



# SCOTIAN SHELF LITHOSTRATIGRAPHY ISOPACH MAPS - ROSEWAY UNIT AND ABENAKI FORMATION

L. F. Jansa and P. B. Lake

Recommended citation: Jansa, L. F. and Lake, P. B., 1991: Lithostratigraphy 8: isopach maps - Roseway unit and Abenaki Formation; in East Coast Basin Atlas Series: Scotian Shelf; Atlantic Geoscience Centre, Geological Survey of Canada, p. 65.

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).

## INTRODUCTION

Map sheets Lithostratigraphy 8 to 10 (this volume) demonstrate the regional distribution and depositional characteristics of the Middle Jurassic to Early Cretaceous carbonate strata deposited in the Scotian Basin. Map sheet Lithostratigraphy 8 shows the thickness variations for the Middle Jurassic to Early Cretaceous Abenaki Formation carbonates and for the more localized Early Cretaceous Roseway unit. Figures 1 to 3 of this sheet display the schematic lithology and electric logs characteristic of the principal, late Jurassic-Early Cretaceous formations. Map sheet Lithostratigraphy 9 depicts the interpreted depositional environment of the Scatarie and Baccaro members of the Abenaki Formation. Map sheet Lithostratigraphy 10 documents some of the morphological variations at the carbonate buildup front, which present important considerations for hydrocarbon exploration strategies on the continental margin of eastern Canada.

## BACKGROUND GEOLOGY

The Upper Jurassic carbonate-dominated sequence was named the Abenaki Formation by McIver (1972). It is locally >1500 m thick (Fig. 6) and is subdivided into the basal Scatarie Member (limestone), the middle Misaine Member (shale), and the upper Baccaro Member (limestone; McIver, ibid; see Fig. 2). Eliuk (1978) designated 147 m of thick sponge-rich carbonate beds, which overlie the Abenaki Formation in the Demasota G-32 well (S21), as the Artimon Member and included it in the Abenaki Formation. The Member is, according to Eliuk (1978), Hauterivian-Valanginian in age, but Jansa et al. (1982) revised the age as most probably Berriasian on the basis of *Calponina alpina* in the sponge horizon. Thus, the Abenaki Formation stratigraphically spans the Bajocian to Tithonian-Berriasian time interval (see map sheet Biostratigraphy and Maturation Data 1, this volume).

A modified lithostratigraphic subdivision of the Late Jurassic sedimentary sequence, as proposed by McIver (1972), was used for this compilation. The assignment of limestone-bearing strata is as follows: Mic Mac Formation - 1-20% limestone; the newly recognized Griffin unit - 21-50% limestone; and the Abenaki Formation - >50% limestone. This subdivision distinguishes this map sheet from map sheet Lithostratigraphy 4 (this volume) which is based mainly on seismic recognition (i.e. presence or absence) of carbonate facies within the Late Jurassic. The typical log expression of the Abenaki Formation, the dominantly clastic Mic Mac Formation, and the Griffin unit are shown in Figures 1 and 3. The latter, present in the South Griffin J-13 well (S122), comprises up to 220 m of massive, bedded, shelf carbonates, intercalated with terrigenous clastic beds of similar thickness. The terrigenous clastics and the carbonates are concentrated into distinct packages or horizons (Fig. 3). As the clastic content decreases, the Griffin unit grades proportionally into the Abenaki Formation or, as the carbonate content decreases, into the Mic Mac or Verrill Canyon formations. The Griffin unit is well developed in the northern part of the Basin (Fig. 6), but is also present seaward of the Abenaki Formation in the Sable and Abenaki subbasins (Jansa and Wade, 1975).

The lithologic composition of the carbonate strata indicates that the maximum water depth over most of the Scotian Basin during Late Jurassic - Early Cretaceous time probably did not exceed deep neritic. The spatial relationship of the individual lithostratigraphic units is presented schematically in Figure 4.

## ECONOMIC SIGNIFICANCE OF MESOZOIC CARBONATE DEPOSITS

The carbonate deposits under the Scotian Shelf may be economically significant with regard to hydrocarbon exploration since they could: 1) contain source rocks for hydrocarbon generation; 2) contain reservoir rocks (primary or secondary porosity development); or 3) form seals for hydrocarbon migration.

The Abenaki Formation has been the target of several exploration ventures. The lack of exploration success could point to a lack of source rocks, but source rock analyses of the Abenaki Formation carbonates are not sufficient to confirm this suggestion. Drilling defined the presence of reservoirs comprised mainly of secondary dolomitized carbonate beds. The location of these carbonate strata in the Baccaro Member and the Roseway unit are shown on other map sheets in this volume (Fig. 3, map sheet Lithostratigraphy 9, and Fig. 5, map sheet Lithostratigraphy 8, respectively). Dolomitization in the mixing zone under subaerially exposed "reef islands" (Eliuk, 1978), or the penetration of subsurface fresh water

lenses under the shelves, are viable mechanisms for the dolomitization process.

Previously, insufficient emphasis was placed on the role of lithified carbonate beds as seals for the entrapment of hydrocarbons and for the development of overpressure (Jansa and Noguera, 1990). As a result of early cementation, the carbonate beds (particularly where they occur as tongues or layers intercalated within a clastic sequence) may act as aquitards for the buildup of formation pressure and as seals for hydrocarbon migration. Such carbonate banks are found in the Mic Mac Formation and Griffin unit, and some may be connected as tongues to the Abenaki Formation carbonate platform front.

## ISOPACH MAPS - ABENAKI FORMATION AND ROSEWAY UNIT

The isopach map of the Abenaki Formation (Fig. 6) was constructed by combining seismic data (mapped interval between top of Jurassic and Scatarie seismic markers by MacLean and Wade, personal communication, 1988) with the exploratory drilling results. No geologic data are available for the area offshore of Miquelon Island and data exists for only a few wells on Georges Bank. Consequently, compilation for the Laurentian Channel - St. Pierre Bank area and parts of the Georges Bank area is highly interpretative.

The Artimon Member (Eliuk, 1978) is included in this compilation with the Abenaki Formation. Figure 6 also shows the updip seismic limit of the Scatarie Member, the updip erosional limit of the Jurassic section and the seaward limit of the Abenaki Formation. The Abenaki Formation shelf edge is usually, but not always (Jansa, 1981), located near the basin basement hinge line with the Abenaki Formation carbonate platform principally overlying the slower subsiding LaHave Platform.

Carbonate deposition at the southern part of the Scotian Basin continued into Barremian-Aptian time and, at the northeastern part of the Basin, into the Valanginian. These early Cretaceous carbonates, designated as the Roseway unit of the Missisauga Formation in the Mohawk B-93 well (S4), are difficult to separate from the underlying Abenaki Formation because carbonate deposition continued without interruption into the Lower Cretaceous. An increase in shale/sand intercalations in the Roseway unit was used to distinguish it from the underlying Abenaki Formation.

The Lower Cretaceous Roseway unit (Fig. 5) has a similar, but much more regionally restricted, distribution pattern when compared with the Abenaki Formation. At the southern and southeastern part of the Scotian Basin, the unit appears to overlap the Abenaki Formation platform edge. As a characteristic feature, the Roseway unit carbonates are more intensively dolomitized than the Abenaki Formation carbonates. Figure 6 shows where this dolomitization of the Roseway unit carbonates has occurred.

## REFERENCES

- Eliuk, L. S. 1978: The Abenaki Formation, Nova Scotia shelf, Canada - a depositional and diagenetic model for a Mesozoic carbonate platform; *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, v. 26, p. 424-514.
- Jansa, L. F. 1981: Mesozoic carbonate platforms and banks of the eastern North American margin; *Marine Geology*, v. 44, p. 97-117.
- Jansa, L. F. and Noguera Urrea, V. H. 1990: Geology and diagenetic history of overpressured sandstone reservoirs, Venture gas field, offshore Nova Scotia, Canada; *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 74, p. 1640-1658.
- Jansa, L. F., Termier, G., and Termier, H. 1982: Les biohermes à algues, spongaires et coraux des séries carbonatées de la flexure bordière du "paléoshelf" au large du Canada oriental; *Revue de Micropaléontologie*, v. 25, p. 181-219.
- Jansa, L. F. and Wade, J. A. 1975: Geology of the continental margin off Nova Scotia and Newfoundland; in *Offshore Geology of Eastern Canada, Volume 2, Regional Geology*, (ed.) W. J. M. van der Linden and J. A. Wade; Geological Survey of Canada, Paper 74-30, v. 2, p. 51-105.
- McIver, N. L. 1972: Mesozoic and Cenozoic stratigraphy of the Nova Scotia shelf; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 9, p. 54-70.

## PLATE-FORME NÉO-ÉCOSSAISE LITHOSTRATIGRAPHIE

# CARTES ISOPAQUES - UNITÉ DE ROSEWAY ET FORMATION D'ABENAKI

L. F. Jansa et P. B. Lake

Notation bibliographique conseillée: Jansa, L. F. et Lake, P. B., 1991: Lithostratigraphie 8: cartes isopiques - unité de Roseway et Formation d'Abenaki; dans *Série des atlas des bassins de la côte Est: plate-forme Néo-Écossaise*; Centre géoscientifique de l'Atlantique, case postale 1006, Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2 Canada; tél (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) 426-4266.

## INTRODUCTION

Les cartes Lithostratigraphie 8 à 10 (du présent volume) figurent la distribution régionale et les caractéristiques du milieu de sédimentation des couches carbonatées du Jurassique moyen au Crétacé précoce déposées dans le bassin Néo-Écossais. La carte Lithostratigraphie 8 montre les variations d'épaisseur des roches carbonatées de la Formation d'Abenaki du Jurassique moyen au Crétacé précoce, et de l'unité de Roseway du Crétacé précoce, d'étendue plus limitée. Les figures 1 à 3 de cette même carte illustrent la lithologie schématique et des diagraphies électriques caractéristiques des principales formations du Jurassique tardif-Crétacé précoce. La carte Lithostratigraphie 9 décrit le milieu de sédimentation des membres de Scatarie et de Baccaro de la Formation d'Abenaki et la carte Lithostratigraphie 10 documente les variations morphologiques au front des constructions carbonatées qui présentent des implications importantes au regard de la stratégie d'exploration des hydrocarbures sur la marge continentale de l'Est du Canada.

## GÉOLOGIE DE BASE

La séquence à dominante carbonatée du Jurassique supérieur a été désignée «Formation d'Abenaki» par McIver (1972). Elle a par endroits plus de 1 500 m d'épaisseur (fig. 6) et elle se subdivise en trois membres: à la base, le Membre de Scatarie (calcaire), en position intermédiaire, le Membre de Misaine (shale) et dans la partie supérieure, le Membre de Baccaro (calcaire; McIver, ibid; voir la fig. 2). Eliuk (1978) a donné aux épaisses couches carbonatées (147 m) riches en spongiaires qui reposent sur la Formation d'Abenaki dans le puits Demasota G-32 l'appellation de «Membre d'Artimon» et l'a inclus dans la Formation d'Abenaki. Selon Eliuk (1978), ce membre est d'âge hauterivien-valanginien, mais selon Jansa et al. (1982), il serait plutôt d'âge berriasien compte tenu de la présence de *Calponina alpina* dans l'horizon de spongiaires. Par conséquent, la Formation d'Abenaki s'étend stratigraphiquement du Bajocien au Tithonique-Berriasien (voir la carte Biostratigraphie et données de maturation 1 du présent volume).

Pour la présente compilation, a été utilisée une subdivision lithostratigraphique modifiée de la séquence sédimentaire du Jurassique tardif telle que proposée par McIver (1972). Le contenu en couche calcaire est établi de la façon suivante: la Formation de Mic Mac contient entre 1 % et 20 % de calcaire; l'unité de Griffin, récemment reconnue, entre 21 et 50 % de calcaire; et la Formation d'Abenaki, plus de 50 % de calcaire. Par cette subdivision, la présente carte se distingue de la carte Lithostratigraphie 4 (du présent volume) qui a été dressée principalement à partir de la reconnaissance (c.-à-d., la présence ou l'absence) sur les profils sismiques de faciès carbonatés à l'intérieur des unités du Jurassique tardif. Les signatures diagraphiques typiques de la Formation d'Abenaki, de la Formation de Mic Mac à dominante clastique et de l'unité de Griffin, sont présentées aux figures 1 et 3. L'unité de Griffin, présente dans le puits South Griffin J-13 (S122), comporte jusqu'à 220 m de roches carbonatées de plate-forme, stratifiées, massives, intercalées avec des couches clastiques terrigènes d'épaisseur comparable. Les roches clastiques terrigènes et les roches carbonatées sont regroupées en horizons ou ensembles distincts. À mesure que la composante clastique diminue, l'unité cède graduellement la place à la Formation d'Abenaki ou, à mesure que la composante carbonatée diminue, aux formations de Mic Mac ou de Verrill Canyon. L'unité de Griffin est bien formée dans la partie nord du bassin (fig. 6), mais est également présente au large de la Formation d'Abenaki dans les sous-bassins de Sable et d'Abenaki (Jansa et Wade, 1975).

La composition lithologique des strates carbonatées indique que la profondeur d'eau maximale sur la majeure partie du bassin Néo-Écossais au Jurassique tardif-Crétacé n'a probablement pas dépassée la zone néréique profonde. La relation spatiale des unités lithostratigraphiques est présenté schématiquement à la figure 4.

## IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DES DÉPÔTS CARBONATÉS DU MÉSOZOÏQUE

Les dépôts carbonatés de la plate-forme Néo-Écossaise pourraient avoir une importance économique sur le plan des richesses en hydrocarbures étant donné qu'ils pourraient: 1) contenir des roches mères d'hydrocarbures; 2) contenir des roches réservoirs (formation d'une porosité primaire ou secondaire); 3) assurer une étanchéité face à la migration des hydrocarbures.

La Formation d'Abenaki a été la cible de plusieurs entreprises d'exploration. On pourrait croire que l'in succès des travaux d'exploration est la preuve de l'absence de roches mères; cependant, les analyses du potentiel de roche mère des roches carbonatées de la Formation d'Abenaki ne sont pas suffisantes pour confirmer cette hypothèse. Les forages ont permis de déterminer la présence de roches réservoirs principalement associées à des couches carbonatées dans lesquelles s'observe une dolomitisation secondaire. La position de ces strates carbonatées dans le Membre de Baccaro et l'unité de Roseway est indiquée sur d'autres cartes du présent volume (fig. 3 de la carte

Lithostratigraphie 9 et fig. 5 de la carte Lithostratigraphie 8, respectivement). La dolomitisation dans la zone de mélange au-dessous d'«îles récifales» subaériennes (Eliuk, 1978), ou la pénétration de lentilles d'eau douce souterraine dans les plate-formes, sont des mécanismes possibles du processus de dolomitisation.

Dans le passé, on n'a pas suffisamment mis l'accent sur le rôle des couches carbonatées lithifiées dans le piégeage des hydrocarbures et la formation de surpression (Jansa et Noguera, 1990). Par suite d'une cimentation précoce, les couches carbonatées (en particulier lorsqu'elles forment des langues ou des couches intercalées dans une séquence clastique) peuvent jouer le rôle d'aquitard pour le développement d'une pression de formation et assurer une étanchéité face à la migration des hydrocarbures. De tels bancs carbonatés se trouvent dans la Formation de Mic Mac et l'unité de Griffin, et certains peuvent être reliés sous forme de langues, au front de la plate-forme carbonatée de la Formation d'Abenaki.

## CARTES ISOPAQUES DE LA FORMATION D'ABENAKI ET DE L'UNITÉ DE ROSEWAY

La carte isopaque de la Formation d'Abenaki (fig. 6) a été dressée en combinant les données sismiques (intervalle cartographié entre les marqueurs sismiques du sommet du Jurassique et de Scatarie par MacLean et Wade, communication personnelle, 1988) aux données de forage d'exploration. Aucune donnée géologique n'est disponible pour la région au large de l'île Miquelon et les données pour le banc de Georges sont limitées à quelques puits. Par conséquent, la compilation des données relatives à la région du chenal Laurentien et du banc de Saint-Pierre et à certaines parties du banc de Georges comporte une grande part d'interprétation.

Le Membre d'Artimon (Eliuk, 1978) est inclus ici dans la Formation d'Abenaki. La figure 6 montre également la limite sismique d'amont-pendage du Membre de Scatarie, la limite d'érosion d'amont-pendage de la séquence jurassique et la limite océanique de la Formation d'Abenaki. La bordure de plate-forme de la Formation d'Abenaki est habituellement, mais pas toujours (Jansa, 1981), située près de la charnière du socle du bassin et la plate-forme carbonatée de la Formation d'Abenaki repose principalement sur la plate-forme de LaHave à subsidence plus lente.

La sédimentation des roches carbonatées dans la partie méridionale du bassin Néo-Écossais s'est poursuivie pendant le Barrémien-Aptien et, dans la partie nord-est du bassin, pendant le Valanginien. Il est difficile de séparer ces roches carbonatées du Crétacé précoce, appelées «unité de Roseway» de la Formation de Missisauga dans le puits Mohawk B-93 (S4), de la Formation d'Abenaki sous-jacente étant donné que la sédimentation des roches carbonatées s'est poursuivie sans interruption dans le Crétacé inférieur. Une augmentation des intercalations de shale et sable dans l'unité de Roseway a servi à la distinguer de la Formation d'Abenaki.

L'unité de Roseway du Crétacé inférieur (fig. 5) présente une configuration de répartition semblable, mais beaucoup plus restreinte régionalement, que celle de la Formation d'Abenaki. Dans les parties sud et au sud-est du bassin Néo-Écossais, l'unité semble chevaucher la bordure de plate-forme de la Formation d'Abenaki. La plus intense dolomitisation observée dans les roches carbonatées de l'unité de Roseway par rapport à celles de la Formation d'Abenaki apparaît être une caractéristique distinctive. La figure 6 montre les endroits où la dolomitisation des roches carbonatées de l'unité de Roseway a eu lieu.

## RÉFÉRENCES

- Eliuk, L. S. 1978: The Abenaki Formation, Nova Scotia shelf, Canada - a depositional and diagenetic model for a Mesozoic carbonate platform; *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, v. 26, p. 424-514.
- Jansa, L. F. 1981: Mesozoic carbonate platforms and banks of the eastern North American margin; *Marine Geology*, v. 44, p. 97-117.
- Jansa, L. F. et Noguera Urrea, V. H. 1990: Geology and diagenetic history of overpressured sandstone reservoirs, Venture gas field, offshore Nova Scotia, Canada; *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 74, p. 1640-1658.
- Jansa, L. F., Termier, G., et Termier, H. 1982: Les biohermes à algues, spongaires et coraux des séries carbonatées de la flexure bordière du "paléoshelf" au large du Canada oriental; *Revue de Micropaléontologie*, v. 25, p. 181-219.
- Jansa, L. F. and Wade, J. A. 1975: Geology of the continental margin off Nova Scotia and Newfoundland; in *Offshore Geology of Eastern Canada, Volume 2, Regional Geology*, (ed.) W. J. M. van der Linden and J. A. Wade; Geological Survey of Canada, Paper 74-30, v. 2, p. 51-105.
- McIver, N. L. 1972: Mesozoic and Cenozoic stratigraphy of the Nova Scotia shelf; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 9, p. 54-70.
- 1978: The Abenaki Formation, Nova Scotia shelf, Canada - a depositional and diagenetic model for a Mesozoic carbonate platform; *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, v. 26, p. 424-514.
- 1981: Mesozoic carbonate platforms and banks of the eastern North American margin; *Marine Geology*, v. 44, p. 97-117.
- 1990: Geology and diagenetic history of overpressured sandstone reservoirs, Venture gas field, offshore Nova Scotia, Canada; *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 74, p. 1640-1658.
- Jansa, L. F., Termier, G., et Termier, H. 1982: Les biohermes à algues, spongaires et coraux des séries carbonatées de la flexure bordière du "paléoshelf" au large du Canada oriental; *Revue de Micropaléontologie*, v. 25, p. 181-219.
- Jansa, L. F. and Wade, J. A. 1975: Geology of the continental margin off Nova Scotia and Newfoundland; in *Offshore Geology of Eastern Canada, Volume 2, Regional Geology*, (ed.) W. J. M. van der Linden and J. A. Wade; Geological Survey of Canada, Paper 74-30, v.