



STRUCTURE III STRUCTURE LABRADOR SEA MER DU LABRADOR SUBCROP SURFACE AT SOUS AFFLEUREMENT AU SEISMIC BASEMENT SOCLE SISMIQUE AND BASEMENT STRUCTURE ET STRUCTURE DU SOCLE

CONTRIBUTORS COLLABORATEURS

SEISMIC MAPPING CARTOGRAPHIE SISMIQUE: H.R. Balkwill, R. Cridland, C.M. Crous, D. Hunter, G. Laving, B. Petyhyrcz, G. Sullivan, R. Kyle, J. Pape
WELL STRATIGRAPHY STRATIGRAPHIE DES PUIITS: P.N. Moir
INTERPRETATION INTERPRÉTATION: J.S. Bell
REVISION AND COMPILATION RÉVISION ET COMPILATION: J.S. Bell, R. Kyle
WELL BIOSTRATIGRAPHY BIOSTRATIGRAPHIE DES PUIITS: M.S. Barss, W.A.M. Jenkins, J. Utting, P.F. Sherrington
AGE DETERMINATION DÉTERMINATION DES ÂGES: Kruger Enderprises, Geological Survey of Canada

J. S. Bell

SEISMIC BASEMENT SUBCROP

Basal Bjarni Formation clastics, or younger units, rest on rocks characterized by higher seismic velocities. The contrast yields a widely mappable reflection referred to here as the "seismic basement" or Labrador Unconformity (McWhae *et al.*, 1980). Locally, the Bjarni Formation is underlain by Lower Cretaceous basalts of the Alexis Formation (Umpleby, 1979), which represent the earliest deposits of the Syn-Rift Megasequence (Balkwill, 1987).

Most of the Labrador Shelf basement consists of Precambrian gneisses and related metamorphic rocks of the Nain, Nutak, Makkovik and Grenville Provinces. In the central part of the Hopedale Basin (at the Hopedale E-33, South Hopedale L-39 and Tyrk P-100 wells) the Precambrian rocks are overlain by outcrops of Lower Paleozoic carbonates. A more extensive Lower Paleozoic carbonate subcrop, which represents the eastward continuation of the St. Lawrence Platform deposits of Quebec and Ontario (Bell and Howie, in press) is present beneath the southern part of the Hopedale Basin. Upper Paleozoic rocks subcrop beneath the Cartwright Arch in the Belle Isle and Notre Dame sub-basins (Cutt and Laving, 1977; Bell and Howie, in press). Upper Paleozoic pollen was recovered from sub-Mesozoic dolomites in the Gudrid H-55 and Roberval K-92 wells suggesting that an Upper Paleozoic outlier exists in the Hopedale Basin (Barss *et al.*, 1979; Barss, personal communication, 1987).

Salt diapirs can be identified on seismic profiles. Some are truncated and the overlying sediments sag into the resulting depressions (Cutt and Laving, 1977). It is not clear from available information exactly how the Belle Isle sub-basin and the Notre Dame sub-basin are connected. A Precambrian-cored high is tentatively interpreted to separate them.

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.
- Barss, M. S., Bujak, J. P. and Williams, G. L.
1979: Palynological zonation and correlation of sixty-seven wells, Eastern Canada; Geological Survey of Canada, Paper 78-24, 118 p.
- Bell, J. S. and Howie, R. D.
in press: Paleozoic geology of offshore Eastern Canada; in *Geology of the Continental Margin of Eastern Canada*, Chapter 4, M. J. Keen and G. L. Williams (eds.); Geological Survey of Canada, Geology of Canada, no. 2. (also Geological Society of America, *The Geology of North America*, v. 1-1).
- Cutt, B. J. and Laving, J. G.
1977: Tectonic elements and geologic history of the south Labrador and Newfoundland continental shelf, eastern Canada; *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, v. 25, p. 1037-1058.
- 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.
- Umpleby, D. C.
1979: Geology of the Labrador Shelf; Geological Survey of Canada, Paper 79-13, 34 p.

J. S. Bell

BASEMENT STRUCTURE

The structure of the Labrador Shelf has been described in some detail by Balkwill (1987) and Balkwill and McMillan (in press). The following notes are based largely on their descriptions.

The major structural elements of the Labrador Shelf basement are defined from south to north on this map sheet. They are as follows:

1. Cartwright Arch: a broad northeast plunging cratonic salient that lies seaward of the Precambrian Grenville Province;
2. Hopedale Basin: a long northeast facing re-entrant in the Labrador cratonic margin that extends approximately 500 km northwest of the Cartwright Arch;
3. Okak Arch: a northeast plunging basement salient; and
4. Saglek Basin: a 500 km long cratonic monocline that extends northward from the Okak Arch onto the southeastern Baffin Shelf.

According to Balkwill (1987),

"(t)he cratonic monocline below southern Hopedale Basin has abundant rift age normal faults. Northward from Cartwright Arch, the upper part of the monocline is broken by north-west-striking, west-stepping, en échelon normal faults. These faults are several kilometers to over ten kilometers long, and are linked by relatively short (a few kilometers or less), northeast-striking normal faults. This linked, en échelon, orthogonal fault geometry imparts a regional westward shift in the strike of the monocline, thus forming the southern segment of the basin re-entrant. The northwest-striking master faults dip both westward (cratonward) and eastward (basinward). Within a given part of the system, one dip direction or the other dominates, with the result that the structural depressions are mainly half-grabens, rather than grabens, and the intervening basement highs are rotated blocks, rather than symmetrical horsts [refer to map sheets Structure I and II, this Atlas]. In the northern part of the Hopedale Basin, the cratonic monocline is broken by eastward-stepping en échelon faults, the effect of which is a northeastward shift in the strike of the basin margin."

Balkwill (1987) stated that this system of basement faults is the expression of northeast-southwest brittle extension of the upper lithosphere. The rift complex extended as an articulated system because the northwest striking cross faults acted as surfaces of strain transfer. A similar structural terrane is present in rifted parts of the Afar triangle, although there the rifts are displaced in an en échelon manner rather than by orthogonal transfer faults. The extension faults and associated transfer offsets on the Labrador Shelf are assumed to extend down to a deep level of detachment (i.e. a brittle/ductile transition zone within the crust) but exploration seismic profiles do not reveal the nature of such a detachment.

North of the Okak Arch, the Saglek Basin is affected by rift faulting. Many of the faults with large throws are offset predominantly down-to-the-west (Balkwill, 1987). Again, brittle extension is interpreted. The eastern margin is overlain by mounded, discontinuous high amplitude reflectors. These are revealed, by drilling at the Rut H-11 well, to correspond to Paleocene and older basalts, interlayered with clastic sediments. The basalts form an acoustic basement in the axial and eastern parts of Saglek Basin (Balkwill, 1987).

In summary, the basins on the Labrador Shelf at the level of the top of acoustic basement show evidence of early Cretaceous northeast-southwest lateral extension that produced a complex of associated rotated horsts and half grabens. Comparable evidence of extension is not present on the intervening arches.

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.
- Balkwill, H. R. and McMillan, N. J.
in press: Mesozoic-Cenozoic geology of the Labrador Shelf; in *Geology of the Continental Margin of Eastern Canada*, Chapter 7, M. J. Keen and G. L. Williams (eds.); Geological Survey of Canada, Geology of Canada, no. 2. (also Geological Society of America, *The Geology of North America*).

STRUCTURE MER DU LABRADOR

SOUS AFFLEUREMENT AU SOCLE SISMIQUE ET STRUCTURE DU SOCLE

J. S. Bell

SOUS-AFFLEUREMENT DU SOCLE SISMIQUE

Les roches clastiques basales de la formation Bjarni, ou les unités plus récentes, reposent sur des roches à vitesse plus élevée; le contraste produit une réflexion pouvant être largement cartographiée appelée ici "socle sismique" ou discordance du Labrador (McWhae *et coll.*, 1980). Par endroits, la formation Bjarni repose sur les basaltes du Crétacé inférieur de la formation Alexis (Umpleby, 1979), qui constituent les dépôts les plus anciens de la mégasequence du stade de distension (Balkwill, 1987).

La plus grande partie du "socle" du plateau continental du Labrador, cependant, se compose de gneiss précambriens et de roches métamorphiques associées des provinces de Nain, Nutak, Makkovik et Grenville. Dans la partie centrale du bassin de Hopedale, les roches précambriennes sont recouvertes par des avant-buttes formées de roches carbonatées du Paléozoïque inférieur (à Hopedale E-33, South Hopedale L-39 et Tyrk P-100). Un sous-affleurement plus étendu de roches carbonatées du Paléozoïque inférieur est présent sous la partie sud du bassin de Hopedale. Il représente le prolongement vers l'est des dépôts de la plate-forme du Saint-Laurent du Québec et de l'Ontario (Bell et Howie, sous presse). Des roches du Paléozoïque supérieur affleurent sous le dôme de Cartwright dans les sous-bassins de Belle-Isle et Notre-Dame (Cutt et Laving, 1977; Bell et Howie, sous presse). Des pollens du Paléozoïque supérieur, provenant des dolomites d'âge pé-Mésozoïque pénétrés dans les puits Gudrid H-55 et Roberval K-92, suggèrent qu'une avant-butte Paléozoïque supérieure existe dans le bassin de Hopedale (Barss *et coll.*, 1979; Barss, comm. pers., 1987).

On peut reconnaître des diapirs de sel sur les profils sismiques. Certains d'entre eux sont tronqués et les sédiments sus-jacents se sont affaissés dans les dépressions qui en ont résulté (Cutt et Laving, 1977). L'information disponible ne permet pas de déterminer exactement comment le sous-bassin de Belle-Isle et celui de Notre-Dame sont reliés. On suppose à titre provisoire qu'ils sont séparés par une élévation précambrienne.

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.
- Barss, M. S., Bujak, J. P. et Williams, G. L.
1979: Palynological zonation and correlation of sixty-seven wells, Eastern Canada; Geological Survey of Canada, Paper 78-24, 118 p.
- Bell, J. S. et Howie, R. D.
sous presse: Paleozoic geology of offshore Eastern Canada; in *Geology of the Continental Margin of Eastern Canada*, Chapter 4, M. J. Keen and G. L. Williams (eds.); Geological Survey of Canada, Geology of Canada, no. 2. (also Geological Society of America, *The Geology of North America*, v. 1-1).
- Cutt, B. J. et Laving, J. G.
1977: Tectonic elements and geologic history of the south Labrador and Newfoundland continental shelf, eastern Canada; *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, v. 25, p. 1037-1058.
- 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.
- Umpleby, D. C.
1979: Geology of the Labrador Shelf; Geological Survey of Canada, Paper 79-13, 34 p.

J. S. Bell

STRUCTURE DU SOCLE

La structure du plateau continental du Labrador a été décrite de façon assez détaillée par Balkwill (1987) et par Balkwill et McMillan (sous presse). Les notes qui suivent s'inspirent largement de leurs descriptions.

La carte structurale du socle définit les principaux éléments structuraux du plateau continental du Labrador du sud au nord. Ce sont les suivants:

1. Le dôme de Cartwright, qui est une large saillie cratonique plongeant vers le nord-est, située au large de la province précambrienne de Grenville.
2. Le bassin de Hopedale, une longue indentation faisant face au nord-est dans la marge cratonique du Labrador, située à environ 500 km au nord-ouest du dôme de Cartwright.
3. Le dôme d'Okak, saillie de socle plongeant vers le nord-est.
4. Le bassin de Saglek, un monoclin cratonique de 500 km de longueur qui s'étend vers le nord à partir du dôme d'Okak jusqu'à la partie sud-est du plateau continental de Baffin.

Selon Balkwill (1987),

"(l)le monoclin cratonique sous la partie sud du bassin de Hopedale présente de nombreuses failles normales datant de l'époque du rift. Au nord du dôme de Cartwright, la partie supérieure du monoclin est fracturée par des failles normales en échelons, à direction nord-ouest et à gradation ouest. Ces failles ont de plusieurs kilomètres à plus de 10 kilomètres de longueur et sont reliées par des failles normales à direction nord-est relativement courtes (quelques kilomètres ou moins). Cette géométrie orthogonale de failles en échelons associées imprime un changement régional vers l'ouest de l'orientation du monoclin, formant ainsi le segment sud de l'indentation. Les failles maîtresses à orientation nord-ouest s'inclinent à la fois en direction ouest (vers le craton) et est (vers le bassin). À l'intérieur d'une partie donnée du réseau, l'une ou l'autre des directions de pendage domine, ce qui a pour résultat que les dépressions structurales sont essentiellement des demi-grabens plutôt que des grabens, et que les élévations de socle qui les séparent sont des blocs basculés plutôt que des horsts symétriques [voir les cartes Structure I et Structure II]. Dans la partie nord du bassin de Hopedale, le monoclin cratonique est fracturé par des failles en échelons à gradation est, ce qui fait diriger vers le nord-est l'orientation de la marge du bassin." [traduit du anglais]

Balkwill (1987) signale que ce réseau de failles du socle résulte d'une distension nord-est à sud-ouest de la couche rigide de la lithosphère supérieure. Le complexe de failles de rift s'est développé en un système articulé parce que des failles transversales à orientation nord-ouest ont fait office de surfaces de transfert des contraintes. On trouve une configuration structurale assez semblable dans les zones faillées du triangle des Afars, bien que là, les rifts sont décalés en échelons plutôt que par des failles de transfert orthogonales. On suppose que les failles de distension et failles de transfert associées sur le plateau continental du Labrador vont jusqu'à une grande profondeur de décollement (par exemple, la zone de transition rigide/plastique dans la croûte). Pour l'instant, les profils sismiques d'exploration ne donnent pas d'indication sur la nature de ce décollement.

Au nord du dôme d'Okak, le bassin de Saglek est touché par des failles de rift. Bon nombre des failles à important rejet vertical sont surtout décalées vers l'ouest (Balkwill, 1987). De nouveau, la cause en est interprétée comme étant une distension de la couche rigide. La marge est recouverte transgressivement par des réflecteurs à forte amplitude, discontinus et en forme de monticules. Les forages Rut H-11 indiquent que les monticules correspondent à des basaltes du Paléocène et plus anciens, qui sont en intercalation avec des sédiments clastiques. Les basaltes forment un socle acoustique dans les parties axiale et est du bassin de Saglek (Balkwill, 1987).

En résumé, les bassins du plateau continental du Labrador au niveau du sommet du socle acoustique présentent des indices d'une distension latérale nord-est à sud-ouest, durant le Crétacé inférieur, qui a produit un complexe de horsts basculés et de demi-grabens conjugués. On n'a trouvé aucun indice comparable de distension sur les dômes qui les séparent.

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.
- Balkwill, J. R. et McMillan, N. J.
sous presse: Mesozoic-Cenozoic geology of the Labrador Shelf; in *Geology of the Continental Margin of Eastern Canada*, Chapter 7, M. J. Keen and G. L. Williams (eds.); Geological Survey of Canada, Geology of Canada, no. 2. (also Geological Society of America, *The Geology of North America*).