



ISOPACH/NET SANDSTONE III ISOPAQUE/GRÈS PUR LABRADOR SEA MER DU LABRADOR

GUDRID/CARTWRIGHT FORMATIONS (EARLY PALEOCENE TO EARLY EOCENE) FORMATIONS DES GUDRID/CARTWRIGHT (PALÉOCÈNE INFÉRIEUR À EOCÈNE INFÉRIEUR)

CONTRIBUTORS COLLABORATEURS

SEISMIC MAPPING CARTOGRAPHIE SISMIQUE: R. Cridland, D. Hunter, B. Petyhyrcz, G. Sullivan, H.R. Balkwill, G. Lavine, C.M. Crous
WELL STRATIGRAPHY STRATIGRAPHIE DES PUIITS: P.N. Moir, P.E. Miller
ISOPACHS ISOPAQUES: P.N. Moir, J.S. Bell, R. Cridland, D. Hunter, B. Petyhyrcz, G. Sullivan
REVISION AND COMPILATION RÉVISION ET COMPILATION: J.S. Bell, R. Kyle
PALEOBATHYMETRIC INTERPRETATION INTERPRÉTATION PALÉOBATHYMETRIQUE: P.E. Miller, J. Helenes
WELL BIOSTRATIGRAPHY BIOSTRATIGRAPHIE DES PUIITS: J.P. Bujak, E.H. Davies, R.A. Fensome, F.M. Gradstein, J. Helenes, G.L. Williams

J. S. Bell

ISOPACH

Two regionally extensive seismic markers correspond approximately to the base of the Gudrid Formation and the top of the Cartwright Formation (McWhae *et al.*, 1980), making the Gudrid-Cartwright interval a suitable one for a regional isopach map. The map presented here was constructed from interpretations of reflection seismic lines and only minor adjustments were required to make the contours compatible with Gudrid-Cartwright intervals encountered in the wells.

Normal faults were mapped as defining the eastern margin of the Gudrid-Cartwright interval locally, because these faults have been interpreted as being active during the accumulation of the sequence. On the other hand, the down-to-basin listric normal faults in the Hopedale and Saglék Basins, which offset the top Gudrid-Cartwright seismic event (refer to map sheet Structure V, this Atlas) are omitted. These faults do not appear to have controlled thickness variations within the Gudrid-Cartwright interval and are interpreted to have become active after its deposition (Balkwill, 1987). Depositional patterns were affected by the Okak Arch, as is evident by the deflection of contours around it. No Gudrid-Cartwright Formation sediments are preserved on the crest of the Cartwright Arch and onlap relationships suggest that none were deposited there. Strata of equivalent age to the Gudrid and Cartwright Formations in the Hopedale Basin were encountered in the Hare Bay E-21 well, south of the Cartwright Arch. The extent of these sediments is not well defined but they appear to onlap the basement.

The nature of the subcrop edge of the Gudrid-Cartwright interval varies along its length. Erosion edges have been mapped where the seismic data suggest truncation. It is possible that much of the western inboard margin of the unit south of 56°N latitude is an erosional edge. The microfossil content of the upper part of the interval in the Hopedale E-33 well and all wells to the south indicates these sediments accumulated at bathyal depths (refer to map sheet Paleogeography II, this Atlas). Unless the shelf was extremely narrow, there is little space today for marginal marine deposits between these wells and the subcrop edge.

An eastern subcrop edge was mapped at the southern end of Hopedale Basin. It passes northeast of the Indian Harbour M-52 well where the uppermost Cartwright Formation shales appear to be bathyal in origin. Many seismic lines suggest that this boundary is an onlap edge. This might be true where seafloor paleotopography is present, but elsewhere a downlap edge of downlap thinning (below seismic resolution) is likely to be present. Thus, it is not an embayment *sensu stricto* which terminates the Gudrid-Cartwright interval at the southern end of the Hopedale Basin. Instead a lensoid prograding interval onlaps the Cartwright Arch. Its inboard margin is either an onlap or an erosion edge and its outboard margin involves downlap truncation. Further north, the possible eastern limit of the Gudrid and Cartwright Formations is mapped as an approximately located onlap edge. This is based on interpretations made on regional seismic reflection profiles described by Hinz *et al.* (1979).

REFERENCES

- Balkwill, H. R.
1987: Labrador Basin: structural and stratigraphic style; in *Sedimentary Basins and Basin-Forming Mechanisms*, C. Beaumont and A. J. Tankard (eds.); Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 12, p. 17-43.
- Hinz, H., Schluter, H.-U., Grant, A. C., Srivastava, S. P., Umpleby, D. and Woodside, J.
1979: Geophysical transects of the Labrador Sea: Labrador to south-west Greenland; in *Crustal Properties Across Passive Margins*, C. E. Keen (ed.); Tectonophysics, v. 59, p. 151-183.
- McWhae, J. R., Elie, R., Laughton, K. C. and Gunter, P. R.
1980: Stratigraphy and petroleum prospects of the Labrador Shelf; Bulletin of Canadian Petroleum Geology, v. 29, p. 460-498. □

J. S. Bell and P. N. Moir

NET SANDSTONE

Balkwill (1987) included the Gudrid and Cartwright Formations in the Drift-Phase Megasequence. He interpreted the Gudrid Formation as cratonic hinge sandstones, which are the proximal facies of the marine shales of the Cartwright Formation.

The Gudrid Formation is composed of quartzose and feldspathic sandstones with argillaceous and dolomitic cement. Glauconite and detrital coal clasts are also present. Sorting is generally poor and porosity is locally excellent (McWhae *et al.*, 1980). The Cartwright Formation consists of brown-grey claystone, silty claystone, siltstone, thin beds of fine sandstone, and thin brown carbonate beds with traces of glauconite, pyrite and mica (McWhae *et al.*, 1980).

Balkwill (1987) noted that the sandstone-rich intervals of the Gudrid Formation can be distinguished seismically by sigmoidal seaward-tapering profiles with locally developed oblique internal reflectors. This geometry suggests that the sediments were deposited as seaward-facing fan deltas. The microfossil content suggests that in the southern part of the Hopedale Basin, the Gudrid Formation sandstone was deposited in a bathyal environment and accumulated within turbidite channels and deep sea fans (refer to map sheet Paleogeography III, this Atlas). In the northern part of the Hopedale Basin, the microfossil and sedimentary structures suggest deposition of these sandstones as offshore bar deposits in a neritic environment. The net sandstone contours were drawn to reflect these concepts of sand genesis. In the southern part of the Hopedale Basin, the contours mimic channel-fed fans with the channel axes oriented to incorporate the apparent sand accretion directions derived from dipmeter logs. A sand distribution characteristic of shoreline sand bars and offshore bars is portrayed in the northern part of the Hopedale Basin. The extent of sand development is based largely on data from wells and does not consider inferences from seismic signatures. Additional sand development may exist north of the Okak Arch and south of the Cartwright Arch because these areas were loci of sand deposition in Markland time (refer to map sheet Isopach/Net Sandstone II, this Atlas).

The Cartwright Formation parallels the Labrador Shelf as an elongate seaward-dipping prism that thins landward predominantly by depositional onlap and seaward by downlap (Balkwill, 1987). In the central part of the Labrador Shelf, the Cartwright Formation rests paraconformably on the Markland Formation.

McMillan (1973) emphasized that the Cenozoic deposits on the Labrador Shelf were too thick to have originated entirely by erosion of adjacent mainland regions. He marshalled evidence for the existence of an ancient, vast, eastward-flowing drainage system fed by streams with sources located as far to the west as the present day Rocky Mountains. Elements of this drainage network were active between Paleocene and Pliocene time. The ancient rivers fed sand onto the Labrador Shelf, where it was distributed by a series of Gudrid-Cartwright coastal deltas.

REFERENCES

- Balkwill, H. R.
1987: Labrador Basin: structural and stratigraphic style; in *Sedimentary Basins and Basin-Forming Mechanisms*, C. Beaumont and A. J. Tankard (eds.); Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 12, p. 17-43.
- McMillan, N. J.
1973: Surficial geology of Labrador and Baffin Island shelves; in *Earth Science Symposium on Offshore Eastern Canada*, P. J. Hood (ed.); Geological Survey of Canada, Paper 71-23, p. 451-469.
- McWhae, J. R., Elie, R., Laughton, K. C. and Gunter, P. R.
1980: Stratigraphy and petroleum prospects of the Labrador Shelf; Bulletin of Canadian Petroleum Geology, v. 29, p. 460-498. □

J. S. Bell

ISOPAQUES

Deux marqueurs sismiques d'importance régionale correspondent approximativement à la base de la formation Gudrid et au toit de la formation Cartwright (McWhae *et coll.*, 1980); en conséquence, l'intervalle Gudrid-Cartwright se prête bien à l'établissement d'une carte d'isopaques régionale. La carte présentée ici fut construite à partir des interprétations des profils de réflexion sismique et n'a requis que des modifications minimales pour rendre compatibles les courbes de niveau et les intervalles Gudrid-Cartwright observés dans les puits de forage.

Selon notre interprétation, les failles normales étaient activées au cours de l'accumulation de la séquence et elles forment la marge est de l'intervalle Gudrid-Cartwright sur la carte. Par contre, les failles normales listriques à pendage vers le bassin dans les bassins de Hopedale et Saglék, qui déplacent le toit du phénomène sismique Gudrid-Cartwright (voir la carte Structure V), sont omises. Ces failles ne semblent pas avoir contrôlé la variation d'épaisseur dans l'intervalle Gudrid-Cartwright et sont interprétées comme étant devenues actives après la mise en place de la séquence (Balkwill, 1987). Les modes de sédimentation ont été influencés par le dôme d'Okak, comme le montre la déviation des courbes de niveau autour de celle-ci. Aucun dépôt de la succession Gudrid-Cartwright n'a été conservé sur la crête du dôme de Cartwright et les relations de sédimentation transgressive portent à croire qu'il n'y en a jamais eu. Des strates d'un âge correspondant à celui des formations Gudrid et Cartwright dans le bassin de Hopedale ont été pénétrées au puits Hare Bay E-21, au sud du dôme de Cartwright. L'étendue de ces sédiments est mal définie, mais elles semblent recouvrir le socle par débordement transgressif.

La nature de la limite du sous-affleurement de l'intervalle Gudrid-Cartwright varie sur sa longueur. Des limites d'érosion ont été cartographiées aux endroits où les données sismiques semblaient indiquer une discordance. Il est possible qu'une grande partie de la marge intérieure ouest de l'unité constitue une limite d'érosion au sud de la latitude 56°N. La microfossile contenue dans la partie supérieure de l'intervalle dans Hopedale E-33 et dans tous les forages au sud indique que ces sédiments se sont accumulés à des profondeurs bathyales (voir la carte Paléogéographie II). À moins que le plateau n'ait été extrêmement étroit, il n'y a guère d'espace actuellement pour des sédiments marginaux entre ces puits et la limite de sous-affleurement.

Une limite de sous-affleurement est à été cartographiée à l'extrémité sud du bassin de Hopedale. Elle passe au nord-est du puits Indian Harbour M-52, où les schistes argileux dans la partie sommitale de la formation Cartwright semblent être d'origine bathyale. De nombreux profils sismiques suggèrent que cette limite est une bordure d'aggradation. Cela peut être le cas là où une paléotopographie de fond marin est présente, mais ailleurs, il est probable qu'elle représente un biseau ou une bordure de progradation (en deçà du seuil de résolution sismique). Ainsi, ce n'est pas un rentrant au sens strict qui termine l'intervalle Gudrid-Cartwright à l'extrémité sud du bassin de Hopedale. Au lieu de cela, un intervalle lenticulaire progradant se termine en position débordée sur le dôme de Cartwright. Sa marge intérieure est formée soit de biseaux d'aggradation ou d'une bordure érosionnelle, et on observe l'érosion des biseaux de progradation le long de la marge extérieure. Plus au nord, la limite est possible des roches appartenant aux formations Gudrid et Cartwright est représentée ici sous la forme d'une bordure d'aggradation (localisation approximative). Cette interprétation est basée sur le levé sismique réflexion à caractère régional décrit par Hinz *et coll.* (1979).

RÉFÉRENCES

- Balkwill, H. R.
1987: Labrador Basin: structural and stratigraphic style; in *Sedimentary Basins and Basin-Forming Mechanisms*, C. Beaumont and A. J. Tankard (eds.); Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 12, p. 17-43.
- Hinz, K., Schluter, H.V., Grant, A.C., Srivastava, S.P., Umpleby, D. et Woodside, J.M.
1979: Geophysical transects of the Labrador Sea: Labrador to south-west Greenland; in *Crustal Properties Across Passive Margins*, C. E. Keen (ed.); Tectonophysics, v. 59, p. 151-183.
- McWhae, J. R., Elie, R., Laughton, K. C. et Gunter, P. R.
1980: Stratigraphy and petroleum prospects of the Labrador Shelf; Bulletin of Canadian Petroleum Geology, v. 29, p. 460-498. □

J. S. Bell et P. N. Moir

GRÈS PUR

Les formations Gudrid et Cartwright sont contenues dans la Mégaséquence de la Phase de Dérive (Drift-Phase Megasequence) de Balkwill (1987). Celui-ci a classé la formation de Gudrid comme étant des grès de charnière cratonique qui constituent le faciès proximal des schistes argileux marins de la formation Cartwright.

Les grès de Gudrid sont quartzeux et feldspathiques, à ciment argileux et dolomitique. Ils contiennent également des fragments détritiques de glauconite et de charbon. Les grès sont habituellement mal classés et la porosité est excellente par endroits (McWhae *et coll.*, 1980). La formation Cartwright est formée d'argillites brun grises, d'argillites silteuses et de microgrès brun gris, de minces lits de grès fin et de minces lits de roche carbonatée brune contenant des traces de glauconite, de pyrite et de mica (McWhae *et coll.*, 1980).

Balkwill (1987) remarque que sur les levés sismiques les intervalles riches en grès de la formation Gudrid sont caractérisés par des profils sigmoïdes s'amincissant vers la mer, et contenant, par endroits, des intervalles avec des réflecteurs obliques. Cette géométrie semble indiquer qu'ils ont été mis en place sous forme de deltas faisant face à la mer. Leur contenu microfaunique laisse penser que dans la partie sud du bassin de Hopedale, les grès de la formation Gudrid ont été mis en place dans un milieu bathyal, et on les interprète comme s'étant accumulés dans des chenaux de courants de turbidité et des deltas profonds (voir la carte Paléogéographie III). Dans la partie nord du bassin de Hopedale, la microfossile et les structures sédimentaires semblent indiquer un milieu néritique et l'on interprète ces grès comme étant des dépôts de cordon littoral de zone de large. Les courbes de niveau du grès pur ont été tracées de manière à refléter ces concepts de genèse. Dans la partie sud du bassin de Hopedale, les courbes reproduisent des cônes de déjection alimentés par des chenaux; les axes des chenaux sont orientés de manière à refléter les directions apparentes d'accrétion du sable obtenues au moyen des pendagemètres. Dans la partie nord du bassin de Hopedale, une distribution du sable caractéristique des cordons littoraux et des barres sous-marines est représentée. L'étendue de l'accumulation sableuse est largement fondée sur les données de forage, et ne tient pas compte des déductions faites à partir des signatures sismiques. Des accumulations additionnelles de sable peuvent fort bien être présentes au nord du dôme d'Okak et au sud du dôme de Cartwright. Le sable y est cartographié parce que ces zones étaient le siège de dépôts de sable à l'époque de Markland (voir la carte Isopaques/Grès pur II).

La formation de Cartwright est parallèle au plateau continental du Labrador et forme un prisme allongé incliné vers la mer qui s'amincit par aggradation côtière par et progradation vers le large (Balkwill, 1987). Dans la partie centrale du plateau continental du Labrador, elle repose en paraconcordance sur la formation de Markland.

McMillan (1973) a souligné que les sédiments Cénozoïques du plateau continental du Labrador étaient beaucoup trop épais pour s'être formés entièrement à partir de l'érosion des régions nourricières adjacentes. Il réussit à démontrer l'existence antérieure d'un réseau de drainage s'écoulant vers l'est, nourri par des cours d'eau provenant peut-être des Montagnes Rocheuses. Certains éléments de ce réseau de drainage auraient été actifs entre le Paléocène et le Pliocène. On croit donc que les cours d'eau appartenant à ce réseau ont transporté des sables sur le plateau continental du Labrador, où ceux-ci furent distribués ensuite par les deltas de l'intervalle Gudrid-Cartwright.

RÉFÉRENCES

- Balkwill, H. R.
1987: Labrador Basin: structural and stratigraphic style; in *Sedimentary Basins and Basin-Forming Mechanisms*, C. Beaumont and A. J. Tankard (eds.); Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 12, p. 17-43.
- McMillan, N. J.
1973: Surficial geology of Labrador and Baffin Island shelves; in *Earth Science Symposium on Offshore Eastern Canada*, P. J. Hood (ed.); Geological Survey of Canada, Paper 71-23, p. 451-469.
- McWhae, J. R., Elie, R., Laughton, K. C. et Gunter, P. R.
1980: Stratigraphy and petroleum prospects of the Labrador Shelf; Bulletin of Canadian Petroleum Geology, v. 29, p. 460-498. □