



SCOTIAN SHELF SURFICIAL GEOLOGY AND PHYSICAL PROPERTIES 5 SURFICIAL GEOLOGY

PLATE-FORME NÉO-ÉCOSSAISE GÉOLOGIE DES FORMATIONS EN SURFACE ET PROPRIÉTÉS PHYSIQUES GÉOLOGIE DES FORMATIONS EN SURFACE

Contributors: K. MacKillop and R. Miller

G. B. J. Fader

Collaborateurs: K. MacKillop et R. Miller

Recommended citation: Fader, G. B. J., 1991: Surficial geology and physical properties 5: surficial geology; in East Coast Basin Atlas Series: Scotian Shelf, Atlantic Geoscience Centre, Geological Survey of Canada, p. 119.

Notation bibliographique conseillée: Fader, G. B. J., 1991: Géologie des formations en surface et propriétés physiques 5: géologie des formations en surface; dans Série des atlas des bassins de la côte Est: plate-forme Néo-Écossaise; Centre géoscientifique de l'Atlantique, Commission géologique du Canada, p. 119.

Additional copies of this map may be obtained from the Geological Survey of Canada, Atlantic Geoscience Centre, P. O. Box 1006, Dartmouth, Nova Scotia B2Y 4A2 Canada (Ph: 902-426-2773; FAX: 902-426-4266).

Des copies supplémentaires de la carte peuvent être obtenues auprès de la Commission géologique du Canada, Centre géoscientifique de l'Atlantique, case postale 1006, Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2 Canada tél (902) 426-2773, facsimilé (902) 426-4266.

The distribution of surficial sediments on the Scotian Shelf and adjacent areas is presented on this map sheet. The eight maps that formed the basis for this compilation were prepared at a scale of 1:300 000, to complement the bathymetric charts prepared by the Canadian Hydrographic Service (King, 1970; MacLean and King, 1971; Drapeau and King, 1972; Fader et al., 1977; MacLean et al., 1977; Fader, 1984; Fader et al., 1988). The mapped formations are the Scotian Shelf Drift, the Emerald Silt, the Sambro Sand, the LaHave Clay, and the Sable Island Sand and Gravel. On the Grand Banks of Newfoundland portion of the map area, east of the Laurentian Channel, the equivalent formations are the Grand Banks Drift, the Downing Silt, the Adolphus Sand, the Placentia Clay, and the Grand Banks Sand and Gravel (Fader and Miller, 1986). Representative bottom photographs of each of the surficial formations (after Lawrence et al., 1989) are shown in Figures 1 to 14.

The mapping methods and data base used here have been evolving since the first map of the central Scotian Shelf was published by King in 1970. The first maps were based mainly on the interpretation of a large set of echograms collected by the Canadian Hydrographic Service during the bathymetric charting of the continental shelf. These were combined with the analysis of more than 6000 seabed sediment samples, to provide ground truth for the echograms and textural and lithologic information for definition of the surficial formations. Airgun seismic reflection profiles were also used to understand the surficial sediment relationships at depth.

The surficial mapping program was systematic across the Scotian Shelf with the most recent maps produced from the Gulf of Maine and the western Grand Banks of Newfoundland. These study areas benefit from the application of new and improved high resolution seismic reflection systems and sidescan sonar. There is a better understanding now of the detailed relationships of the surficial sediment formations, the morphology of the seabed and the processes affecting the distribution of sediments, and consequently a need for fewer samples.

The Scotian Shelf Drift (Grand Banks Drift) is a till deposited by Wisconsinan glaciers, believed to have completely crossed the continental shelf during their last advance (Figs. 1, 2 and 3). The till occurs as linear ridges, up to 50 m high, composed of material ranging up to boulder size and as large areas of uniformly thick ground moraine. Much of the till exposed at the seabed is criss-crossed by linear iceberg furrows and marked with circular pits produced by grounded icebergs. These features probably formed at the time of breakup of the ice sheets from the shelf. The most prominent till occurrences are ridges located landward of the large basins, such as the Emerald, LaHave and Georges basins and Placentia Bay. King and Fader (1986) believed these linear moraines formed at the buoyancy lines of the glaciers and referred to them as "buoyancy line moraines".

Interbedded with and overlying the Scotian Shelf Drift is the Emerald Silt (Downing Silt), a glaciomarine sediment (Fig. 4). It occurs mainly in basins and depressions of the shelf where it commonly outcrops at the seabed. It also underlies some of the banks as isolated erosional remnants in fluvial and glacial meltwater channels.

The other surficial formations on the shelf, the Sable Island Sand and Gravel, the Sambro Sand and the LaHave Clay, owe their origin to a low stand of sea level which occurred at ~14 Ka at a present water depth of 110-120 m. At this time, areas of the shelf presently consisting of Sable Island Sand and Gravel (Grand Banks Sand and Gravel) sediments were subaerially exposed. Adjacent to these shallow areas, the Sambro Sand (Adolphus Sand) was formed through erosion of the Emerald Silt and the Scotian Shelf Drift by nearshore currents and waves. The Sambro Sand is a silty-clayey sand which flanks the banks of the shelf (Figs. 5-7). The Sable Island Sand and Gravel (Grand Banks Sand and Gravel) was formed during the subsequent transgression of the areas of the shelf shallower than 110 m (Figs. 11-14). These sediments on the banks are well sorted sands and gravels. On the inner shelf, bedrock is frequently exposed with the sand and gravel. The silt and clay

eroded from the same shallow areas (<110 m water depth) were deposited in the adjacent basins to form the LaHave Clay (Placentia Clay). Most of the basins of the shelf are floored with LaHave Clay (Figs. 9 and 10). Between 10 and 11 Ka, ice reformed on the emergent parts of the shelf and partially readvanced into the adjacent basins, where it eroded previously deposited sediment and deposited its own glacial sediments (King and Fader, 1988).

In the northern Gulf of Maine, the 110-120 m low sea level stand of the outer shelf, rose to shallower depths as noted by the elevation change of the contact between the Sable Island Sand and Gravel and the Sambro Sand. This elevation change relates to the late glacial rebound of the Bay of Fundy region, delayed by the persistence of glacial ice on the surrounding land surface. The differential rebound from the Scotian Shelf to the Bay of Fundy suggests that the offshore banks were emergent and subaerially exposed, while the Bay of Fundy was much larger than it is today and was flooding present inland areas not covered then with ice (Fader, 1989).

REFERENCES

Drapeau, G. and King, L. H.

1972: Surficial geology of the Yarmouth - Browns Bank map area; Geological Survey of Canada, Paper 72-24, 6 p. (also Canadian Hydrographic Service, Marine Science Paper 2).

Fader, G. B.

1984: A geological and geophysical study of the Northeast Channel, Georges Bank and Georges Basin area of the Gulf of Maine, by Geonautics Limited; Geological Survey of Canada, Open File 978, 3 volumes.

Fader, G. B., King, L. H., and MacLean, B.

1977: Surficial geology of the eastern Gulf of Maine and Bay of Fundy; Geological Survey of Canada, Paper 76-17, 23 p. (also Canadian Hydrographic Service, Marine Science Paper 19).

Fader, G. B. J.

1989: A late Pleistocene low sea-level stand on the southeast Canadian Offshore; in Late Quaternary Sea-level Correlation and Applications, (ed.) D. B. Scott, P. A. Pirazzoli and C. A. Honig, p. 71-103.

Fader, G. B. J., King, E., Gillespie, R., and King, L. H.

1988: Surficial geology of Georges Bank, Browns Bank and the southeastern Gulf of Maine; Geological Survey of Canada, Open File 1692, 3 maps.

Fader, G. B. J. and Miller, R. O.

1986: A reconnaissance study of the surficial and shallow bedrock geology of the southeastern Grand Banks of Newfoundland; in Current Research, Part B; Geological Survey of Canada, Paper 86-1B, p. 591-604.

King, L. H.

1970: Surficial geology of the Halifax - Sable Island map area; Canadian Hydrographic Service, Marine Sciences, Paper 1, 16 p. and map, scale 1:300 000.

King, L. H. and Fader, G. B. J.

1986: Wisconsinan glaciation of the Atlantic continental shelf of southeast Canada; Geological Survey of Canada, Bulletin 363, 72 p.

1988: Late Wisconsinan ice on the Scotian Shelf; Geological Survey of Canada, Open File 1972, 15 p.

Lawrence, P., Strong, K., Pocklington, P., Stewart, P., and Fader, G. B. J.

1989: A photographic atlas of the eastern Canadian continental shelf (Scotian Shelf and Grand Banks); Geological Survey of Canada, Open File 2054, 187 p.

MacLean, B., Fader, G. B., and King, L. H.

1977: Surficial geology of Canso Bank and adjacent areas; Geological Survey of Canada, Paper 76-15, 11 p. (also Canadian Hydrographic Service, Marine Sciences, Paper 20).

MacLean, B. and King, L. H.

1971: Surficial geology of the Banquereau and Misaine Bank map area; Canadian Hydrographic Service, Marine Sciences, Paper 3, 19 p. and map (also Geological Survey of Canada, Paper 71-52).

La répartition des sédiments de surface sur la plate-forme Néo-Écossaise et dans les régions adjacentes est présentée sur la présente carte. Les huit cartes qui ont servi de base pour la présente compilation ont été dressées à l'échelle de 1/300 000 afin de servir de complément aux cartes bathymétriques préparées par le Service hydrographique du Canada (King, 1970; MacLean et King, 1971; Drapeau et King, 1972; Fader et al., 1977; MacLean et al., 1977; Fader, 1984; Fader et al., 1988). Les formations représentées sont le Drift de Scotian Shelf, le Silt d'Emerald, le Sable de Sambro, l'Argile de LaHave ainsi que les Sables et Gravieres de Sable Island. Sur les Grands Bancs de la partie terre-neuvienne de la carte, à l'est du chenal Laurentien, les formations équivalentes sont le Drift de Grand Banks, le Silt de Downing, le Sable d'Adolphus, l'Argile de Placentia ainsi que les Sables et Gravieres de Grand Banks (Fader et Miller, 1986). Des photographies représentatives de la surface affleurante sur le fond marin de chacune des formations superficielles sont présentées aux figures 1 à 14 (d'après Lawrence et al., 1989).

Les méthodes de cartographie et la base de données utilisées pour la présente carte ont évolué depuis la publication en 1970 de la première carte de la plate-forme Néo-Écossaise centrale présentée par King. Les premières cartes étaient principalement basées sur l'interprétation d'un important ensemble d'échogrammes recueillis par le Service hydrographique du Canada lors de la cartographie bathymétrique de la plate-forme continentale. Ces interprétations ont été combinées à l'analyse de plus de 6 000 échantillons de sédiments du fond marin qui ont servi de données de contrôle pour les échogrammes en plus de fournir des renseignements sur la texture et la lithologie utiles pour la définition des formations de surface. Des profils de sismique-réflexion réalisés au canon à air ont également été utilisés pour mieux comprendre les relations en profondeur entre les divers sédiments superficiels.

Le programme de cartographie des formations de surface a été mené de manière systématique sur la plate-forme Néo-Écossaise et les cartes les plus récentes sont celles du golfe du Maine et de la partie occidentale des Grands Bancs de Terre-Neuve. Dans ces régions d'étude, les chercheurs ont su tirer profit de nouveaux systèmes améliorés de sonar à balayage latéral et de sismique-réflexion haute résolution. Aujourd'hui, on dispose d'une meilleure connaissance des relations existant entre la nature des formations sédimentaires de surface, la morphologie du fond marin et les processus qui influencent la répartition des sédiments, de sorte qu'un moins grand nombre d'échantillons est nécessaire.

Le Drift de Scotian Shelf (Drift de Grand Banks) correspond à un till déposé par les glaciers du Wisconsinien qui auraient complètement traversé la plate-forme continentale lors de leur dernière avancée (fig. 1, 2 et 3). Ce till composé de matériaux dont la dimension atteint la taille des blocs prend la forme de crêtes linéaires d'une hauteur atteignant jusqu'à 50 m et de grandes étendues de moraine de fond uniformément épaisses. Le till affleurant sur le fond marin est en grande partie sillonné de marques d'effoulement d'icebergs linéaires et marqué par des dépressions circulaires attribuables à l'échouage d'icebergs. On pense que la formation de ces structures remonte à l'époque de la dislocation des nappes de glace de la plate-forme. Les structures constituées de till les plus marquées sont les crêtes situées du côté continental des grands bassins, comme les bassins d'Émeraude, de LaHave et de Georges, ainsi que de la baie Placentia. King et Fader (1986) étaient d'avis que ces moraines linéaires avaient été déposées aux lignes de flottage des glaciers et les désignaient par l'expression «moraines de lignes de flottage».

Le Drift de Scotian Shelf est interstratifié et recouvert par les sédiments glaciomarins du Silt d'Emerald (Silt de Downing) (fig. 4). On le trouve principalement dans les bassins et les dépressions de la plate-forme où il affleure couramment sur le fond marin. On le trouve également sur certains bancs sous forme de lambeaux d'érosion isolés dans les chenaux fluviaux et d'eau de fonte glaciaire.

Les autres formations de surface de la plate-forme, les Sables et Gravieres de Sable Island et l'Argile de LaHave, doivent leur origine à un intervalle de bas niveau marin il y a approximativement 14 Ka, niveau qui se situe actuellement à des profondeurs de 110 à 120 m. À cette époque, les Sables et Gravieres de Sable Island (Sables et Gravieres de Grand Banks) affleuraient à l'air libre. Sur les étendues adjacentes à ces zones peu profondes, le Sable de Sambro (Sable d'Adolphus) a été déposé après érosion par les vagues et les courants littoraux du Silt d'Emerald et du Drift de Scotian Shelf. Le Sable de Sambro est un sable silteux et argileux présent sur les flancs des bancs de la plate-

forme (fig. 5 à 7). Les Sables et Gravieres de Sable Island (Sables et Gravieres de Grand Banks) se sont formés pendant la transgression ultérieure sur les zones de la plate-forme à des profondeurs de moins de 110 m (fig. 11 à 14). Sur les bancs, ces sédiments sont des sables et gravieres bien triés. Sur la plate-forme continentale interne, le substratum rocheux est souvent mis à nu avec les sables et gravieres. Le silt et l'argile érodés des mêmes étendues peu profondes (profondeur d'eau de moins de 100 m) ont été déposés dans les bassins adjacents pour former l'Argile de LaHave (Argile de Placentia). L'Argile de LaHave (fig. 9 et 10) recouvre le fond de la plupart des bassins de la plate-forme. Il y a entre 10 et 11 Ka, de la glace s'est de nouveau formée sur les parties émergentes de la plate-forme et s'est de nouveau avancée dans les bassins adjacents, où elle a érodé les sédiments antérieurement déposés en plus de déposer de nouveaux sédiments glaciaires (King et Fader, 1988).

Dans la partie nord du golfe du Maine, l'intervalle de bas niveau marin par 110 à 120 m de profondeur sur la plate-forme externe se situe à des profondeurs moindres, comme l'indique le changement de la hauteur du contact entre les Sables et Gravieres de Sable Island et le Sable de Sambro. Ce changement de hauteur est relié au soulèvement isostatique tardiglaciaire de la région de la baie de Fundy, soulèvement qui a été retardé par la persistance de la glace de glacier sur l'étendue émergée avoisinante. Ces soulèvements isostatiques différents de la plate-forme Néo-Écossaise et de la baie de Fundy suggèrent que pendant qu'émergeaient et qu'étaient exposés à l'air les bancs au large, la baie de Fundy était beaucoup plus étendue qu'elle ne l'est aujourd'hui et recouvrait des régions actuellement à l'intérieur des terres qui n'étaient alors pas recouvertes de glace (Fader, 1989).

RÉFÉRENCES

Drapeau, G. et King, L. H.

1972: Surficial geology of the Yarmouth - Browns Bank map area; Geological Survey of Canada, Paper 72-24, 6 p. (also Canadian Hydrographic Service, Marine Science Paper 2).

Fader, G. B.

1984: A geological and geophysical study of the Northeast Channel, Georges Bank and Georges Basin area of the Gulf of Maine, by Geonautics Limited; Geological Survey of Canada, Open File 978, 3 volumes.

Fader, G. B., King, L. H., and MacLean, B.

1977: Surficial geology of the eastern Gulf of Maine and Bay of Fundy; Geological Survey of Canada, Paper 76-17, 23 p. (also Canadian Hydrographic Service, Marine Science Paper 19).

Fader, G. B. J.

1989: A late Pleistocene low sea-level stand on the southeast Canadian Offshore; in Late Quaternary Sea-level Correlation and Applications, (ed.) D. B. Scott, P. A. Pirazzoli and C. A. Honig, p. 71-103.

Fader, G. B. J., King, E., Gillespie, R., et King, L. H.

1988: Surficial geology of Georges Bank, Browns Bank and the southeastern Gulf of Maine; Geological Survey of Canada, Open File 1692, 3 maps.

Fader, G. B. J. et Miller, R. O.

1986: A reconnaissance study of the surficial and shallow bedrock geology of the southeastern Grand Banks of Newfoundland; in Current Research, Part B; Geological Survey of Canada, Paper 86-1B, p. 591-604.

King, L. H.

1970: Surficial geology of the Halifax - Sable Island map area; Canadian Hydrographic Service, Marine Sciences, Paper 1, 16 p. and map, scale 1:300 000.

King, L. H. et Fader, G. B. J.

1986: Wisconsinan glaciation of the Atlantic continental shelf of southeast Canada; Geological Survey of Canada, Bulletin 363, 72 p.

1988: Late Wisconsinan ice on the Scotian Shelf; Geological Survey of Canada, Open File 1972, 15 p.

Lawrence, P., Strong, K., Pocklington, P., Stewart, P., et Fader, G. B. J.

1989: A photographic atlas of the eastern Canadian continental shelf (Scotian Shelf and Grand Banks); Geological Survey of Canada, Open File 2054, 187 p.

MacLean, B., Fader, G. B., et King, L. H.

1977: Surficial geology of Canso Bank and adjacent areas; Geological Survey of Canada, Paper 76-15, 11 p. (also Canadian Hydrographic Service, Marine Sciences, Paper 20).

MacLean, B. et King, L. H.

1971: Surficial geology of the Banquereau and Misaine Bank map area; Canadian Hydrographic Service, Marine Sciences, Paper 3, 19 p. and map (also Geological Survey of Canada, Paper 71-52).