



BIOSTRATIGRAPHY/MATURATION DATA, LABRADOR SEA SELECTED WELLS

BIOSTRATIGRAPHIE/DONNÉES DE MATURATION, MER DU LABRADOR PUITS SÉLECTIONNÉS

CONTRIBUTORS COLLABORATEURS

LITHOSTRATIGRAPHY LITHOSTRATIGRAPHIE: P.N. Moir, P.E. Miller
 PALEOENVIRONNEMENTS PALÉOENVIRONNEMENTS: P.E. Miller, J. Helenes, F.M. Gradstein
 BIOSTRATIGRAPHY BIOSTRATIGRAPHIE: J.B. Bujak, E.H. Davies, R.A. Fensome, F.M. Gradstein, J. Helenes, G.L. Williams
 MATURATION DATA DONNÉES DE MATURATION: M.P. Avery, E.H. Davies, G.L. Williams

The stratigraphic summation for individual wells is provided on map sheets Biostratigraphy/Maturation Data I to VI. The wells are arranged in order from south to north. The information provided in the individual columns includes:

- age, as determined from integration of the palynological and micropaleontological data;
- lithostratigraphy, as provided by P. N. Moir (Atlantic Geoscience Centre);
- depth, in metres and feet;
- palynomorph zonation, using an alphanumeric designation and based on Gradstein and Williams (1976) or Bujak et al. (1987);
- micropaleontological zonation, using an alphanumeric designations and based on Gradstein in Srivastava (1986) or Bujak et al. (1987);
- paleoenvironmental interpretation from Gradstein in Srivastava (1986) or Bujak et al. (1987). The seven recognized paleoenvironments are non-marine, transitional, inner neritic, middle neritic, outer neritic, upper bathyal and lower bathyal:

a. The non-marine zone is characterized by high relative abundances of angiosperm pollen and fern and fungal spores, with some wood and coal fragments. Foraminifers and marine dinoflagellates are absent. Fluvial and lacustrine environments are included in this zone.

b. The transitional zone is characterized by common angiosperm pollen and fern and fungal spores, together with marine dinoflagellates. The foraminiferal assemblages show low diversity and abundance, consisting mainly of *Asterigerina* spp., *Elphidium* spp., *Rotalia* spp., and *Trochammina* spp. Ostracods occur in some intervals. Lagoonal, deltaic and intertidal environments are included in this zone.

c. The inner neritic zone is characterized by foraminiferal assemblages of low diversity and abundance, with rare miliolids, *Elphidium* spp., *Lenticulina* spp., *Asterigerina* spp., and rare textularids. Dinoflagellates are common; angiosperm pollen and fungal spores are rare. The approximate water depth is 0 - 20 m below sea level.

d. The middle neritic zone is characterized by common to abundant dinoflagellates, rare planktonic foraminifers and diatoms (*Coccolithus* spp.), calcareous benthic foraminifers (*Melonis affinis*, *Cibicides* spp., *Gyrogonoides* spp. and *Pullenia bulloides*). Within the benthics there is an increase in the coarse agglutinated foraminifers such as *Ammodiscus latus*, *Spiroplectammina adamsi*, *Haplophragmoides* spp., and rare *Bathysiphon discreta* and *Cyclammina* spp. Scaphopods are common in some horizons. The approximate water depth is 20 - 100 m below sea level.

e. The outer neritic zone is characterized by common coarse agglutinated foraminifers including *Bathysiphon discreta*, *Ammodiscus latus*, and *Trochammina* spp. Also present are rare *Cribrostomoides subglobosus*, *Reticulophragmium amplexans*, *Recurvoides walteri*, *Trochammina globigeriniformis*, *Ammodiscus planus* and rare planktonics. Pyrite may be present occasionally. The approximate water depth is 100 - 200 m below sea level.

f. The upper bathyal zone contains diverse and abundant foraminiferal assemblages. Species present include *Chilostomella cylindroides*, *Karrerella conversa*, *Budashevaella multicamerata*, *Allomorpha paleocenica*, *Reophax globosus*, *Spiroplectammina mexiaensis*, *Rhizammina indivisa*, *Haplophragmoides impensus*, *Hoeglundina eocenica*, *Osangularia* spp. and *Stilostomella* spp. The species characterizing the outer neritic zone are present, but in greater abundances. Pyrite may be present occasionally. The approximate water depth is 200 - 1000 m below sea level.

g. The lower bathyal zone contains a predominance of fine grained agglutinated foraminifers such as *Ammodiscus glabratus*,

Glomospira spp., *Saccamina* spp. and *Glomospirella* sp. Other taxa include *Ammobaculites polythalamus*, *Reophax duplex*, *Rzehakina epigona*, *Gavelinella* spp. and rare *Nuttallides truempyi*. The agglutinated foraminifers are usually silicified. The approximate water depth is 1000 m or deeper.

- organic type analysis, by Bujak Davies following the scheme outlined in Bujak et al. (1977a, b). The four recognized categories of amorphogen, phyrogen, hylogen and melanogen correspond, respectively, to the categories of amorphous, herbaceous, woody and coaly of Burgess (1974). According to the kerogen classification of Tissot and Welte (1978), the following are defined as corresponding categories: amorphogen = Type I kerogen; phyrogen = Type II kerogen; hylogen = Type III kerogen; and melanogen = Type IV kerogen.

In the 15 wells analyzed by Bujak Davies (i.e. Bjarni O-82, Cartier D-70, Corte Real P-85, Gilbert F-53, Hopedale E-33, Leif M-48, North Bjarni F-06, North Leif I-05, Ogmund E-72, Pothurst P-19, Roberval K-92, Rut H-11, South Hopedale L-39, South Labrador N-79 and Tyrk P-100), nine kerogen types were recognized, based on the scheme of Masran and Pocock (1981). They are as follows: (1) resinous; (2) marine amorphous; (3) grey amorphous; (4) terrestrial amorphous; (5) structured aqueous; (6) mio-spores; (7) biodegraded terrestrial; (8) structured terrestrial, and; (9) coaly inertinite. To facilitate comparison between the Geological Survey of Canada (GSC) and Bujak Davies analyses, the Bujak Davies data are grouped into the four types recognized by GSC. Kerogen types 2 through 4 are included in amorphogen, kerogen types 5 through 7 are included in phyrogen, kerogen type 8 (structured terrestrial kerogen) is equivalent to hylogen, and kerogen type 9 (coaly inertinitic kerogen) is equivalent to melanogen. The original Bujak Davies data are released in GSC Open File 1929 (Bujak et al., 1987).

REFERENCES

- Bujak, J. P., Barss, M. S. and Williams, G. L.
 1977a: Offshore East Canada's organic type and colour and hydrocarbon potential; The Oil and Gas Journal, April 4, 1977, p. 198-202.
 1977b: Organic type and colour and hydrocarbon potential; The Oil and Gas Journal, April 11, 1977, p. 96-100.
- Bujak, J. P., Davies, E. H. and Helenes, J.
 1987: Biostratigraphy and maturation of 17 Labrador and Baffin Shelf wells and 11 type sections; Contract report for the Geological Survey of Canada, Bujak Davies Group, Report No. 86-0058, 12 volumes. (also Geological Survey of Canada, Open File 1929 to 1942.)
- Burgess, J. D.
 1974: Microscopic examination of kerogen (dispersed organic matter) in petroleum exploration; Geological Society of America, Special Paper 153, p. 19-30.
- Gradstein, F. M. and Williams, G. L.
 1976: Biostratigraphy of the Labrador Shelf; Geological Survey of Canada, Open File 349, p. 1-39.
- Masran, Th. C. and Pocock, S. A. J.
 1981: The classification of plant-derived particulate organic matter in sedimentary rocks; Abstract, Fifth International Palynology Conference, Cambridge, England, p. 254.
- Srivastava, S. P. (compiler)
 1986: Geophysical maps and geological sections of the Labrador Sea; Geological Survey of Canada, Paper 85-16, 11 p.
- Tissot, B. P. and Welte, D. H.
 1978: Petroleum Formation and Occurrence: A New Approach to Oil and Gas Exploration; Springer-Verlag, Berlin; 538 p.

Sommaire stratigraphique pour chaque puit de forage. Ceux-ci sont ordonnés du sud au nord. L'information présentée dans chaque colonne comprend:

- l'âge, tel qu'obtenu par une fusion des données palynologiques et micropaléontologiques;
- la lithostratigraphie, fournie par P. N. Moir (Centre géologique de l'Atlantique);
- la profondeur, en mètres et pieds;
- la zonation palynologique utilisant le code alphanumérique, et basée sur les travaux de Gradstein et Williams (1976) ou Bujak et coll. (1987);
- la zonation micropaléontologique utilisant les codes alphanumériques et basée sur les travaux de Gradstein, dans Srivastava (1986), ou de Bujak et coll. (1987);
- l'interprétation des paléoenvironnements de Gradstein dans Srivastava, 1986 ou de Bujak et coll. (1987). Les sept types de paléoenvironnements reconnus sont: non-marin, intermédiaire, néritique proximal, néritique moyen, néritique distal, bathyal supérieur, bathyal inférieur:

a. La zone non-marine est caractérisée par des abondances relatives supérieures de pollens angiospermes et de spores fongueuses et algues, avec présence occasionnelle de fragments de charbon et de bois. Les foraminifères et dinoflagellés marins sont absents. Des environnements fluvial et lacustre sont inclus dans cette zone.

b. La zone intermédiaire est caractérisée par des pollens angiospermes communs, des spores fongueuses et algues, et des dinoflagellés marins. Les assemblages de foraminifères sont peu abondants et peu diversifiés, et se composent surtout d'*Asterigerina* spp., *Elphidium* spp., *Rotalia* spp. et *Trochammina* spp. Certains intervalles contiennent des ostracodes. Des milieux de lagune, deltaïque et intertidal sont inclus dans cette zone.

c. La zone néritique proximale est caractérisée par des assemblages de foraminifères peu abondants et peu diversifiés, où les miliolides, *Elphidium* spp., *Lenticulina* spp., *Asterigerina* spp., et les textularides, sont rares. Les dinoflagellés sont fréquents; les pollens angiospermes et les spores fongueuses sont rares. Les profondeurs d'eau sont approximativement de 0 à 20 m sous le niveau de la mer.

d. La zone néritique moyenne est caractérisée par des dinoflagellés fréquents à abondants, par de rares foraminifères planctoniques et diatomées (*Coccolithus* spp.), et par des foraminifères benthoniques calcaires (*Melonis affinis*, *Cibicides* spp., *Gyrogonoides* spp. et *Pullenia bulloides*). Parmi les espèces benthoniques, on remarque une augmentation de l'abondance des foraminifères agglutinants à grain grossier, tels *Ammodiscus cretaceus*, *Spiroplectammina adamsi*, *Haplophragmoides* spp., et la présence de rares *Bathysiphon discreta* et *Cyclammina* spp. Les scaphopodes sont fréquents dans certains lits. Les profondeurs d'eau sont approximativement de 20 à 100 m sous le niveau de la mer.

e. La zone néritique distale est caractérisée par des foraminifères agglutinants communs, à grain grossier, dont *Bathysiphon discreta*, *Ammodiscus cretaceus* et *Trochammina* spp. A noter que *Cribrostomoides subglobosus*, *Haplophragmoides acutidorsatum*, *Recurvoides walteri*, *Trochammina globigeriniformis*, *Ammodiscus peruvianus*, et les espèces planctoniques, sont rares. On y trouve parfois de la pyrite. Les profondeurs d'eau sont approximativement de 100 à 200 m sous le niveau marin.

f. La zone bathyale supérieure contient des assemblages de foraminifères diversifiés et abondants. On y trouve les espèces suivantes: *Chilostomella cylindroides*, *Karrerella apicularis*, *Budashevaella multicamerata*, *Allomorpha paleocenica*, *Reophax pilulifer*, *Spiroplectammina mexiaensis*, *Rhizammina indivisa*, *Haplophragmoides impensus*, *Hoeglundina eocenica*, *Osangularia* spp. et *Stilostomella* spp. Les espèces caractéristiques de la zone néritique distale sont présentes,

mais en plus grande abondance. On y trouve parfois de la pyrite. Les profondeurs d'eau sont approximativement de 200 à 1000 m sous le niveau de la mer.

g. Les foraminifères agglutinants à grain fin, tels *Ammodiscus glabratus*, *Glomospira* spp., *Saccamina* spp., et *Glomospirella* sp., prédominent dans la zone bathyale inférieure. D'autres taxons se composent d'*Ammobaculites polythalamus*, *Reophax duplex*, *Rzehakina epigona*, *Gavelinella* spp., et de rares *Nuttallides truempyi*. Les foraminifères agglutinants sont généralement silicifiés. Les profondeurs d'eau sont approximativement de 1000 m et plus;

7. Type organique: analyse par Bujak Davies selon la classification de Bujak et coll. (1977a, b). Les quatre catégories identifiées sont l'amorphogène, le phyrogène, l'hylogène et le melanogène; celles-ci correspondent respectivement, aux catégories amorphe, herbacée, ligneuse, et carbonneuse de Burgess (1974). Selon la classification du kérogène de Tissot et Welte (1978), l'amorphogène correspond au kérogène de Type I, le phyrogène au kérogène de Type II, l'hylogène au kérogène de Type III, et le melanogène au kérogène de Type IV.

Neuf types de kérogènes, basés sur la classification de Masran et Pocock (1981), ont été identifiés dans les 15 forages analysés par Bujak Davies (Bjarni O-82, Cartier D-70, Corte Real P-85, Gilbert F-53, Hopedale E-33, Leif M-48, Bjarni Nord F-06, Leif Nord I-05, Ogmund E-72, Pothurst P-19, Roberval K-92, Rut H-11, Hopedale Sud L-39, Labrador Sud N-79 et Tyrk P-100). Les types de kérogène sont: 1. résineux; 2. amorphe marin; 3. amorphe gris; 4. amorphe terrestre; 5. aqueux structuré; 6. mio-spores; 7. terrestre biodégradé; 8. terrestre structuré; 9. inertinite carbonneuse. Pour faciliter une comparaison entre les analyses de la Commission géologique du Canada et celles du Bujak Davies, la CGC a regroupé ces dernières en quatre catégories. Les kérogènes de type 2 à 4 sont groupés avec l'amorphogène, les kérogènes de type 5 à 7 sont groupés avec le phyrogène, le kérogène de type 8 (kérogène structuré terrestre) est équivalent à l'hylogène, et le kérogène de type 9 (kérogène à inertinite carbonneuse) est équivalent au melanogène. Les données originales de Bujak Davies paraissent dans le dossier en préparation nombre 1929 de la CGC.

RÉFÉRENCES

- Bujak, J. P., Barss, M. S. and Williams, G. L.
 1977a: Offshore East Canada's organic type and colour and hydrocarbon potential; The Oil and Gas Journal, April 4, 1977, p. 198-202.
 1977b: Organic type and colour and hydrocarbon potential; The Oil and Gas Journal, April 11, 1977, p. 96-100.
- Bujak, J. P., Davies, E. H. and Helenes, J.
 1987: Biostratigraphy and maturation of 17 Labrador and Baffin Shelf wells and 11 type sections; Contract report for the Geological Survey of Canada, Bujak Davies Group, Report No. 86-0058, 12 volumes. (also Geological Survey of Canada, Open File 1929 to 1942.)
- Burgess, J. D.
 1974: Microscopic examination of kerogen (dispersed organic matter) in petroleum exploration; Geological Society of America, Special Paper 153, p. 19-30.
- Gradstein, F. M. and Williams, G. L.
 1976: Biostratigraphy of the Labrador Shelf; Geological Survey of Canada, Open File 349, p. 1-39.
- Masran, Th. C. and Pocock, S. A. J.
 1981: The classification of plant-derived particulate organic matter in sedimentary rocks; Abstract, Fifth International Palynology Conference, Cambridge, England, p. 254.
- Srivastava, S. P. (compiler)
 1986: Geophysical maps and geological sections of the Labrador Sea; Geological Survey of Canada, Paper 85-16, 11 p.
- Tissot, B. P. and Welte, D. H.
 1978: Petroleum Formation and Occurrence: A New Approach to Oil and Gas Exploration; Springer-Verlag, Berlin; 538 p.

G. L. Williams and R. A. Fensome

INTRODUCTION

Rocks of Ordovician, Carboniferous, Cretaceous, Tertiary and Quaternary age occur on the Labrador Shelf. This statement is the result of a study of primarily microfossils recovered from oil and gas exploration wells, although initial studies (e.g. McMillan, 1973) were based on grab samples. Most well samples are cuttings although some are from sidewall cores and a few are from conventional cores.

The age of the rocks governed the groups of microfossils used to zone and correlate the subsurface geology of the Shelf. Acritarchs (organic-walled single-celled organisms of unknown affinities) provided control in the Ordovician. The Carboniferous rocks also contain organic-walled microfossils, primarily spores. These palynomorphs allowed for correlation with the coeval sediments of onshore Nova Scotia and New Brunswick.

Two groups of microfossils, the palynomorphs and foraminifers, were used to generally provide age

control in the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of the Labrador Shelf. The palynomorphs include spores, pollen and dinoflagellates. The foraminifers include planktonics, calcareous benthics and agglutinated benthics. As well, diatoms were useful controls in the Tertiary.

The environment of deposition is often a determining factor in the selection of the group of microfossils which will ultimately be reliable for zonation and correlation. Spores and pollen provide control in terrestrial, marginal marine and inner neritic sediments; foraminifers and dinoflagellates in neritic sediments; and foraminifers in bathyal and abyssal sediments.

The use of cuttings for most analyses necessitated a dependence on the highest occurrence of taxa in the various biostratigraphic zonal schemes. Thus, the Last Appearance Datum of taxa (termed LAD by Berggren and Van Couvering, 1978) is the basis for most operational zonation. Zones based on evolutionary sequences or lineages and using the First Appearance Datum (termed FAD by Berggren and

G. L. Williams et R. A. Fensome

INTRODUCTION

On trouve, sur le plateau continental du Labrador, des roches d'âge ordovicien, carbonifère, crétacé, tertiaire et quaternaire. Ces âges ont été déterminés en grande partie au cours d'une étude de microfossiles contenus dans les échantillons provenant des puits de sondage pour le gaz et le pétrole, bien que des études initiales (McMillan, 1973) avaient fait usage d'échantillons collectés au grappin. Les échantillons provenant des puits de sondage et disponibles pour l'analyse, sont surtout constitués de déblais de forage, mais quelques-uns proviennent des carottes latérales ou conventionnelles.

L'âge des roches a gouverné le choix des groupes de microfossiles utilisés pour la zonation et la corrélation de la géologie de subsurface. Les acritarches (organismes unicellulaires à parois organiques d'affinités inconnues), ont fourni les repères biostratigraphiques pour l'Ordovicien. Les roches carbonifères contiennent également des microfossiles à parois organiques, constitués surtout de spores. Ces palynomorphes ont permis une

corrélation avec les sédiments contemporains à terre, en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick.

Les palynomorphes et les foraminifères sont les deux groupes de microfossiles utilisés le plus souvent comme repères biostratigraphiques pour le Crétacé, le Tertiaire et le Quaternaire du plateau continental du Labrador. Les palynomorphes sont composés de spores, de pollens et de dinoflagellés. Les foraminifères sont planctoniques, benthoniques calcaires et benthoniques agglutinants. Les diatomées ont également été utiles comme repères pour le Tertiaire.

Le milieu de dépôt est souvent un facteur déterminant lors de la sélection du groupe de microfossiles que l'on jugera être le plus robuste pour la zonation et la corrélation. Les spores et pollens constituent des repères, dans les sédiments à caractère terrestre, marin marginal et néritique cotier; les foraminifères et les dinoflagellés dans les sédiments néritiques, et les foraminifères dans les sédiments bathyaux et abyssaux.