. & THOUVENIN J. (1979). - Etude sédimentologique du delta de la Mahakam. Notes & Mém. Total C. F. P., Paris, n° 15, 155 p.
- ALOISI J. C. & DUBOUL-RAZAVET C. A. (1974). - Deux exemples de sédimentation deltaïque actuelle en Méditerranée : les deltas du Rhône et de l'Ebre. Bull. Centre Rech. Pau - S. N. P. A., 8, 1, p. 227 - 240.
- ARNI P. (1963). - L'évolution des Nummulitinae en tant que facteur de modification des dépôts littoraux. Coll. intern. Micropal., Dakar, Mém. B. R. G. M., n° 32, 1965, Paris, p. 7 - 20.
- ARNI P. & LANTERNO E. (1972). - Considérations paléocéologiques et interprétation des calcaires de l'Eocène du Véronais. Arch. Sc. Genève, 25, 2, p. 251 - 283.
- BOUBERT J. & BERGGREN W. A. (1976). - Paleocene benthic Foraminiferal biostratigraphy and paleoecology of Tunisia. Bull. Centre Rech. Pau - S. N. P. A., 10, 2, p. 379 - 469, 2 fig., 8 tabl., 12 pl.
- USSEIL-BADIE J. (1978). - Contribution à l'étude paléocéologique des Foraminifères du Quaternaire terminal sur le plateau continental languedocien. Thèse 3ème Cycle Sci., Univ. Toulouse, 164 p., 12 pl. photo., 34 fig.
- USSEIL-BADIE J. (1983). - Distribution écologique des Foraminifères de l'estuaire et de la mangrove du fleuve Sénégal. Arch. Sc. Genève, 36, 3, p. 437 - 450.
- ANDY O. L. (1956). - Ecology of Foraminifera in northeastern Gulf of Mexico. U. S. Geol. Surv., Prof. Paper 274 G., p. 179 - 204.
- ANDY O. L. (1960). - General correlation of foraminiferal structure with environment. Approaches to paleoecology. J. Wiley, ed., New-York, p. 75 - 90.
- ANDY O. L. & ARNAL R. E. (1960). - Concepts of foraminiferal Paleocology. A. A. P. G., n° 44, 12, p. 1921 - 1932.
- ARRABE L. (1948). - Carte géologique détaillée de la France au 1/80.000, n° 244 et 245, feuille de Narbonne et Marseillan, 2ème édition.
- ENZECRI J. P. (1973). - L'analyse des données T II : l'analyse des correspondances. Dunod Ed., Paris, 619 p.
- BERGGREN W. A. (1974). - Late Paleocene-Early Eocene benthonic foraminiferal biostratigraphy and paleoecology of Rockall Bank. Micropaleontology, 20, 4, p. 426 - 448.
- BERGGREN W. A. (1974). - Paleocene benthonic foraminiferal biostratigraphy, biogeography and paleoecology of Libya (Sirte Basin) and Mali. Micropaleontology, 20, 4, p. 449 - 465.

- BERGGREN W. A. & AUBERT J. (1975). - Paleocene benthonic foraminiferal biostratigraphy, paleobiography and paleoecology of Atlantic - Tethyan regions : Midway Type fauna. *Palaeogeograph. Paleoclimatology, Palaeoecology*, 18, p. 73 - 192.
- BERGGREN W. A. & AUBERT J. (1976). - Late Paleogene (Late Eocene and Oligocene) benthonic foraminiferal biostratigraphy and paleobathymetry of Rockall Bank and Hatton- Rockall Basin. *M.C. paleontology*, 22, 3, p. 307 - 326, p. 1 - 4.
- BERTRAND J. P. & L' HOMER A. (1975). - Les deltas de la Méditerranée du Nord. Le delta du Rhône. Excursion 16. IX<sup>ème</sup> Congr. Intern. Sédim., Nice.
- BIGNOT G. (1981). - Le problème de l'Ilerdien et la nomenclature chronostratigraphique de l'Eocène inférieur. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 293, sér. II, p. 985 - 988.
- BIGNOT G. & MOORKENS Th. (1975). - Position relative du stratotype de l'Ilerdien et de plusieurs autres étages par rapport à quelques microbiozonations. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), t. XV 2, 1 tabl., p. 218 - 221.
- BIZON J. J. & BUROLLET P. F. (1984). Ecologie des microorganismes en Méditerranée occidentale. "ECOMED", Assoc. Française des Techniciens du Pétrole, Paris.
- BLANC-VERNET L. & BOURDILLON C. (1981). - Répartition bathymétrique des Foraminifères benthiques sur le plateau continental et dans les fosses bathyales de la région Sicilo-tunisienne. Corrélations microbiostratigraphiques du Mésocène-Cénozoïque des Provinces mésogéennes et africaines. Travaux du C. R. M. "J. Cuvelier", Nice.
- BLANC-VERNET L., CLAIREFOND P. & ORSOLINI P. (1979). - Les Foraminifères. La Mer Pélagienne. Etu sédimentologique et écologique du Plateau tunisien et du Golfe de Gabès. *Géol. Médit.*, à Univ. de Provence, t. VI, 1.
- BLONDEAU A. (1972). - Les Nummulites. Vuibert éd., Paris, 254 p., 38 pl.
- BOLTOVSKOY E. (1965). - Los Foraminíferos recientes (biología metodos de estudio, aplicación oce grafica). Ed. Univ. Eudeba, Buenos Aires, 510 p., 114 text-fig.
- BOLTOVSKOY E. & LENA H. (1971). - Microdistribution des Foraminifères benthiques vivants. *Rev. Micropal.*, 12, 3, p. 177 - 185.
- BOLTOVSKOY E. & WRIGHT R. (1976). - Recent Foraminifera. Junk éd., Hague, Netherl.
- BOUSQUET J. P. (1979). - Approche paléoécologique de l'Ilerdien de la Montagne d'Alaric (Corbières septentrionales - Aude). *Géol. Médit., Ann. Univ. de Provence*, t. VI, 2, p. 369 - 378, 4
- BROUSSARD (1975). - Deltas models for exploration. *Houston Geological Society*.
- BRUN L., CHIERICI M. A., MEIJER M. & MONTEIL L. (1984). - Répartition stratigraphique et paléoécologique des principales espèces de *Bolivinitidae* (Foraminifères) du Tertiaire du Golfe de Guinée. *Benthos' 83, 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera*, Pau et Bordeaux 1983, p. 91 - 5 fig., 2 pl.
- BUIS M. & REY J. (1975). - Une évolution sédimentaire de type deltaïque : le passage du Tertiaire marin au Tertiaire continental entre l'Ariège et le Douctouyré (Pyrénées ariégeoises). *B. Soc. Hist. nat. Toulouse*, t. 111, fasc. 1-2, p. 80 - 95, 5 fig., 2 tabl.
- BULLETIN DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE (1975). - Le Contenu de l'Ilerdien et sa place dans Paléogène. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), t. XVII, n° 2, p. 123 - 223.
- CARALP M. & SIGAL J. (1980). - Les Foraminifères benthiques de l'Eocène Inférieur du site 246 au Sud de Madagascar (D. S. D. P. Lég. 25). C. N. R. S., Bordeaux, éd.

- CARO Y., LUTERBACHER H., PERCH-NIELSEN K., PREMOLI-SILVA I., RIEDEL W. R. & SANFILIPPO A. (1975). - Zonations à l'aide de microfossiles du Paléocène supérieur et de l'Eocène inférieur. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), t. XVII, n° 2, p. 125 - 147, 8 fig.
- CAVELIER C. & POMEROL Ch. (1983). - Echelle de corrélation stratigraphique du Paléogène. Stratotypes, étages standards, biozones, chimizones et anomalies magnétiques. *Géol. Fr.*, n° 3, p. 261 - 262, 1 tabl.
- CHAMNEY T. P. (1975). - Foraminiferal morphogroup symbol for paleoenvironmental interpretation of drill cutting samples : Arctic America. *Benthonics* 75, Halifax. *Spec. Publ. Inst. Int. Symp. on Benthonic Foraminifera of Continental Margins*, Part B., p. 585 - 624, 28 fig.
- CLUZEL D. (1977). - Etude microtectonique de l'avant-pays de la Nappe des Corbières Orientales (Aude - France). *Thèse de Spécialité*, Univ. Paris-Sud (Centre Orsay), p. 347, pl. photo. 7.
- COLEMAN J. M. & PRIOR D. B. (1982). - Deltaic Environments of Deposition. In : *Sandstone Depositional Environments* Ed. by P. A. SCHOLLE & D. R. SPEARING. A. A. P. G., Mém. 31, p. 139 - 178.
- COLLOQUE SUR L'Eocene (mai 1968). - *Mém. B. R. G. M.*, vol. III, n° 69, Paris, p. 209 - 217.
- COLOM G. (1954). - Estudio de las Biozonas con Foraminiferos del Terciario de Alicante. *Bull. Inst. geol. y Min. de España*, Madrid, vol. 66, 279 p., 35 pl., 4 tabl.
- COUSTILLAS F. (1983). - Les faciès récents de la plate-forme orientale de Kalimantan (Indonésie) et leur contenu micropaléontologique. (Foraminifères benthiques). *Thèse 3ème Cycle Sci.*, Univ. Bordeaux I, 2 vol.
- CROCHET B., TAMBAREAU Y. & VILATTE J. (1976). - Modalités de la régression ilardienne entre l'Ariège et l'Aude. Les plages à *Eoscutum doncieuxi* (LAMBERT). *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, t. XVIII, fasc. 2, p. 35 - 37.
- CUGNY P. (1975). - Utilisation de méthodes quantitatives en paléoécologie. Application à l'étude des microfaciès du Barrémien terminal et du Bédoulien de l'Estremadura (Portugal). *Thèse 3ème Cycle Sci.*, Univ. Toulouse, 120 p., 25 fig., 3 pl. photo.
- CUGNY P. & REY J. (1975). - Un exemple d'utilisation de l'Analyse Factorielle des Correspondances en paléoécologie : la répartition des microfossiles dans le Bédoulien d'Estremadura (Portugal). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), t. XVII, n° 5, p. 787 - 796.
- CUGNY P. & REY J. (1981). - Analyse Factorielle et nuées dynamiques appliquées à l'étude de biofaciès et de leurs enchaînements séquentiels : exemple de l'Albien portugais. *Géobios*, n° 14, fasc. 3, p. 311 - 321, 7 fig.
- CUGNY P. & BONNET L. (1983). - Introduction aux méthodes d'analyse des données multidimensionnelles et à leur utilisation en Sciences naturelles. *Bull. Lab. Biologie Quantitative*, Univ. Toulouse, n° 1, p. 48 - 70.
- DECROUEZ D. & LANTERNO E. (1979). - Les "bancs à Nummulites" de l'Eocène mésogéen et leurs implications. *Arch. Sci.*, Genève, vol. 32, fasc. 1, p. 67.
- DONCIEUX L. (1903). - Monographie géologique et paléontologique des Corbières orientales. *Ann. Univ. Lyon*, n. sér., I, *Sci. et Méd.*, fasc. 11, 377 p., 8 pl., Lyon & Paris.
- DONCIEUX L. (1905). - Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault. 1ère partie : Montagne Noire et Minervois. *Ann. Univ. Lyon*, n. sér., I, *Sci. et Méd.*, fasc. 17, 184 p., 5 pl.
- DONCIEUX L. (1908). - Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault. 2ème partie, fasc. 1, Corbières septentrionales. *Ann. Univ. Lyon*, n. sér., I, *Sci. et Méd.*, fasc. 22, 250 p., 1 fig., 13 pl.

- DONCIEUX L. (1941). - Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault, 2ème partie, fasc. 2, Corbières septentrionales. *Ann. Univ. Lyon*, nouv. sér., I, Sci. et Méd., fasc. 30, 161 p., 21 fig., 15 pl.
- DONCIEUX L. (1926). - Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault, 2ème partie, fasc. 3, Corbières septentrionales. *Ann. Univ. Lyon*, nouv. sér., I, Sci. et Méd., fasc. 45, 80 p., 33 fig., 8 pl.
- DUBOUL-RAZAVET Ch. & KRUIT C. (1957). - Sédimentologie du delta du Rhône. *Rev. de l'I. F. P.*, vol. XII, n° 1, p. 399 - 410.
- DUCASSE O. & ROUSSELLE L. (1972). - Les Ostracodes de la coupe de Campo (Prov. Huesca, Espagne). *Rev. Espagnole de Micropal.*, n° XXX, extraord., p. 273 - 289.
- DUPEUBLE P.-A., MATHIEU R., MOMENI I., POIGNANT A., ROSSET-MOULINIER M., ROUVILLOIS A. & UBALDO (1972). - Travaux récents sur les Foraminifères actuels des côtes françaises de la Manche. *Mém. B. R. G. M.*, n° 79.
- EDWARDS P. G. (1982). - Ecology and distribution of selected foraminiferal species in the North Minch Channel, Northwestern Scotland. *Aspects of Micropaleontology*, BANNER F. T. & Lord A. R. ed.
- ELLIOTT T. (1974 b). - Interdistributary bay sequences and their genesis. *Sedimentology*, 21, p. 611 - 622.
- ERXLEBEN A. W. (1980). - Depositional systems in Canyon Group (Pennsylvanian System), North-Cent Texas. *Bureau of Economic Geology*, Univ. of Texas, Report of Investigations, n° 82, 75 p. 33 fig.
- FERRER J. (1971). - El Paleoceno y Eoceno del borde sur oriental de la depression del Ebro (Cataluña). *Mém. Suisses de Paléont.*, vol. 90, 70 p., 50 fig., 6 tabl., 8 pl., 1 carte.
- FERRER J. (1973). - El Eoceno de Igualada. *XIII Coloquio Europeo de Micropal. España*, p. 63 - 71.
- FERRER J. (1975). - Neritic early Eocene Smaller Foraminifera from the Koko Seamount (Emperor seamounts, Central Northern Pacific). *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, vol. XXXII, Washington (U. S. Government Printing Office), p. 803 - 823, 8 pl.
- FERRER J., LUTERBACHER H. P., MUTTI E. & ROSSELL J. (1971). - El Paleógeno marino de la region de Tremp (Cataluña). *Congr. Hispano-Luso-Americano Geol. Econ.*, seccion 1, Geología 2, p. 813 - 827.
- FERRER J., LE CALVEZ Y., LUTERBACHER H. & PREMOLI-SILVA I. (1973). - Contribution à l'étude des Foraminifères ilerdiens de la Région de Tremp (Catalogne). *Mém. Mus. Hist. nat.*, nouv. sér., s. c., 29, 105 p., 12 pl.
- FISK H. N. (1961). - Bar finger sands of Mississippi delta. In : *Geometry of sandstone bodies*, A. A. P. G., Tulsa, p. 29 - 52.
- FONNESU F. (1984). - Estratigrafia física y analisis de facies de la secuencia de Figols entre el Rio Noguera Pallaresa e Iscles (Provincia de Lerida). *Thèse 3ème Cycle Sci.*, Univ. Autonome de Barcelone.
- FONTAINE P. (1984). - Modalités de l'Evolution et Paléoenvironnements de quelques populations d'Alvéolines ilerdiennes dans le Minervois et le Bassin de Tremp. *Thèse 3ème Cycle Sci.*, Univ. Toulouse, 183 p., 38 fig., 7 tabl., 14 pl.
- FONTAINE P. & REY J. (1984). - Fluctuations phénotypiques, évolution et valeur chronostratigraphique d'Alvéolines ilerdiennes du Minervois. *Benthos' 83, 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera*, Pau et Bordeaux 1983, p. 207 - 212, 4 fig.



- FRÉYET P. (1970). - Nouveaux éléments de corrélation lithologique entre les formations marines et continentales de l'Eocène inférieur languedocien ; le problème de l'"Ilerdien" continental. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 270, sér. D, p. 1076 - 1079.
- GAEMERS P. A. M. (1978). - Biostratigraphy Palaeoecology and Paleogeography of the mainly marine Ager formation (upper Paleocene - lower Eocene) in the Tremp Basin, Central South Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, vol. 51, n° 2, p. 151 - 231, 8 pl.
- GALL J.-C. (1976). - Environnements sédimentologiques anciens et milieux de vie. Introduction à la paléocéologie. Doin éd., 217 p.
- GHOSH B. K. (1977). - Paleocology of the Cenozoic reefal Foraminifera and algae - a brief review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 22, p. 231 - 256.
- GOLDRING R. & BRIDGES P. (1973). - Sublittoral sheet Sandstones. *Journ. of Sedim. Petrol.*, 43, p. 736 - 747.
- GRINSDALE T. F. & MORKHOVEN F. P. C. M. (1955). - The ratio between pelagic and benthonic Foraminifera as a mean of estimating depth of deposition of sedimentary rocks. *4th. World Petroleum Congr. Proc.*, Sect. 1/D, paper 4, p. 473 - 491.
- GROSODIER E., TAMBAREAU Y. & YAPAUDJIAN L. (1970). - Ébauche d'une étude paléocéologique du Tertiaire des Petites Pyrénées. *Bull. Centre Rech. Pau - S. N. P. A.*, Paléocéologie des Ostracodes, 5 suppl., p. 559 - 575, 4 fig., 2 pl.
- GRUNIG A. & HERB R. (1980). - Paleocology of late Eocene benthonic Foraminifera from Possagno Treviso - Northern Italy). *Cash. Found. Spec. Publ.*, n° 19, p. 68 - 85.
- GUILCHER A., BERTHOIS L., LE CALVEZ Y., BATTISTINI R. & GROSNIER A. (1965). - Les récifs coralliens et le lagon de l'île Mayotte (Archipel des Comores, Océan Indien). *Mém. O. R. S. T. O. M.*, 11.
- GUILLOCHEAU F. (1983). - Les dépôts de tempêtes. Le modèle de l'Ordovicien moyen ouest armoricain. *Thèse 3ème Cycle Sci.*, Univ. Brest.
- HAMAOU M. (1975). - The importance of comparative anatomy approach in the correct interpretation of benthonic foraminifera. *1st. Int. Symp. on Benthonic Foraminifera of Continental Margins*, Part A : Ecology and Biology, MARITIME Sediments, Spec. Publ., 1, p. 293 - 300.
- HARMS J. C., SPEARING D. R., SOUTHARD J. B. & WALKER G. (1975). - Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. *Soc. of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Short Course 2, Notes, Tulsa, Oklahoma, 161 p.
- HAQ B. U. & BOERSMA A. (1978). - Introduction to marine micropaleontology. Elsevier ed., New-York, 376 p.
- HECKER R. F. (1960). - Bases de la paléocéologie. Technip éd., Paris, 98 p.
- HECKER R. F. (1965). - Introduction of paleocology. Elsevier ed., New-York, London.
- HEDBERG M. (1979). - Guide stratigraphique international. Doin éd., 233 p., 14 fig.
- HILLEBRANDT A. V. (1975). - Corrélation entre les biozones de grands Foraminifères et de Foraminifères planctoniques de l'Ilerdien. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), XVII, n° 2, p. 162 - 167, 2 fig.
- HOTTINGER L. (1960). - Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène. *Mém. Suisses Paléont.*, vol. 75-76, 244 p., 1 tabl., 117 fig., 18 pl.
- HOTTINGER L. (1971). - Larger foraminifera common to Mediterranean and Indian Paleocene and Eocene formations. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, vol. LIV, fasc. 4, pars 1, p. 145 - 151, 3 pl.

- HOTTINGER L. (1973). - Selected paleogene larger foraminifera. In : Atlas of paleobiogeography, (ed by : A. HALLEN). Elsevier ed., p. 443 - 452.
- HOTTINGER L. (1977). - Foraminifères operculiniformes. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Paris, n° 40, 159 p., 57 fig., 66 pl.
- HOTTINGER L. (1977). - Distribution of larger foraminifera in the Gulf of Elat (Red Sea). *Utrecht Micropal. Bull.*, 15, p. 35 - 109, 36 fig.
- HOTTINGER L. (1980). - Répartition comparée des grands foraminifères de la Mer Rouge et de l'Océan Indien. *Ann. dell'Univ. di Ferrara*, sez IX, Sc. Geol. Pal., vol. VI suppl.
- HOTTINGER L. & SCHAUB H. (1961). - Division en pisos del Paleoceno y del Eoceno. Introduccion de los pisos Ilerdense y Biarritzense. *Notas y Comunic.*, n° 61, 1 pl., p. 199 - 234.
- KAPPELLOS Von C. & SCHAUB H. (1973). - Zur Korrelation von Biozonierungen mit Grossforaminiferen und Nannoplankton in Paläogen der Pyrenäen. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 66/3, p. 687 - 731
- KAPPELLOS Von C. & SCHAUB H. (1975). - L'Ilerdien dans les Alpes, dans les Pyrénées et en Grèce. Corrélation de zones à grands Foraminifères et à Nannoplankton. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7) t. XVII, p. 148 - 161, 9 fig.
- KELLOUGH G. R. (1965). - Paleocology of the Foraminifera of the Wills Point Formation (Midway Group) in northeast Texas. *Trans. Gulf Coast Assoc. geol. Soc.*, 15, p. 73 - 153, 15 pl.
- KURESHY A. A. (1984). - Paleocene benthic Foraminifera of Pab, Pakistan. *Benthos' 83, 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera*, Pau et Bordeaux 1983, p. 349 - 352, 1 fig.
- LAGAAILJ R. & KOPSTEIN F. P. H. W. (1964). - Typical features of a fluviomarine offlap sequence. In : Deltaic and Shallow marine deposits (ed. by VAN STRAATEN), p. 216 - 226.
- LANKFORD R. R. (1959). - Distribution and ecology of Foraminifera from East Mississippi delta margin. *Bull. A. A. P. G.*, Tulsa, Oklahoma, vol. 43, n° 9, p. 2 068 - 2 099, 11 fig., 4 tabl.
- LE CALVEZ Y. (1970). - Contribution à l'étude des foraminifères paléogènes du bassin de Paris. *Cah. Paléont.*, C. N. R. S., Paris, 324 p., 43 pl.
- LE CALVEZ Y. (1975). - Répartition des foraminifères dans les différents faciès de l'Ilerdien de la région de Tremp. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), t. XVII, n° 2, p. 191 - 194.
- LEHMANN R. (1962). - Plusieurs types morphologiques d'Orbitolites de l'Ilerdien pyrénéen. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), t. IV, p. 357 - 361, 2 pl.
- LLOMPART C. (1977). - Paleocologia de la fauna de Moluscos ilerdenses en un sector de la Vall d'Ager (Prov. Lleida). *Univ. Autònoma Barcelona, Publicacions de geologia*, n° 7, 249 p.
- LOEBLICH A. R. & TAPPAN H. (1964). - Foraminifera. In : Treatise of Invertebrate Paleontology, part. C, Protista 2, 2 vol., MOORE éd.
- LOWMAN S. W. (1949). - Sedimentary facies in Gulf Coast. *A. A. P. G.*, vol. 33, n° 12, p. 1 939 - 1 997.
- LUTERBACHER H. P. (1970). - Environmental Distribution of Early Tertiary Microfossils, Tremp Ba Northeastern Spain. *Esso (EPR - E - IER - 70)* ed.
- LUTERBACHER H. P. (1973). - La sección tipo del piso Ilerdense. *XIII Coloquio Europeo de Micropaléologia España*, p. 113 - 142.
- LUTERBACHER H. P. (1984). - Paleocology of Foraminifera in the Paleogene of the Southern Pyrenees. *Benthos' 83, 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera*, Pau et Bordeaux 1983, p. 389 - 392, 2

- LUTERBACHER H. P., FERRER J. & ROSELL J. (1973). - El Paleogeno marino del noreste de España. XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología Española, p. 29 - 62.
- MALDONADO A. (1975). - Sedimentation, stratigraphy and development of the Ebro delta, Spain. In : Deltas, models for exploration, BROUSSARD ed., Houston Geol. Soc. Texas, p. 311 - 337.
- MANGIN M. (1956). - Campagne de La "Calypso" : Golfe de Guinée - Foraminifères. Ann. Inst. Océanographique, t. 37-38, 1959 - 1960, p. 91 - 114, 1 pl.
- MARTINI E. (1970). - Standard tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. Proc. II, Planktonic Conference, Roma, vol. 2, p. 739.
- MASSIEUX M. (1968). - L'Ilerdien des Corbières septentrionales (Aude). Objections. Sa position stratigraphique exacte. Bull. Soc. Géol. Fr., (7), t. X, p. 189 - 195.
- MASSIEUX M. (1973). - Micropaléontologie stratigraphique de l'Eocène des Corbières septentrionales (Aude). Cah. Paléont., C. N. R. S., Paris, 146 p., 17 fig., 29 pl.
- MAUDUIT E. Y. (1981). - Les unités pré-pyrénéennes du couloir de Carcassonne. Ensembles sédimentaires et structures. Thèse 3ème Cycle Sci., Univ. Toulouse, 188 p., 67 fig., 8 pl.
- MILLOT G. (1964). - Géologie des argiles. Masson éd.
- MONTEILLET J., AUSSEIL J. & CARBONNEL G. (1982). - Malacofaune et Microfaune d'un milieu estuarien tropical : le delta de la Basse Vallée du Sénégal. Géobios, n° 15, fasc. 2, p. 235 - 242, 2 fig.
- MORGAN J. P. (1970). - Deltaic Sedimentation, Modern and Ancient. Soc. of Economic Palaeontologists and Mineralogists, Sp. Publ., vol. 15, 312 p., Tulsa, Oklahoma.
- MURRAY J. W. (1973). Distribution and ecology of living benthic Foraminiferids. Heinemann Educational Books, 48, Charles Street, London, 274 p.
- MURRAY J. W. (1984). - Benthic Foraminifera : some relationships between ecological observations and paleoecological interpretations. Benthos '83, 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera, Pau - Bordeaux 1983, p. 465 - 469, 4 fig.
- MURRAY J. W. & WRIGHT Ch. (1974). - Paleogene foraminiferida and paleoecology, Hampshire and Paris basins and the English Channel. The paleontological Assoc., London, Spec. Papers in Palaeontology, n° 14.
- MUTTI E., LUTERBACHER H. P., FERRER J. & ROSELL J. (1972). - Schema stratigrafico e lineamenti di facies del Paleogene marino della zona centrale Subpirenaica tra Tremp (Catalogna) e Pamplona (Navarra). Mem. Soc. Geol. Italiana, vol. XI, p. 391 - 416, 10 fig., 1 tabl.
- OERTLI H. J. (1970). - The aspect of Ostracode faunas. A possible new tool in petroleum sedimentology. Bull. Centre Rech. Pau - S. N. P. A., 5, suppl. Paléocéologie des Ostracodes, p. 137 - 151.
- PAUTAL L. (1984). - Distribution des Super-familles de Foraminifères dans le complexe deltaïque ilerdien de Caunettes-en-Val (Corbières, Aude). 102ème R. A. S. T., Bordeaux, p. 434.
- PAVLOVEC R. (1969). - Istrian Nummulites with special regard to phylogenesis and Paleocology. Razprave, XII/4, 54 p., 9 fig., 4 tabl., 13 pl. h. t.
- PERES J. M. (1961). - Océanographie biologique et biologie marine. 1 - La vie benthique. P. U. F., 541 p., 35 fig.
- PETER S. W. (1978). - Some late Tertiary Foraminifera from Parabe 1, Western Niger delta. Revista española de Micropal., 1979, vol. XI, n° 1, p. 119 - 133.

- PEYPOUQUET J. P. (1980). - Les relations Ostracodes - profondeur. Principes applicables pendant le Cénozoïque. *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, Bordeaux, n° 28, p. 13 - 28, 1 fig. 1 tabl.
- PFLUM Ch. E. & FRERICHS W. E. (1976). - Gulf of Mexico deep-water Foraminifers. *Cushman Foundation for Foramin. Res.*, Spec. Publ., n° 14, 125 p., 8 pl.
- PHLEGER F. B. (1960). - Sedimentary patterns of microfaunas in northern Gulf of Mexico. In : *Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico*. A. A. P. G., Spec. Publ., p. 267 - 301.
- PHLEGER F. B. (1965). - Ecology and distribution of recent Foraminifera. The Johns Hopkins Press Baltimore, 297 p.
- PLAZIAT J. C. (1973). - Répartition des Mollusques amphibies de quelques littoraux et estuaires à mangrove (Nouvelle-Calédonie et Cameroun). Rôle de la salinité dans les modifications locales des peuplements de mangrove. *Haliothis*, Lyon, vol. 4, n° 1-2.
- PLAZIAT J. C. (1975). - L'Ilerdien à l'intérieur du Paléogène languedocien, ses relations avec l'Espagnolien, l'Ilerdien sud pyrénéen, l'Yprésien et le Paléocène. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), t. XVII, n° 2, p. 168 - 182, 3 fig., 1 tabl.
- PLAZIAT J. C. (1975). - Les mangroves anciennes. Discussion de leurs critères de reconnaissance et de leurs significations paléoclimatologiques. *IXème Congr. Intern. Sédim.*, Nice.
- PLAZIAT J. C. (1977). - Un exemple de reconstitution paléogéographique : l'extrémité orientale du Golfe d'Aquitaine au début du Tertiaire. In : *Pyrénées orientales - Corbières* (JAFFREZO M.). Guides géologiques régionaux, Masson éd., Paris, p. 117 - 127, 8 fig., 1 tabl., pl. 2-3.
- PLAZIAT J. C. (1981). - Ilerdien. In : *Stratotypes of Paleogene stages* (POMEROL C. éd.), *Mém. h. sér.*, n° 2, *Bull. Inform. Géol. du Bassin de Paris*, p. 103 - 121, 7 fig.
- PLAZIAT J. C. (1981). - Late Cretaceous to late Eocene palaeogeographic evolution of Southwest Europe. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, t. 36, p. 263 - 320, 24 fig., 1 tabl.
- PLAZIAT J. C. (1984). - Paléobiocénoses et déplacements massifs d'organismes littoraux (Madrépores, Mollusques, Fruits de Nypa) en sédimentation vase-sableuse pérideltaïque. Rôle des courants, des tempêtes et des séismes dans l'Ilerdien de Coustouge (Aude, France). *Géobios*, *Mém. Spéc.*, n° 8, p. 301 - 312, 6 fig., 1 pl.
- PLAZIAT J. C. & FREYTET P. (1975). - Le Languedoc du Crétacé supérieur à l'Eocène supérieur : une zone mobile intracratonique entre bloc stable et zone orogénique. *IXème Congr. Intern. Sédim.*, Nice.
- PLAZIAT J. C., KOENIGUER J. C. & BALTZER E. (1983). - Des mangroves actuelles aux mangroves anciennes. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), t. XXV, n° 4, p. 499 - 504.
- READING H. G. (1977). - Facies Models of Fluvial Deltaic and Submarine fan Environments. *Course Book for Professional Geologists*, Sedimentary Research Associates, Dept. of Geology, Oxford.
- READING H. G. (1981). - *Sedimentary Environments and Facies*. Blackwell Scientific Publications 569 p.
- REINECK H. E. & SINGH J. B. (1975). - *Depositional Sedimentary Environments*. Springer - Verlag Berlin, 439 p.
- RENZI M. (de) (1967). - Nota sobre la estratigrafía del Paleoceno superior marino de la conca de Tremp, basada en las faunas de moluscos. *Instituto de Investigaciones geol. de la Diputación Provincial*, Univ. de Barcelona, vol. XXI, p. 40 - 50.

- REY J. (1983). - Biostratigraphie et lithostratigraphie : Principes fondamentaux, méthodes et applications. Technip éd., Paris, 181 p.
- REY J. & BOUSQUET J.-P. (1981). - Observations préliminaires sur les paléoenvironnements de l'Ilerdien de Coustouge (Corbières). *Géobios*, n° 14, fasc. 5, p. 655 - 659, 2 fig.
- ROMEIN A. J. T. (1979). - Lineages in early Paleogene Calcareous Nannoplankton. *Utrecht Micropal. Bull.*, vol. 22.
- ROSELL J. & PUIGDEFABREGAS G. (1975). - Evolution sédimentaire du bassin paléogène sud-pyrénéen. IX<sup>ème</sup> Congr. Intern. Sédim., Nice, Livret-guide, Excursion 19.
- ROUX M. & PLAZIAT J. C. (1978). - Inventaire des Crinoïdes et interprétation paléobathymétrique de gisements du Paléogène pyrénéen franco-espagnol. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), t. XX, n° 3, p. 299 - 308.
- SCHAUB H. (1968). - L'Ilerdien - Etat actuel du problème. *Mém. B. R. G. M.*, n° 69, vol. III, p. 259 - 265.
- SCHAUB H. (1981). - Nummulites et Assilines de la Téthys paléogène. Taxinomie ; phylogénèse et biostratigraphie. *Mém. Suisses Paléont.*, t. 104-106, 236 p., 116 fig., 18 tabl., 97 pl.
- SCRUTON P. C. (1960). - Delta building and deltaic sequence. In : Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico (SHEPARD & VAN ANDEL ed.). A. A. P. G., Spec. Publ., Tulsa, Oklahoma, p. 82 - 102.
- SEGURA F. (1979). - Etude géologique de la partie orientale des Petites Pyrénées. Zone Sous-pyrénéenne (Ariège - Hte-Garonne). *Thèse 5<sup>ème</sup> Cycle Sci.*, Univ. Toulouse, 143 p.
- SERRA-KIEL J. & RÉGUANT S. (1984). - Paleoeological conditions and morphological variation in monospecific banks of Nummulites : an example. *Benthos' 83, 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera*, Pau et Bordeaux 1983, p. 557 - 563, 8 fig.
- SPRECHMANN P. (1981). - Paleocommunities and paleobathymetry of Maastrichtien sublittoral benthonic foraminifera from western Europe. *N. Jb. Geol. Paläont. Abt.*, 162, 2, p. 188 - 230, 14 fig.
- TAMBAREAU Y. (1972). - Thanétien supérieur et Ilerdien inférieur des Petites Pyrénées, du Plantaurel et des Chaînes audois. *Thèse Doct. 2<sup>e</sup> Sci. nat.*, Univ. Toulouse, 2 vol., multigr., 384 p., 25 fig., 5 tabl., 20 pl. fotogr., 1 carte.
- TAMBAREAU Y. (1975). - Les Ostracodes de l'Ilerdien pyrénéen. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), t. XVII, n° 2, p. 187 - 190.
- THORAL M., JACOB Ch. & LAPPARENT (de) A.-F. (1951). - Carte géologique détaillée de la France au 80.000<sup>ème</sup>, n° 243, Feuille de Carcassonne, 2<sup>ème</sup> éd.
- THORSON G. (1957). - Bottom communities. Treatise on marine ecology and paleoecology. Vol. 1 : Ecology. *Mem. Geol. Soc. Amer.*, 67, p. 461 - 534.
- VAN STRAATEN L. M. J. U. (1960). - Marine mollusc shell assemblages of the Rhône Delta. *Geologie en Mijnbouw*, 39<sup>e</sup> Jaargang, n. ser., vol. 22, p. 105 - 129.
- VAN STRAATEN L. M. J. U. (1964). - Deltaic and Shallow marine deposits. *Developments in Sedimentology*, vol. 1.
- VENEC-PEYRE M. (1984). - Les Foraminifères et le milieu : étude de trois écosystèmes. *Benthos' 83, 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera*, Pau et Bordeaux 1983, p. 573 - 581, 2 fig., 1 tabl., 2 pl.

- VILATTE J. (1966). - *Porpittella paleocaenica* n. sp. Echinide nouveau de l'Eocène inférieur de l'Ariège. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 102, 2-3, p. 517 - 520, 7 pl.
- VOS R. G. (1977). - Sedimentology of an upper Paleozoic river, wave and tide influenced delta system in southern Morocco. *Journ. of Sedim. Petrology*, vol. 47, n° 3, p. 1242 - 1260, 15 fig.
- WALKER R. G. (1979). - Facies Models. *Geoscience*, Canada, reprint series 1, 211 p.
- WALKER R. G. (1984). - Geological evidence for storm transportation and deposition on ancient shelves. Shelf Sands and Sandstones reservoirs. S. E. P. M. Annual Meeting San Antonio, Texas.
- WELLS J. W. (1957). - Coral reefs. *Treatise on Marine Ecology and Paleoecology*. Vol. 1 : Ecology. *Mém. Geol. Soc. Amer.*, 67, p. 609 - 631.
- WRIGHT D. (1977). - Sediments transport and deposition at river mouths : A synthesis. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 88, p. 857 - 868, 8 fig., 2 tabl.
- YAPAUDJIAN L. (1972). - Une approche actualiste en géologie sédimentaire (quelques données d'interprétation des séquences de plate-forme). *Mém. B. R. G. M.*, n° 77, p. 715 - 744.
- YOUNG R. (1975). - Mouth bar sequences from the Carboniferous of NW Spain. *IX<sup>th</sup> International Congress of Sedimentology*, Nice, p. 415 - 423, 6 fig.
- YOUSSEFNIA I. (1978). - Paleocene benthonic Foraminiferal paleoecology of Atlantic Coastal plain. *Journ. of Foraminiferal Research*, vol. 8, n° 2, p. 114 - 126.
- ZANINETTI L. (1979). - L'étude des Foraminifères des mangroves actuelles : réflexions sur les objectifs et sur l'état des connaissances. *Arch. Sci.*, Genève, vol. 32, fasc. 2, p. 151.

## LISTE DES FIGURES

|      |    |                                                                                                                 |        |
|------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Fig. | 1  | : Schéma géographique et géologique des Corbières septentrionales.....                                          | 18     |
| Fig. | 2  | : Contexte paléogéographique du Languedoc à l'Ilerdien moyen.....                                               | 20     |
| Fig. | 3  | : Localisation de la coupe de Caunettes-Maironnes. Cadre géologique.....                                        | 26     |
| Fig. | 4  | : Affleurement du Calcaire marin basal (D229) Coupe de Caunettes-Maironnes.....                                 | 27     |
| Fig. | 5  | : Découpage lithostratigraphique de la coupe de Caunettes-Maironnes.....                                        | 28     |
| Fig. | 6  | : Vue d'ensemble du membre des Marnes à Turritelles et Operculines et du membre des Silts et Grès de Devès..... | 29     |
| Fig. | 7  | : Vue d'ensemble du membre des Marnes à Turritelles et Operculines (Pech de Caunettes).....                     | 29     |
| Fig. | 8  | : Aperçu général de la formation de Maironnes.....                                                              | 31     |
| Fig. | 9  | : Marnes et Grès du Pech Redonel (c1). Formation de Maironnes.....                                              | 32     |
| Fig. | 10 | : Organisation séquentielle de la coupe de Caunettes-Maironnes.....                                             | 33     |
| Fig. | 11 | : Localisation de la coupe de Coustouge-Jonquières Cadre géologique.....                                        | 35     |
| Fig. | 12 | : Découpage lithostratigraphique de la coupe de Coustouge-Jonquières.....                                       | 36     |
| Fig. | 13 | : Vue d'ensemble de la formation de Coustouge.....                                                              | 37     |
| Fig. | 14 | : Vue d'ensemble de la formation de Jonquières.....                                                             | 39     |
| Fig. | 15 | : Vue d'ensemble du membre des Silts et Grès des Croisettes (d1 à d6).....                                      | 41     |
| Fig. | 16 | : Organisation séquentielle de la coupe de Coustouge.....                                                       | 42     |
| Fig. | 17 | : Répartition des marqueurs stratigraphiques dans la coupe de Caunettes-Maironnes.....                          | 48, 49 |
| Fig. | 18 | : Répartition des marqueurs stratigraphiques dans la coupe de Coustouge-Jonquières.....                         | 52, 53 |
| Fig. | 19 | : Les Alvéolines de la coupe de Coustouge-Jonquières (abondance, pourcentage des espèces, distribution).....    | 56, 57 |
| Fig. | 20 | : Essai de corrélations stratigraphiques entre la région d'étude et la région de Monze-Pradelles en val.....    | 61     |

.../...

|            |                                                                                                                                                                                |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fig. 21    | : Mégaséquence transgressive du Calcaire marin basal<br>Caunettes - D229.....                                                                                                  | 67 |
| Fig. 22    | : Moulage d'un sol polygonal - Calcaire marin basal<br>Caunettes - D229.....                                                                                                   | 67 |
| Fig. 23    | : Mégaséquence transgressive du Calcaire marin basal<br>Caunettes - D229.....                                                                                                  | 68 |
| Fig. 24-25 | : Microfaciès du Calcaire marin basal - Caunettes.....                                                                                                                         | 69 |
| Fig. 26    | : Marnes à Turritelles et Operculines du Pech de<br>Caunettes.....                                                                                                             | 70 |
| Fig. 27    | : Bancs silteux homogénéisés par la bioturbation<br>Silts et Grès du Devès - bord D 41.....                                                                                    | 72 |
| Fig. 28    | : Terriers horizontaux et verticaux<br>Silts et Grès du Devès - bord D 41.....                                                                                                 | 72 |
| Fig. 29    | : Séquence de barre d'embouchure<br>Silts et Grès du Devès.....                                                                                                                | 73 |
| Fig. 30    | : Grès fins bien triés (échantillon 23)<br>Silts et Grès du Devès - bord D 41.....                                                                                             | 74 |
| Fig. 31    | : Terriers verticaux d' <i>Ophiomorpha</i><br>Silts et Grès du Devès - bord D 41.....                                                                                          | 74 |
| Fig. 32    | : Modèle de barres d'embouchure de chenal.....                                                                                                                                 | 76 |
| Fig. 33    | : Séquence de barre d'embouchure<br>Marnes du Pech Redonnel.....                                                                                                               | 77 |
| Fig. 34    | : Silts et Grès du Devès - bord D 41.....                                                                                                                                      | 78 |
| Fig. 35    | : Haut-fond carbonaté (shoal)<br>Marnes et Grès du Fournas.....                                                                                                                | 80 |
| Fig. 36    | : Haut-fond (shoal)<br>Marnes et Grès du Fournas - Caunettes.....                                                                                                              | 81 |
| Fig. 37    | : Banc à Nummulites<br>Marnes et Grès du Pech Redonnel.....                                                                                                                    | 83 |
| Fig. 38    | : Complexe silto-gréseux sous le banc à Nummulites<br>Marnes et Grès du Pech Redonnel.....                                                                                     | 84 |
| Fig. 39    | : Concentration de Turritelles et Huîtres plissées<br>Marnes du Pech Redonnel.....                                                                                             | 85 |
| Fig. 40    | : Couches à Spondyles<br>Marnes et Grès du Pech Redonnel.....                                                                                                                  | 89 |
| Fig. 41    | : Calcaire à Polypiers coloniaux, Nummulites, Miliolidés,<br>rares Alvéolines, Annélides, débris d'Echinides, Algues<br>vertes (échantillon 45)<br>Silts et Grès du Devès..... | 90 |
| Fig. 42    | : Calcaires récifaux. Equivalant latéral du banc à Num-<br>mulites<br>Marnes et Grès du Pech Redonnel.....                                                                     | 91 |



|            |                                                                                                                                                             |          |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Fig. 43    | : Dépôts de tempêtes ou de crue<br>Marnes et Grès du Fournas.....                                                                                           | 92       |
| Fig. 44-45 | : Laminations planes parallèles et rides de vagues<br>Silts et Grès du Devès.....                                                                           | 94       |
| Fig. 46    | : Séquence de plage<br>Marnes et Grès du Fournas.....                                                                                                       | 94       |
| Fig. 47    | : Mégaséquence transgressive du Calcaire marin basal de<br>Coustouge (ruisseau du Boucha - NE de Coustouge).....                                            | 96       |
| Fig. 48    | : Grès fins à figures de charge<br>Silts et Grès des Croisettes.....                                                                                        | 98       |
| Fig. 49    | : Banc de grès à "ball and pillow structures"<br>Silts et Grès des Croisettes.....                                                                          | 98       |
| Fig. 50    | : Bancs à Nummulites<br>Marnes supérieures à Turritelles.....                                                                                               | 100, 101 |
| Fig. 51    | : Marnes à Turritelles et Nummulites<br>Marnes supérieures à Turritelles.....                                                                               | 103      |
| Fig. 52    | : Concentration de Turritelles ( <i>T. figolina</i> CAREZ)<br>Marnes supérieures à Turritelles.....                                                         | 103      |
| Fig. 53    | : Marnes à <i>Pattalophyllia</i><br>Silts et Grès du Pech des Fourches.....                                                                                 | 104      |
| Fig. 54    | : 1-Niveaux à <i>A. corbarica</i> 2-Niveaux à Lucines<br>Silts et Grès du Pech des Fourches.....                                                            | 105      |
| Fig. 55    | : Dépôts de baie. Niveaux à <i>Alveolina corbarica</i> et couches<br>à Lucines<br>Silts et Grès du Pech des Fourches.....                                   | 106      |
| Fig. 56    | : Calcaire noduleux de plate-forme protégée<br>Silts et Grès du Pech des Fourches.....                                                                      | 107      |
| Fig. 57    | : Calcaire silteux à Miliolidés, petites Nummulites et<br>nombreuses Alvéolines. Microfaciès de l'échantillon 30<br>Silts et Grès du Pech des Fourches..... | 107      |
| Fig. 58-59 | : Marnes à tendances lagunaires<br>Silts et Grès du Pech des Fourches.....                                                                                  | 109, 111 |
| Fig. 60    | : Grès massifs en banc lenticulaire<br>Silts et Grès des Croisettes.....                                                                                    | 112      |
| Fig. 61    | : Chenaux distributaires distaux<br>Silts et Grès des Croisettes.....                                                                                       | 113      |
| Fig. 62    | : Partie supérieure des chenaux distaux<br>Silts et Grès des Croisettes.....                                                                                | 114      |
| Fig. 63    | : Dépôts de tempêtes<br>Silts et Grès du Pech des Fourches.....                                                                                             | 116      |
| Fig. 64    | : Dépôts de tempêtes .....                                                                                                                                  | 117      |
| Fig. 65    | : Evolution sédimentaire de la coupe de Caunettes.....                                                                                                      | 119      |
| Fig. 66    | : Evolution sédimentaire de la coupe de Coustouge.....                                                                                                      | 120      |

.../...

|          |                                                                                                                                                                               |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fig. 67  | : Séquences virtuelles d'évolution sédimentaire dans les coupes de Caunettes et de Coustouge.....                                                                             | 12 |
| Fig. 68  | : Abondance et diversité de la microfaune dans la coupe de Caunettes.....                                                                                                     | 13 |
| Fig. 69  | : Courbes cumulatives, abondance des Sous-Ordres et des Super-Familles de Foraminifères<br>Marnes à Turritelles et Operculines (coupe de Caunettes).....                      | 13 |
| Fig. 70  | : idem<br>Silts et Grès du Devès (coupe de Caunettes).....                                                                                                                    | 13 |
| Fig. 71  | : idem<br>Marnes et Grès du Pech Redonel (coupe de Caunettes).....                                                                                                            | 13 |
| Fig. 72  | : idem<br>Marnes et Grès du Fournas (coupe de Caunettes).....                                                                                                                 | 13 |
| Fig. 73  | : Abondance et diversité de la microfaune dans la coupe de Coustouge.....                                                                                                     | 14 |
| Fig. 74  | : Courbes cumulatives, abondance des Sous-Ordres et des Super-Familles de Foraminifères<br>Calcaire marin basal et Marnes inférieures à Turritelles (coupe de Coustouge)..... | 14 |
| Fig. 75  | : idem<br>Silts et Grès du Pech des Fourches (coupe de Coustouge).....                                                                                                        | 14 |
| Fig. 76  | : idem<br>Marnes supérieures à Turritelles (coupe de Coustouge).....                                                                                                          | 14 |
| Fig. 77  | : idem<br>Silts et Grès des Croisettes (coupe de Coustouge).....                                                                                                              | 14 |
| Fig. 78a | : Indice de diversité spécifique de FISCHER ( $\alpha$ ).Données pour les Foraminifères actuels montrant le domaine de chaque environnement (MURRAY, 1973).....               | 14 |
| Fig. 78b | : Triangle de proportion des 3 sous-ordres de Foraminifères (MURRAY, 1973).....                                                                                               | 14 |
| Fig. 79  | : Diagrammes triangulaires représentant la proportion des sous-ordres ( <i>Textulariina</i> / <i>Rotaliina</i> / <i>Miliolina</i> )<br>Coupe de Caunettes.....                | 14 |
| Fig. 80  | : idem<br>Coupe de Coustouge.....                                                                                                                                             | 14 |
| Fig. 81  | : Analyse Factorielle des Correspondances<br>Coupe de Caunettes.....                                                                                                          | 14 |
| Fig. 82  | : Relations entre les différents milieux définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances de Caunettes.....                                                              | 14 |
| Fig. 83  | : Répartition verticale des divers milieux définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances de Caunettes.....                                                            | 14 |
| Fig. 84  | : Répartition générale des <u>marqueurs lithologiques</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Caunettes.....                                                | 14 |
| Fig. 85  | : Répartition et abondance des <u>marqueurs lithologiques</u> Calcaires Marnes, Silts et Grès dans les milieux de Caunettes.....                                              | 14 |

|          |                                                                                                                                                   |     |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fig. 86  | : Répartition générale et abondance relative des <u>grands Foraminifères</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Caunettes..... | 184 |
| Fig. 87  | : Répartition générale et abondance relative des <u>petits Foraminifères</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Caunettes..... | 186 |
| Fig. 88  | : Abondance relative des <u>Ostracodes lisses et ornés</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Caunettes.....                   | 187 |
| Fig. 89  | : Répartition des <u>Algues vertes</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Caunettes.....                                       | 188 |
| Fig. 90  | : Répartition générale de la <u>macrofaune</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Caunettes.....                               | 190 |
| Fig. 91  | : Analyse Factorielle des Correspondances<br>Coupe de Coustouge.....                                                                              | 192 |
| Fig. 92  | : Relations entre les différents milieux définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances de Coustouge.....                                  | 197 |
| Fig. 93  | : Répartition verticale des divers milieux définis par l'Analyse Factorielle de Coustouge.....                                                    | 199 |
| Fig. 94  | : Répartition générale des <u>marqueurs lithologiques</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Coustouge.....                    | 201 |
| Fig. 95  | : Répartition et abondance des <u>marqueurs lithologiques</u><br>Calcaires, Marnes, Silts et Grès dans les milieux de Coustouge.....              | 202 |
| Fig. 96  | : Répartition générale et abondance relative des <u>grands Foraminifères</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Coustouge..... | 204 |
| Fig. 97  | : Répartition générale et abondance relative des <u>petits Foraminifères</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Coustouge..... | 206 |
| Fig. 98  | : Abondance relative des <u>Ostracodes lisses et ornés</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Coustouge.....                   | 207 |
| Fig. 99  | : Répartition générale de la <u>macrofaune</u> dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle de Coustouge.....                               | 209 |
| Fig. 100 | : Répartition horizontale des <u>grands Foraminifères</u> dans les coupes de Caunettes et de Coustouge.....                                       | 210 |
| Fig. 101 | : Distribution des <u>Alvéolines</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                                    | 212 |
| Fig. 102 | : Distribution des <u>Orbitolites</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                                   | 214 |
| Fig. 103 | : Distribution des <u>Miliolidés</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                                    | 215 |
| Fig. 104 | : Distribution des <u>petites Nummulites</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                            | 217 |
| Fig. 105 | : Distribution des <u>grandes Nummulites</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                            | 218 |
| Fig. 106 | : Distribution des <u>Assilines</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                                     | 220 |

|          |                                                                                                                                    |     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fig. 107 | : Distribution des <u>Operculines</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                    | 221 |
| Fig. 108 | : Distribution des <u>Discocyclines</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                  | 222 |
| Fig. 109 | : Répartition horizontale des <u>petits Foraminifères</u> dans les coupes de Caunettes et de Coustouge.....                        | 225 |
| Fig. 110 | : Distribution des <u>Textulariidae</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                  | 226 |
| Fig. 111 | : Distribution des <u>Nodosariidae</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                   | 228 |
| Fig. 112 | : Distribution des <u>Bolivinitidae</u> dans les environnements de Caunettes.....                                                  | 229 |
| Fig. 113 | : Distribution des <u>Buliminidae</u> dans les environnements de Caunettes.....                                                    | 231 |
| Fig. 114 | : Distribution des <u>Disconbidae</u> dans les environnements de Coustouge.....                                                    | 231 |
| Fig. 115 | : Distribution des <u>Asterigerinidae</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                | 231 |
| Fig. 116 | : Distribution des <u>Rotaliidae</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                     | 231 |
| Fig. 117 | : Distribution des <u>Globigerinacea</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                 | 23  |
| Fig. 118 | : Distribution des <u>Cibicididae</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                    | 23  |
| Fig. 119 | : Distribution des <u>Nonionidae</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                     | 23  |
| Fig. 120 | : Distribution des <u>Alabaminidae</u> dans les environnements de Caunettes.....                                                   | 23  |
| Fig. 121 | : Distribution des <u>Anomalinidae</u> dans les environnements de Caunettes.....                                                   | 24  |
| Fig. 122 | : Répartition horizontale de la <u>macrofaune</u> dans les coupes de Caunettes et de Coustouge.....                                | 24  |
| Fig. 123 | : Distribution des <u>Turritella</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                     | 24  |
| Fig. 124 | : Distribution des <u>Mesalia</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                        | 24  |
| Fig. 125 | : Distribution des <u>Ostreidae</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....                                      | 24  |
| Fig. 126 | : Distribution des <u>Cardiidae</u> et des <u>Carditidae</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....             | 24  |
| Fig. 127 | : Distribution des <u>Crassatellidae</u> , des <u>Spondylus</u> et des <u>Pectinidae</u> dans les environnements de Caunettes..... | 24  |
| Fig. 128 | : Distribution des <u>Libitina</u> dans les environnements de Coustouge.....                                                       | 24  |

|          |                                                                                                       |     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fig. 129 | : Distribution des <u>Coraux coloniaux</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge.....  | 254 |
| Fig. 130 | : Distribution des <u>Coraux solitaires</u> dans les environnements de Caunettes et de Coustouge..... | 256 |

## LISTE DES TABLEAUX

=====

|         |                                                                                                                                                                         |     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tab. 1  | : Correspondance entre découpage lithostratigraphique et organisation séquentielle pour les coupes de Caunettes-Maironnes et de Coustouge-Jonquières.....               | 44  |
| Tab. 2  | : Position stratigraphique de l'Ilerdien jusqu'en 1960.....                                                                                                             | 46  |
| Tab. 3  | : Tableau des relations entre biozones durant le Paléocène supérieur et l'Eocène inférieur.....                                                                         | 46  |
| Tab. 4  | : Corrélations stratigraphiques entre les coupes de Caunettes et de Coustouge.....                                                                                      | 62  |
| Tab. 5  | : Genres, Familles et Super-familles de Foraminifères répertoriés dans les coupes de Caunettes et de Coustouge.....                                                     | 126 |
| Tab. 6  | : Répartition des Ostracodes inventoriés dans la coupe de Caunettes.....                                                                                                | 128 |
| Tab. 7  | : Répartition des Ostracodes inventoriés dans la coupe de Coustouge.....                                                                                                | 129 |
| Tab. 8  | : Associations de Foraminifères définies dans la coupe de Caunettes.....                                                                                                | 152 |
| Tab. 9  | : Associations de Foraminifères définies dans la coupe de Coustouge.....                                                                                                | 153 |
| Tab. 10 | : Interprétation de l'Analyse Factorielle des Correspondances de Caunettes. Tableau récapitulatif.....                                                                  | 175 |
| Tab. 11 | : Relations entre les différents milieux de la coupe de Caunettes.....                                                                                                  | 176 |
| Tab. 12 | : Répartition et abondance relative des marqueurs lithologiques dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances de Caunettes.....                | 180 |
| Tab. 13 | : Répartition et abondance relative des grands Foraminifères dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances de Caunettes.....                   | 183 |
| Tab. 14 | : Répartition et abondance relative des petits Foraminifères et des Ostracodes dans les milieux définis par l'Analyse Factorielle des Correspondances de Caunettes..... | 185 |

.../...

|         |                                                                                                                                        |     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tab. 15 | : Répartition et abondance relative de la macrofaune dans les milieux définis par l'A.F.C. de Caunettes.....                           | 189 |
| Tab. 16 | : Interprétation de l'A.F.C. de Coustouge.....                                                                                         | 195 |
| Tab. 17 | : Relations entre les différents milieux de la coupe de Coustouge.....                                                                 | 198 |
| Tab. 18 | : Répartition et abondance relative des marqueurs lithologiques dans les milieux définis par l'A.F.C. de Coustouge..                   | 200 |
| Tab. 19 | : Répartition et abondance relative des grands Foraminifères dans les milieux définis par l'A.F.C. de Coustouge.....                   | 203 |
| Tab. 20 | : Répartition et abondance relative des petits Foraminifères et des Ostracodes dans les milieux définis par l'A.F.C. de Coustouge..... | 205 |
| Tab. 21 | : Répartition et abondance relative de la macrofaune dans les milieux définis par l'A.F.C. de Coustouge.....                           | 208 |
| Tab. 22 | : Abréviations utilisées pour les Analyses Factorielles des Correspondances.....                                                       | 258 |

#### LISTE DES PLANCHES-PHOTO

=====

|               |                                                               |     |
|---------------|---------------------------------------------------------------|-----|
| PL. I         | : Coraux solitaires des coupes de Caunettes et de Coustouge.. | 87  |
| PL. II-III-IV | : Foraminifères des coupes de Caunettes et de Coustouge       | 155 |

#### LISTE DES ANNEXES

=====

|                             |                                                                                                                   |     |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fig. A1                     | : Diffractogramme d'argile représentatif de la minéralogie mise en évidence sur la coupe de Caunettes.....        | 268 |
| Tab. A2                     | : Résultats des dosages minéralogiques de la coupe de Caunettes                                                   | 272 |
| <u>Planche hors-texte 1</u> | : Evolution du cortège minéralogique de la coupe de Caunettes                                                     |     |
| <u>Planche hors-texte 2</u> | : Coupe détaillée, histogrammes de fréquence des Foraminifères et répartition de la macrofaune Coupe de Caunettes |     |

## TABLE DES MATIÈRES

### CHAPITRE I : INTRODUCTION

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| I - BUTS ET METHODES DE L'ETUDE.....                             | 11 |
| A - BUT DE L'ÉTUDE .....                                         | 11 |
| B - MÉTHODES D'ÉTUDE .....                                       | 11 |
| 1 - PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS .....                           | 11 |
| a - Lames minces                                                 |    |
| b - Tranches d'échantillons                                      |    |
| c - Lavages                                                      |    |
| 2 - ÉTUDE DE LA MACROFAUNE ET DE LA MICROFAUNE.....              | 12 |
| a - Macrofaune                                                   |    |
| b - Microfaune                                                   |    |
| 3 - MÉTHODES D'ESTIMATION .....                                  | 13 |
| 4 - FIABILITE DES RESULTATS POUR UN MEME ÉCHANTILLON .....       | 14 |
| 5 - TRAITEMENT DES DONNEES .....                                 | 15 |
| a - Histogrammes de fréquence (Genres-Familles)                  |    |
| b - Courbes cumulatives : pourcentages des super-familles        |    |
| c - Diagrammes circulaires                                       |    |
| d - Diagrammes triangulaires                                     |    |
| e - Analyse Factorielle des Correspondances                      |    |
| II - CADRE DE L'ETUDE .....                                      | 17 |
| A - SITUATION GÉOGRAPHIQUE, CADRE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL ..... | 17 |
| B - CONTEXTE PALÉOGÉOGRAPHIQUE .....                             | 17 |
| C - TRAVAUX ANTÉRIEURS.....                                      | 19 |

### CHAPITRE II : STRATIGRAPHIE

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| I - LITHOSTRATIGRAPHIE.....            | 25 |
| A - COUPE DE CAUNETTES-MAIRONNES ..... | 25 |
| 1 - LE CALCAIRE MARIN BASAL .....      | 25 |

.../...

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 2 - LA FORMATION DE CAUNETTES.....                        | 2' |
| a - Membre des Marnes à Turritelles et Operculines        |    |
| b - Membre des Silts et Grès du Devès                     |    |
| 3 - LA FORMATION DE MAIRONNES.....                        | 30 |
| a - Membre des Marnes et Grès du Pech Redonel             |    |
| b - Membre des Marnes et Grès du Fournas                  |    |
| 4 - ORGANISATION SEQUENTIELLE .....                       | 3' |
| B - COUPE DE COUSTOUGE .....                              | 3' |
| 1 - LE CALCAIRE MARIN BASAL.....                          | 3' |
| 2 - LA FORMATION DE COUSTOUGE .....                       | 3' |
| a - Membre des Marnes inférieures à Turritelles           |    |
| b - Membre des Silts et Grès du Pech des Fourches         |    |
| 3 - LA FORMATION DE JONQUIERES .....                      | 4' |
| a - Membre des Marnes supérieures à Turritelles           |    |
| b - Membre des Silts et Grès des Croisettes               |    |
| 4 - ORGANISATION SEQUENTIELLE .....                       | 4  |
| II - BIOCHRONOSTRATIGRAPHIE .....                         | 4  |
| A - POSITION STRATIGRAPHIQUE DE L'ILERDIEN (HISTORIQUE) . | 4  |
| B - FORAMINIFÈRES PLANCTONIQUES .....                     | 4  |
| C - LE NANNOPLANCTON .....                                | 5  |
| 1 - COUPE DE CAUNETTES-MAIRONNES .....                    | 5  |
| 2 - COUPE DE COUSTOUGE-JONQUIERES .....                   | 5  |
| D - NUMMULITIDÉS .....                                    | 5  |
| 1 - COUPE DE CAUNETTES .....                              | 5  |
| 2 - COUPE DE COUSTOUGE .....                              | 5  |
| E - REMARQUES SUR LES ALVÉOLINES.....                     | 5  |
| 1 - COUPE DE CAUNETTES .....                              | 5  |
| 2 - COUPE DE COUSTOUGE .....                              | 5  |
| a - Les différentes lignées et espèces représentées       |    |
| b - Relations avec la lithologie                          |    |
| c - Répartition des espèces de la lignée                  |    |
| <i>ellipsoïdalis</i>                                      |    |
| d - Répartition des espèces de la lignée                  |    |
| <i>pasticillata</i>                                       |    |
| e - Remarques                                             |    |
| f - Biostratigraphie                                      |    |
| F - LES PETITS FORAMINIFÈRES BENTHIQUES .....             | 5  |



|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| III - CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES ENTRE LES DEUX COUPES .. | 59 |
| A - CORRÉLATIONS LITHOSTRATIGRAPHIQUES .....                 | 59 |
| 1 - EXTENSION GEOGRAPHIQUE DES FORMATIONS .....              | 59 |
| 2 - EPAISSEUR DES FORMATIONS .....                           | 59 |
| 3 - LITHOLOGIE .....                                         | 60 |
| B - CORRÉLATIONS BIOSTRATIGRAPHIQUES .....                   | 60 |

## CHAPITRE III : SEDIMENTOLOGIE

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| I - LES SEQUENCES ET ASSOCIATIONS DE FACIES DE CAUNETTES ...                    | 66 |
| 1 - LA MEGASEQUENCE TRANSGRESSIVE DU CALCAIRE<br>MARIN BASAL .....              | 66 |
| 2 - PRODELTA .....                                                              | 66 |
| a - Marnes à Operculines                                                        |    |
| b - Marnes à Turritelles                                                        |    |
| c - Marnes grises sans macrofaune                                               |    |
| 3 - FRONT DE DELTA .....                                                        | 72 |
| a - Séquence de faciès de barre d'embouchure                                    |    |
| b - Sables en nappes du front de delta                                          |    |
| c - Hauts-fonds (shoal)                                                         |    |
| d - Banc à Nummulites                                                           |    |
| 4 - LIMITE FRONT DE DELTA - PLAINE DELTAIQUE -<br>ENVIRONNEMENTS LATÉRAUX ..... | 84 |
| a - Dépôts de baie et de lagune                                                 |    |
| a-1 Marnes à Turritelles                                                        |    |
| a-2 Marnes à Coraux solitaires                                                  |    |
| a-3 Couches à Spondyles                                                         |    |
| a-4 Couches à Lucines                                                           |    |
| a-5 Calcaires de plate-forme protégée                                           |    |
| a-6 Marnes à tendances lagunaires                                               |    |
| b - Dépôts de tempêtes ou de crue                                               |    |
| c - Séquence de plage                                                           |    |
| II - LES SEQUENCES ET ASSOCIATIONS DE FACIES DE COUSTOUGE.                      | 95 |
| 1 - LA MEGASEQUENCE TRANSGRESSIVE DU CALCAIRE<br>MARIN BASAL .....              | 95 |
| 2 - PLATE-FORME LITTORALE A PRODELTA / FRONT DE DELTA.                          | 95 |
| a - Marnes de plate-forme                                                       |    |
| b - Sables en nappes (sheet sands)                                              |    |
| c - Bancs à Nummulites                                                          |    |

.../...

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| 3 - BAIES ET LAGUNES .....                                 | 102 |
| a - Marnes à Turritelles                                   |     |
| a-1 Marnes à Turritelles et niveaux de Coraux<br>coloniaux |     |
| a-2 Marnes à Turritelles et Nummulites                     |     |
| b - Marnes à <i>Pattalophyllia</i>                         |     |
| c - Couches à Lucines                                      |     |
| d - Calcaires de plate-forme protégée                      |     |
| e - Calcaires à Alvéolines                                 |     |
| f - Marnes à tendances lagunaires                          |     |
| 4 - CHENAUX DISTRIBUTEURS DISTAUX .....                    | 110 |
| 5 - DEPOTS DE TEMPETES .....                               | 115 |
| III - EVOLUTION SEDIMENTAIRE .....                         | 118 |
| a - Zones "distributrices"                                 |     |
| b - Zones interbras                                        |     |

## CHAPITRE IV : INVENTAIRE DE LA MICROFAUNE

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| I - CONSIDERATIONS GENERALES .....              | 125 |
| A - FORAMINIFÈRES .....                         | 125 |
| 1 - DIVERSITE ET ABONDANCE .....                | 125 |
| 2 - REMARQUES PALEO GEOGRAPHIQUES .....         | 125 |
| B - OSTRACODES .....                            | 127 |
| II - EVOLUTION VERTICALE DE LA MICROFAUNE ..... | 132 |
| A - COUPE DE CAUNETTES .....                    | 132 |
| 1 - FORMATION DE CAUNETTES .....                | 132 |
| a - Marnes à Turritelles et Operculines         |     |
| b - Silts et Grès du Devès                      |     |
| 2 - FORMATION DE MAIRONNES .....                | 136 |
| a - Marnes et Grès du Pech Redonel              |     |
| b - Marnes et Grès du Fournas                   |     |
| 3 - CONCLUSIONS .....                           | 139 |

.../...

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| B - COUPE DE COUSTOUGE .....                     | 139 |
| 1 - CALCAIRE MARIN BASAL .....                   | 139 |
| 2 - FORMATION DE COUSTOUGE .....                 | 143 |
| a - Marnes inférieures à Turritelles             |     |
| b - Silts et Grès du Pech des Fourches           |     |
| 3 - FORMATION DE JONQUIERES .....                | 143 |
| a - Marnes supérieures à Turritelles             |     |
| b - Silts et Grès des Croisettes                 |     |
| 4 - CONCLUSIONS .....                            | 145 |
| III - ASSOCIATIONS-TYPES .....                   | 148 |
| A - COUPE DE CAUNETTES .....                     | 148 |
| 1 - FORMATION DE CAUNETTES .....                 | 148 |
| a - Marnes à Turritelles et Operculines          |     |
| b - Silts et Grès du Devès                       |     |
| 2 - FORMATION DE MAIRONNES .....                 | 149 |
| a - Marnes et Grès du Pech Redonel               |     |
| b - Marnes et Grès du Fournas                    |     |
| 3 - CONCLUSION : PLACE DES ASSOCIATIONS DANS LES |     |
| SEQUENCES DE FACIES .....                        | 149 |
| B - COUPE DE COUSTOUGE .....                     | 150 |
| 1 - FORMATION DE COUSTOUGE .....                 | 150 |
| a - Marnes inférieures à Turritelles             |     |
| b - Silts et Grès du Pech des Fourches           |     |
| 2 - FORMATION DE JONQUIERES .....                | 150 |
| a - Marnes supérieures à Turritelles             |     |
| b - Silts et Grès des Croisettes                 |     |
| 3 - CONCLUSION : PLACE DES ASSOCIATIONS DANS LES |     |
| SEQUENCES DE FACIES .....                        | 151 |

## CHAPITRE V : PALEOECOLOGIE

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| I - DIAGRAMMES DE MURRAY ..... | 166 |
| A - COUPE DE CAUNETTES .....   | 166 |
| B - COUPE DE COUSTOUGE .....   | 166 |

.../...

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| II - ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES DE LA COUPE<br>DE CAUNETTES-EN-VAL.....               | 170 |
| A - LES DIFFÉRENTS MILIEUX DÉFINIS PAR L'ANALYSE<br>FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES (A.F.C.) ..... | 170 |
| 1 - LES ASSOCIATIONS CENOTIQUES .....                                                              | 170 |
| 2 - LES FACTEURS DE LA DISTRIBUTION .....                                                          | 174 |
| B - RÉPARTITION HORIZONTALE ET VERTICALE DES MILIEUX.....                                          | 176 |
| C - DISTRIBUTION GÉNÉRALE DES DIVERS MARQUEURS .....                                               | 180 |
| 1 - MARQUEURS LITHOLOGIQUES .....                                                                  | 180 |
| 2 - MICROFAUNE .....                                                                               | 181 |
| a - Grands Foraminifères                                                                           |     |
| b - Petits Foraminifères                                                                           |     |
| c - Ostracodes                                                                                     |     |
| 3 - FLORE ET MACROFAUNE .....                                                                      | 188 |
| a - Flore                                                                                          |     |
| b - Macrofaune                                                                                     |     |
| III - ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES DE LA COUPE<br>DE COUSTOUGE.....                     | 191 |
| A - LES DIFFÉRENTS MILIEUX DÉFINIS PAR L'A.F.C. ....                                               | 191 |
| 1 - LES ASSOCIATIONS CENOTIQUES .....                                                              | 191 |
| 2 - LES FACTEURS DE LA DISTRIBUTION .....                                                          | 194 |
| B - RÉPARTITION HORIZONTALE ET VERTICALE DES MILIEUX.....                                          | 196 |
| C - DISTRIBUTION GÉNÉRALE DES DIVERS MARQUEURS .....                                               | 200 |
| 1 - MARQUEURS LITHOLOGIQUES .....                                                                  | 200 |
| 2 - MICROFAUNE .....                                                                               | 201 |
| a - Grands Foraminifères                                                                           |     |
| b - Petits Foraminifères                                                                           |     |
| c - Ostracodes                                                                                     |     |
| 3 - FLORE ET MACROFAUNE .....                                                                      | 201 |
| a - Flore                                                                                          |     |
| b - Macrofaune                                                                                     |     |
| IV - LES ORGANISMES DANS LEUR BIOTOPE .....                                                        | 21  |
| A - GRANDS FORAMINIFÈRES .....                                                                     | 21  |
| 1 - ALVEOLINES .....                                                                               | 21  |
| 2 - ORBITOLITES .....                                                                              | 21  |
| 3 - MILIOLIDES .....                                                                               | 21  |

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 4 - NUMMULITES .....                                               | 216 |
| a - Petites Nummulites                                             |     |
| b - Grandes Nummulites                                             |     |
| 5 - ASSILINES .....                                                | 219 |
| 6 - OPERCULINES .....                                              | 222 |
| 7 - DISCOCYCLINES .....                                            | 222 |
| B - PETITS FORAMINIFERES .....                                     | 224 |
| 1 - FORAMINIFERES A TEST AGGLUTINE ( <i>Textulariina</i> ) .....   | 224 |
| a - Ammodiscidae                                                   |     |
| b - Lituolidae                                                     |     |
| c - Textulariidae                                                  |     |
| d - Ataxophragmiidae                                               |     |
| 2 - FORAMINIFERES A TEST CALCAIRE PERFORE ( <i>Rotaliina</i> ) ... | 227 |
| a - Nodosariidae                                                   |     |
| b - Polymorphinidae                                                |     |
| c - Glandulinidae                                                  |     |
| d - Turritelinidae, Euvigerinidae                                  |     |
| e - Bolivinitidae                                                  |     |
| f - Buliminidae                                                    |     |
| g - Uvigerinidae                                                   |     |
| h - Discorbidae                                                    |     |
| i - Asterigerinidae                                                |     |
| j - Rotaliidae                                                     |     |
| k - Globigerinacea                                                 |     |
| l - Eponididae                                                     |     |
| m - Cibicididae                                                    |     |
| n - Nonionidae                                                     |     |
| o - Alabaminidae                                                   |     |
| p - Osangulariidae                                                 |     |
| q - Anomalinidae                                                   |     |
| r - Incertae sedis                                                 |     |
| C - OSTRACODES .....                                               | 241 |
| D - MACROFAUNE .....                                               | 241 |
| 1 - GASTEROPODES .....                                             | 241 |
| a - Turritella                                                     |     |
| b - Mesalia                                                        |     |

.../...

|     |                                                   |     |
|-----|---------------------------------------------------|-----|
| c - | <i>Volutilithes, Natica, Velates</i>              |     |
| d - | <i>Ampullina</i>                                  |     |
| e - | <i>Clavilithes</i>                                |     |
| f - | <i>Sycum</i>                                      |     |
| g - | <i>Cerithidae, Potamidae</i>                      |     |
| 2 - | LAMELLIBRANCHES .....                             | 246 |
| a - | <i>Ostreidae</i>                                  |     |
| b - | <i>Cardiidae, Carditidae</i>                      |     |
| c - | <i>Corbula</i>                                    |     |
| d - | <i>Crassatellidae, Spondylus, Pecten, Mytilus</i> |     |
| e - | <i>Libitina</i>                                   |     |
| f - | <i>Lucina</i>                                     |     |
| g - | <i>Chamidae</i>                                   |     |
| h - | <i>Meretrix</i>                                   |     |
| 3 - | ECHINODERMES .....                                | 25  |
| a - | <i>Echinides</i>                                  |     |
| b - | <i>Crinoïdes, Astérides</i>                       |     |
| 4 - | POLYPIERS .....                                   | 25  |
| a - | <i>Polypiers coloniaux</i>                        |     |
| b - | <i>Polypiers solitaires</i>                       |     |
| 5 - | DIVERS .....                                      | 25  |
| a - | <i>Crustacés</i>                                  |     |
| b - | <i>Bryozoaires</i>                                |     |
| c - | <i>Térébratules</i>                               |     |
| d - | <i>Térédos</i>                                    |     |

## CONCLUSIONS GÉNÉRALES..... 26

## ANNEXES

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| ANALYSES MINÉRALOGIQUES PAR DIFFRACTOMÉTRIE X .....    | 26 |
| LISTE ALPHABÉTIQUE DE LA MACROFAUNE .....              | 27 |
| LISTE ALPHABÉTIQUE DES ESPÈCES DE PETITS FORAMINIFÈRES |    |
| BENTHIQUES .....                                       | 27 |
| BIBLIOGRAPHIE .....                                    | 27 |
| LISTE DES FIGURES, TABLEAUX, PLANCHES-PHOTOS, FIGURES  |    |
| ET PLANCHES ANNEXES                                    |    |

**PAUTAL Lydie.** - "Populations fossiles, associations micropaléontologiques et paléoenvironnements de séries deltaïques ilerdiennes des Corbières (Aude-France).

Doctorat de l'Université Paul-Sabatier - Discipline Géologie  
Toulouse III : 1985 ; n° 2.

## RESUME :

L'étude des séries ilerdiennes de Caunettes-en-Val et de Coustouge (Corbières) a été abordée sous les aspects stratigraphique, sédimentologique, taxonomique et paléo-écologique. Trois formations informelles datées de l'Ilerdien inférieur à moyen par le Nannoplancton, les Foraminifères planctoniques et benthiques ont été distinguées.

La description de séquences et associations de faciès-types a confirmé l'appartenance des dépôts à l'environnement deltaïque (prodelta, front de delta) et aux environnements latéraux associés (plate-forme littorale, baies, lagunes). 49 genres et 38 espèces de Foraminifères ont été répertoriés (proches des peuplements du Bassin de Trespaigne). La structure de la population et des associations a montré les changements des peuplements microfaunistiques suivant les divers milieux définis. Les méthodes quantitatives (Analyse Factorielle des Correspondances) réalisées sur l'ensemble de la faune ont permis d'affiner l'interprétation, mettant en évidence les principaux facteurs régissant la répartition des organismes (lithologie et hydrodynamisme, salinité, bathymétrie et éclaircissement).

Ce mémoire propose une reconstitution de séquences-paysages et de schémas paléo-écologiques théoriques pour des séries ilerdiennes à dominante deltaïque.

## MOTS CLES :

Foraminifères - Taxon benthique - Macrofaune - Paléoécologie - Sédimentation deltaïque - Ilerdien  
Paléogène - Corbières - Analyse Factorielle des Correspondances.

JURY et date de soutenance : 14. Juin 1985

Président : Y. GOURINARD

Membres : L. BRUN

Y. LE CALVEZ

J. REY (Lab. Géol. sédim. et Paléont. U.P.S. Toulouse)

P. SOUQUET

DEPOT à la Bibliothèque Universitaire en 4 exemplaires.