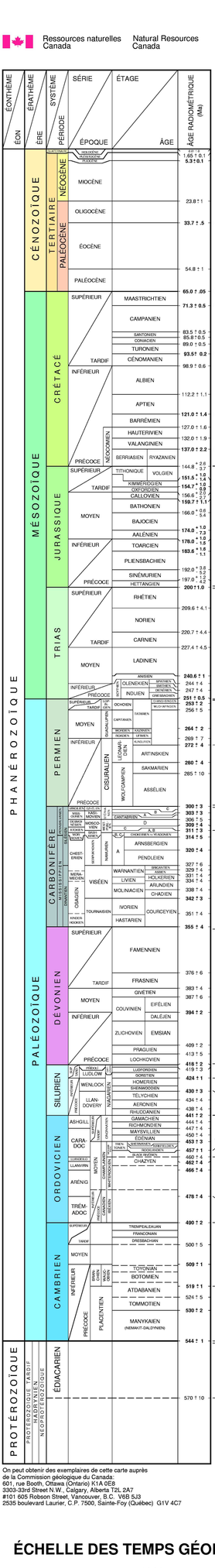
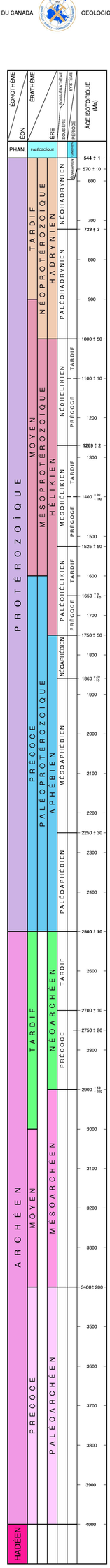
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA

Ressources naturelles Canada Natural Resources Canada





On peut obtenir des exemplaires de cette carte auprès de la Commission géologique du Canada:
601, rue Booth, Ottawa (Ontario) K1A 0E8
3303-33rd Street N.W., Calgary, Alberta T2L 2A7
#101 605 Robson Street, Vancouver, B.C. V6B 5J3
2535 boulevard Laurier, C.P. 7500, Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7

ÉCHELLE DES TEMPS GÉOLOGIQUES

1999

SÉRIE NATIONALE DES SCIENCES DE LA TERRE
ATLAS GÉOLOGIQUE

COORDONNATEUR GÉNÉRAL: A.V. OKULITCH

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
3040
revised / révisé
GEOLOGICAL SURVEY
COMMISSION GÉOLOGIQUE
OTTAWA
10 - 1999

REMARQUES

En raison de l'imprécision des techniques de datation isotopique, de l'instabilité des systèmes minéraux et isotopiques, des relations mal définies entre les unités datées selon des méthodes isotopiques et les strates fossilifères et d'une insuffisance de datations, l'intégration des données stratigraphiques, paléontologiques et radiométriques a traditionnellement nécessité divers traitements statistiques. Lord Rutherford a signalé à ce propos que «Si vous faut recourir à des statistiques pour une expérience, c'est qu'elle aurait dû être mieux faite». Par conséquence, de meilleures expériences sont, et continueront d'être réalisées pour contribuer à la croissance de la base de données permettant d'affiner sans cesse l'échelle géochronologique.

Ces échelles chronostratigraphiques ont été établies pour être utilisées dans les compilations de la géologie du substratum à l'échelle de 1/1 000 000 de l'Atlas géologique du Canada. Elles sont publiées pour favoriser des applications variées et, elles seront mises à jour, à mesure que de nouvelles données seront acquises. Ces échelles contiennent des dates déterminées principalement à partir de systèmes isotopiques stables dans des minéraux extraits de strates dont les âges paléontologiques ont été déterminés avec précision. Ces points de liaison sont imprimés en gras et sont directement adjoints à une source de référence. Les autres dates ont été établies par interpolation interpolation et par des analyses statistiques dans des compilations faites par Gradstein et Ogg(1996). De nouveaux points de liaison ont été utilisés pour ont été utilisés pour ajuster de façon proportionnelle les âges intermédiaires.

L'échelle temporelle du Précambrien repose sur la définition de la Sous-commission de la limite Archéen-Protérozoïque et sur trois définitions d'ères indiquées dans les colonnes, de gauche à droite, par Palmer (1983), Plumb (1991) et Okulitch (1987), respectivement. Les définitions de sous-ère et de période sont tirées d'Okulitch (1987). Les modifications de l'échelle ont été entreprises en utilisant les critères proposés par Douglas (1980) et Okulitch (1987), soit de vastes essaims de dykes mafiques qui sont datés avec précision, restreints sur le plan temporel mais étendus sur le plan spatial.

La nature dualiste (temps/roche) de l'échelle phanérozoïque reflète l'usage classique et fusionne le concept de superposition des strates à celui des âges isotopiques des strates et des corps intrusifs ou métamorphiques. À mesure que progresse la datation des roches intrusives et stratifiées, il est probable que l'on mette davantage l'accent sur une nomenclature temporelle unifiée de telle sorte que les systèmes, séries et étages deviendront caduques.

L'inclusion d'une certaine nomenclature désuète est due à la nécessité de fournir des renvois aux termes autrefois utilisés dans la documentation et qui servaient aux compilations de cartes et aux tableaux de corrélation de l'Atlas géologique. La palette des couleurs des tableaux est conforme aux normes générales sur les couleurs appliquées aux unités lithologiques de l'Atlas. Les échelles chronologiques sont linéaires - 1 mm/1 million d'années pour le Phanérozoïque, 1 mm / 5 million d'années pour le Précambrien, de façon à mieux illustrer les relations temporelles et la durée des événements.

RÉFÉRENCES

Baadsgaard, H., Lerbekmo, J.F. and Wijbrans, J.R.
1993: Multimethod radiometric age for a bentonite near the top of the *Baculites reesidei* zone of southwestern Saskatchewan (Campanian - Maastrichtian stage boundary?). Canadian Journal of Earth Sciences, v. 30, p. 769 - 775.

Bowring, S.A. and Erwin, D.H.
1998: A new look at evolutionary rates in deep time: uniting paleontology and high - precision geochronology. GSA Today, v. 8, no. 9, p. 1 - 8.

Bowring, S.A., Erwin, D.H., Jin, Y.G., Martin, M.W., Davidek, K. and Wang, W.
1998: Geochronology of the end - Permian mass extinction. Science, v. 280, p. 1039 - 1045.

Bowring, S.A., Grotzinger, J.P., Isachsen, C.E., Knoll, A.H., Pelechaty, S., and Kolosov, P.
1993: Calibrating rates of Early Cambrian evolution. Science, v. 261, p. 1293 - 1297.

Bralower, T.J., Ludwig, K.R., Obradovich, J.D. and Jones, D.L.
1990: Berriasian (Early Cretaceous) radiometric ages from the Grindstone Creek section, Sacramento Valley, California. Earth and Planetary Science Letters, v. 98, p. 62 - 73.

Claoué-Long, J.C. Jones, P.L., Roberts, J., and Maxwell, S.
1992: The numerical age of the Devonian - Carboniferous boundary. Geological Magazine, v. 129, p. 281 - 291.

Claoué-Long, J.-C., Compston, W., Roberts, J. and Fanning, C.-M.
1995: Two Carboniferous ages: A comparison of SHRIMP zircon dating with conventional zircon ages and $^{40}Ar/^{39}Ar$ analysis. *In* Geochronology, Time Scales Scales and Global Stratigraphic Correlation, W.A. Berggren, D.V. Kent, M-P. Aubry and J. Hardenbol (eds.). SEPM (Society for Sedimentary Geology), Special Publication 54, p. 3 - 21.

Channell, J.E.T., Rio, D., and Thunell, R.C.
1988: Miocene/Pliocene boundary magnetostratigraphy at Capo Spartivento, Calabria, Italy. Geology, v. 16, p. 1096 - 1099.

Compston, W. and Williams, I.S.
1992: Ion probe ages for the British Ordovician and Silurian stratotypes. *In* Global Perspectives on Ordovician Geology, B.D. Webby and J.R. Laurie (eds.). Balkema, Rotterdam, p. 59 - 67.

Compston, W., Williams, I.S., Kinschviak, J.L., Zhang Zichao, and Ma Guogan
1992: Zircon U-Pb ages for the Early Cambrian time-scale. Journal of the Geological Society, London, v. 149, p. 171 - 184.

Cooper, R.A.
1992: A relative time scale for the early Ordovician derived from depositional rates rates of graptolite shales. *In* Global Perspectives on Ordovician Geology, B.D. Webby and J.R. Laurie (eds.). Balkema, Rotterdam, p. 3 - 20.

Davidek, K., Landing, E., Bowring, S.A., Westrop, S.R., Rushton, A.W.A., Fortey, R.A., and Adrain, J.
1998: New uppermost Cambrian U - Pb dates from Avalonian Wales and the age of the Cambrian - Ordovician boundary. Geological Magazine, v. 135, no. 3, p. 303 - 309.

Douglas, R.J.W.
1980: Proposals for I ime classification and correlation of Precambrian rocks and events in Canada and adjacent rocks of the Canadian Shield; Part 2: A provisional standard for correlating Precambrian rocks. Geological Survey of Canada, Paper 80-24.

Dunning, G.R. and Krogh, T.E.
1991: Stratigraphic correlation of the Appalachian Ordovician using advanced U - Pb zircon geochronology techniques. *In* Advances in Ordovician Geology, C.R. Barnes and S.H. Williams (eds.). Geological Survey of Canada, Paper 90 - 9, p. 85 - 92.

Gradstein, F.M. and Ogg, J.G.
1996 A Phanerozoic time scale. Episodes, v. 19, no. 1 & 2.

Heaman, L.M., Lecheminant, A.N., and Rainbird, R.H.
1990: A U - Pb baddeleyite study of Franklin igneous events, Canada. Geological Association of Canada, Program with Abstracts, v. 15, p. A55.

Heaman, L.M.
1994: 2.45 Ga global mafic magmatism: Earth's oldest superplume? *In* Abstracts of the Eighth International Conference on Geochronology, Cosmochronology, and Isotope Geology, M.A. Lanphere, G.B. Dalrymple, and B.D. Turrin (eds.), United States Geological Survey Circular 1107, p. 132.

Hess, J.C. and Lippolt, H.J.
1986: $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages of tonstein and tuff sanadines: new calibration points for the improvement of the Upper Carboniferous time scale. Chemical Geology (Isotope Geoscience Section), v. 59, p. 143 - 154.

Isachsen, C.E., Bowring, S.A., Landing, E. and Samson, S.D.
1994: New constraint on the division of Cambrian time. Geology, v. 22, p. 496 - 498.

Jenkins, R.J.F.
1984: Ediacaran events: boundary relationships and correlation of key sections, especially in 'Avorica'. Geological Magazine, v. 121, p. 635 - 643.

Jin, Y., Wardlaw, B.R., Glenister, B.F., and Kotyar, G.
1997: Permian chronostratigraphic subdivisions. Episodes, v. 20, no. 1, p. 10-15.

Kimbrough, D.L., Mattinson, J.M., Renne, P.R. and Campbell, J.D.
1994: Middle and late Triassic time scale calibration of the Murihiku Supergroup, Southland, New Zealand. *In* Abstracts of the Eighth International Conference on Geochronology, Cosmochronology, and Isotope Geology, M.A. Lanphere, G.B. Dariymple, and B.D. Turrin (eds.). United States Geological Survey, Circular 1107, p. 171.

Kleffner, M.A.
1989: A conodont-based Silurian chronostratigraphy. Geological Society of America, Bulletin, v. 101, p. 904 - 912.

Kowallis, B.J., Christiansen, E.H., and Deino, A.L.
1990: Age of the Cenomanian - Turonian boundary in the western Interior of the United States. *In* Geological Society of Australia, Abstracts, Seventh International Conference on Geochronology, Cosmochronology and Isotope Geology, no. 27., p. 55.

Landing, E.
1994: Precambrian - Cambrian boundary global stratotype ratified and a new perspective of Cambrian time. Geology, v. 22, p. 179 - 182.

Landing, E., Bowring, S.A., Fortey, R.A., and Davidek, K.L.
1997: U - Pb zircon date from Avalonian Cape Breton Island and geochronologic calibration of the Early Ordovician. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 34, p. 724 - 730.

Landing, E., Bowring, S.A., Davidek, K.L., Westrop, S.R., Geyer, G., and Heldmaier, W.
1998: Duration of the early Cambrian: U - Pb ages of volcanic ashes from Avalon and Gondwana. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 35, p. 329 - 338.

LeCheminant, A.N. and Heaman, L.M.
1989: Mackenzie igneous events, Canada: Middle Proterozoic hotspot magmatism associated with ocean opening. Earth and Planetary Science Letters, v. 96, p. 38 - 48.

McIntosh, W.C., Geissman, J.W., Chapin, C.E., Kunk, M.J., and Henry, C.D.
1992: Calibration of the latest Eocene-Oligocene geomagnetic polarity time scale using $^{40}Ar/^{39}Ar$ dated ignimbrites. Geology, v. 20, p. 459 - 463.

Mundil, R., Brack, P., Meier, M and Oberli, F.
1994: Calibration of time scale and sedimentary cycles: high resolution single-crystal U - Pb age determinations on mid - Triassic tuffs of the southern Alps. *In* Abstracts of the Eighth International Conference on Geochronology, Cosmochronology, and Isotope Geology, M.A. Lanphere, G.B. Dalrymple, and B.D. Turrin (eds.). United States Geological Survey, Circular 1107, p. 171.

Okulitch, A.V.
1987: Proposals for time classification and correlation of Precambrian rocks and events in Canada and adjacent areas of the Canadian Shield: Part 3: A Precambrian time chart for the Geological Atlas of Canada. Geological Survey of Canada, Paper 87 - 23.

Pálfy, J.
1997: Calibration of the Jurassic time scale. Unpublished PhD thesis,The University of British Columbia, Canada.

Palmer, A.J.
1983: The Decade of North American Geology 1983 geologic time scale. Geology, Geology, v. 11, p. 503 - 504.

Plumb, K.A.
1991: New Precambrian time scale. Episodes, v. 13, p. 139 - 140.

Pringle, M.S. and Duncan, R.A.
1995: Radiometric ages of basement lavas recovered at Loen, Wodejebato, MIT, and Takuyo - Daisan Guyots, northwestern Pacific Ocean. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, v. 144, p. 547 - 557.

Renne, P.R., Deino, A.L., Walter, R.C., Turrin, B.D., Swisher, C.C. III, Becker, T.A., Curtis, G.H., Sharp, W.D. and Jaouni, A-R
1994: Intercalibration of astronomical and radioisotopic time. Geology, v. 22, p. 783-786.

Renne, P.R., Zhang, Z., Richards, M.A., Black, M.T., and Basu, A.R.
1995: Synchrony and causal r elations between Permian - Triassic boundary crises and Siberian flood volcanism. Science, v. 269, p. 1413 - 1416.

Riley, N.J., Claoué-Long, J., Higgins, A.C., Owens, B., Spears, A., Taylor, L. and Varker, W.J.
1995: Geochronology and Geochemistry of the European mid - Carboniferous boundary global stratotype proposal, Stonehead Beck, North Yorkshire, U.K. Annales de la Société géologique de Belgique, v. 116, pp. 275 - 289.

Roberts, J., Claoué-Long, J. C., and Foster, C.B.
1996: SHRIMP zircon dating of the Permian System of eastern Australia. Australian Journal of Earth Sciences, no. 43, p. 401 - 421.

Roberts, J., Claoué-Long and J. C., Jones, P.J.
1995a: Australian Early Carboniferous time. *In* Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation, W.A. Berggren, D.V. Kent, M-P. Aubry, and and J. Hardenbol (eds.), SEPM (Society for Sedimentary Geology), Special Publication 54, p. 23 - 40.

Roberts, J., Claoué-Long, J. C., Jones, P.J. and Foster, C.B.
1995b: SHRIMP zircon age control of Gondwana sequences in Late Carboniferous and Early Permian Australia. *In* Non - biostratigraphical Methods of Dating Correlation, R.E. Dunay and E.A. Hailwood (eds.), Geological Society Special Publications, No. 89, p. 145 - 174.

Roden, M.K., Parrish, R.R., and Miller, D.S.
1990: The absolute age of the Elfelian Tioga ash bed, Pennsylvania. Journal of Geology, v. 98, p. 282 - 285.

Samson., S.D., Patchett, P.J., Roddick, J.C., and Parrish, R.R.
1989: Origin and eotonic setting of Ordovician bentonites in North America: isotopic and age constraints. Geological Society of America, Bulletin, v. 101, p. 1175 - 1181.

Swisher, C.C. III, Dingus, L., and Butler, R.F.
1993: $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating and magnetostratigraphic correlation of the terrestrial Cretaceous - Paleogene boundary and Puercan Mammal Age, Hell Creek - Tullock formations, eastern Montana. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 30, p. 1981 - 1996.

Tozer, E.T.
1993: Triassic chronostratigraphic subdivisions considered again. Albertiana, v. 11, p. 32 - 37.

Tucker, R.D., Bradley, D.C., Ver Straeten, C.A., Harris, A.G., Ebert, J.R., and McCutcheon, S.R.
1998: New U - Pb zircon ages and the duration and division of Devonian time. Earth and Planetary Science Letters, v. 158, p. 175 - 186.

Tucker, R.D., Krogh, Ross, R.J. Jr., and Williams, S.H.
1990: Time - scale calibration by high - precision U - Pb zircon dating of interstratified volcanic ashes in the Ordovician and Lower Silurian stratotypes of Britain. Earth and Planetary Science Letters, v. 100, p. 51 - 58.

Tucker, R.D. and McKerrow, W.S.
1995: Early Paleozoic geochronology: A review in light of new U - Pb zircon ages from Newfoundland and Britian. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 32, p. 368 - 379.

Van Staal, C.R. and Sullivan, R.W.
1992: Significance of U - Pb zircon dating of silicic volcanic rocks associated with the Brunwick - type massive sulphide deposits of the Tetagouche Group. Geological Association of Canada, Program with Abstracts, v. 17, p. A112.

Compilation, cartographie et traitement de l'image numérique par A.V. Okulitch, Commission géologique du Canada (Vancouver)

Publiée en 1999

Also available in English

Notation bibliographique conseillée:
Okulitch, A.V.
1999: Échelle des temps géologiques, 1999. Commission géologique du Canada, Dossier Public 3040 (Série nationale des sciences de la Terre, Atlas géologique) - RÉVISION

Canada