

# Géochimie des shales noirs de la Formation de Macasty dans le bassin d'Anticosti : résultats préliminaires

Janice Pedro, Keiko Hattori, et André Desrochers

Département des sciences de la Terre, Université d'Ottawa,  
140, Louis-Pasteur, Ottawa, ON, Canada, K1N 6N5



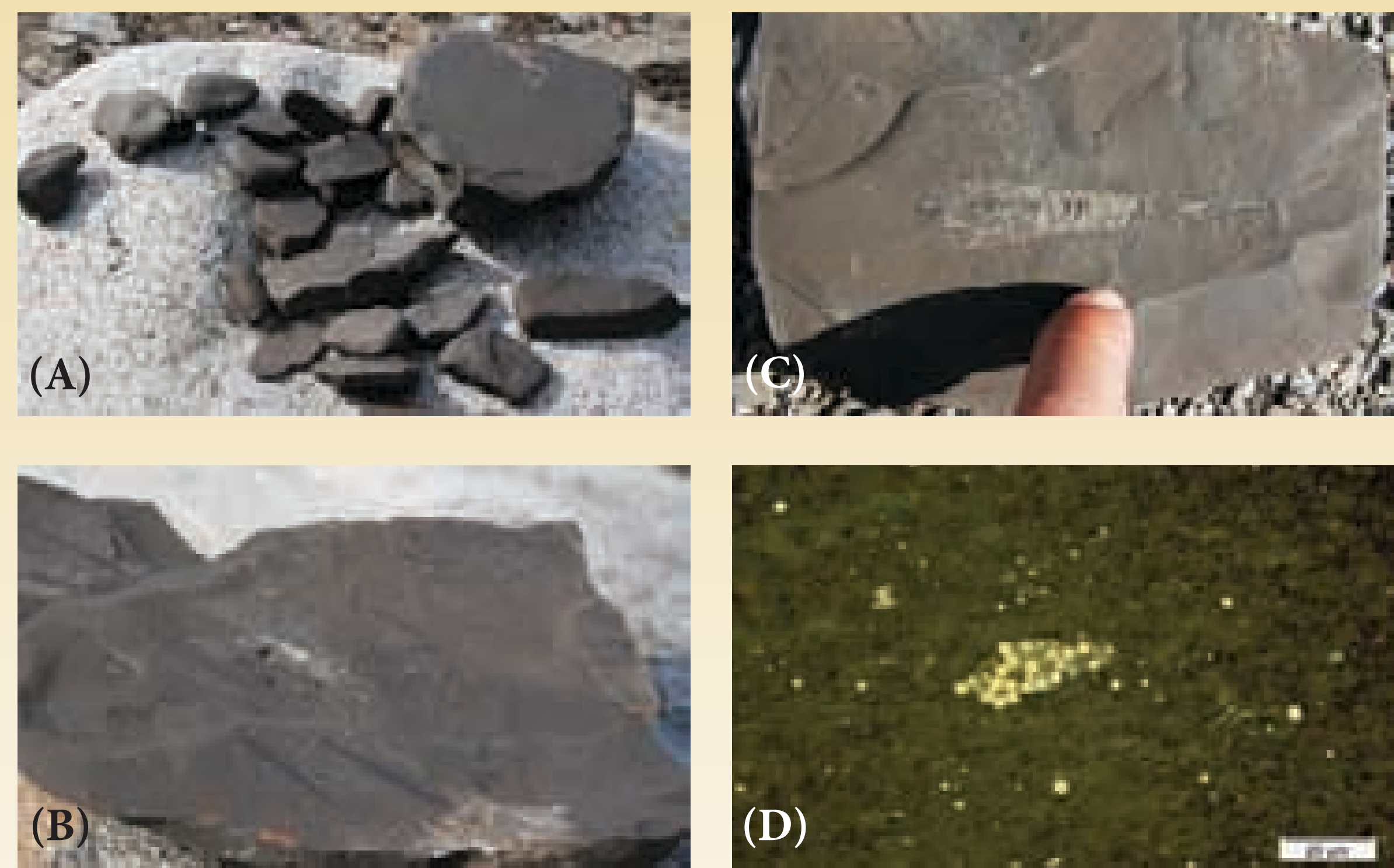
## Résumé

À partir d'échantillons de drift glaciaire pris sur la côte nord-ouest de l'Île d'Anticosti, la composition minéralogique des shales noirs du Macasty montre une abondance de particules fines de quartz cimentées de calcite avec une forte teneur en matière organique et une présence ubiquiste de pyrite. Ces shales noirs sont peu différenciés par rapport au shale-type du continent nord-américain (NASC). Les shales sont enrichis en U, As, Se, Cu, Sb et Pb. La composition isotopique du soufre (pyrite) varie de -2 ‰ à +0,1 ‰, suggérant que le milieu de déposition de ces shales a maintenu des conditions réduites, pauvres en oxygène, et permis l'accumulation et la préservation du carbone organique et des métaux sensibles aux conditions redox. La composition isotopique de la calcite varie de -2,8 ‰ à -2,1 ‰ pour le  $\delta^{13}\text{C}$  et de -10,4 ‰ à -8,6 ‰ pour le  $\delta^{18}\text{O}$  par rapport au standard PDB et celle du carbone organique varie de -29,3 ‰ à -22,1 ‰. Ces valeurs, similaires à celles trouvées dans les roches ordoviciennes de la région, suggèrent que la composition isotopique de la calcite a légèrement été modifiée au cours de la diagenèse à des températures autour de 50 à 70°C, ou était sous l'influence des eaux de surface. Leur composition isotopique en Nd ( $\epsilon_{\text{Nd}}$ ) suggère une source provenant de roches ignées granitiques d'âge Protérozoïque (~ 1300-1390 Ma), lesquelles se retrouvent en abondance au nord dans la province de Grenville.

## Objectifs et méthodes

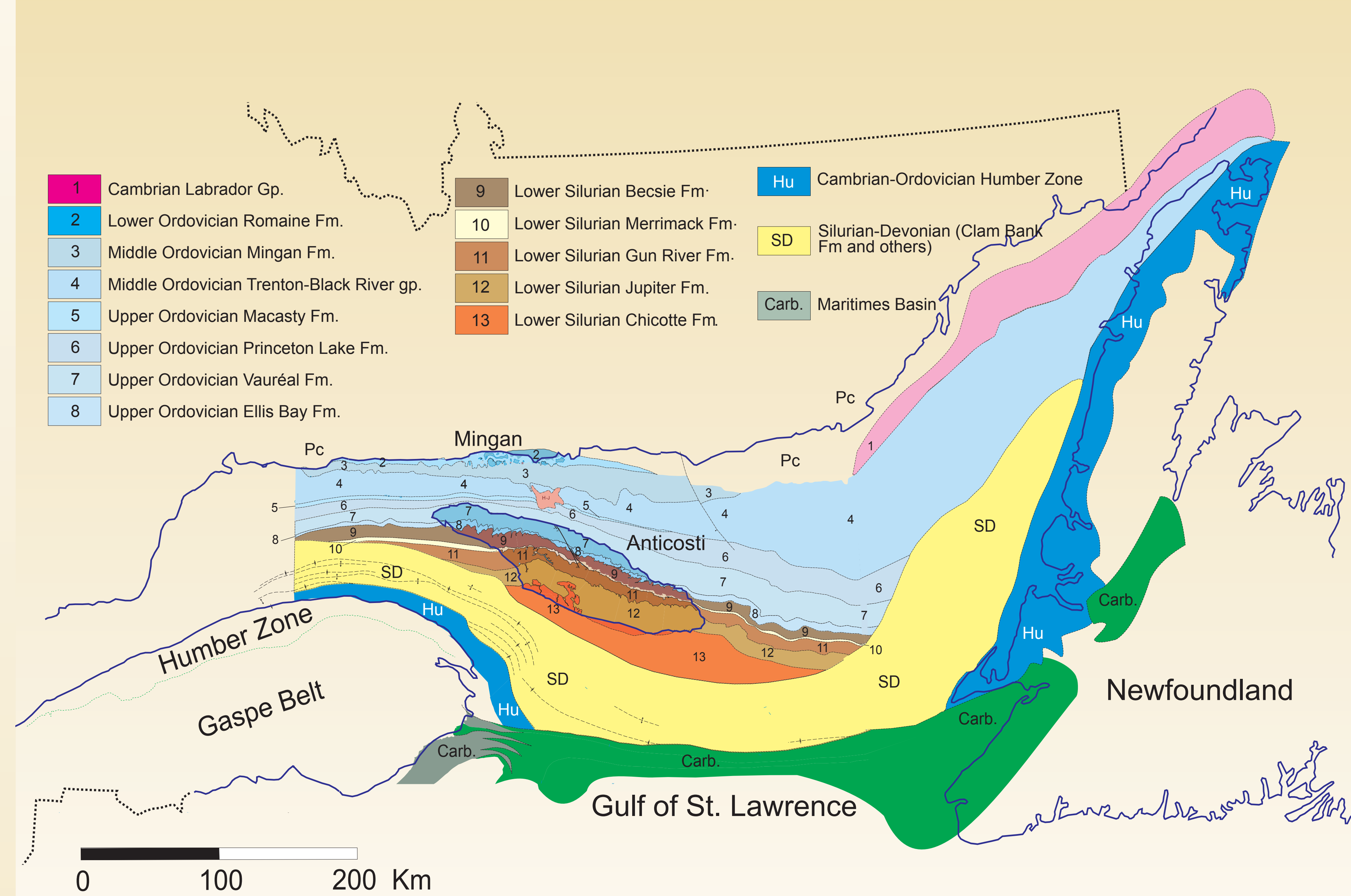
Ce projet a pour principaux objectifs d'établir la provenance et les conditions physicochimiques du milieu de déposition des shales noirs de la Formation de Macasty. Les méthodes d'analyse comprennent : i) une étude pétrographique en lames minces, ii) une analyse des isotopes stables en oxygène, en carbone, et en soufre de la calcite et la pyrite présents dans les shales noirs du Macasty en utilisant par flux continu un Gas Bench couplé à un spectromètre de masse à ratio isotopique DeltaPlus XP, et iii) la mesure de leurs éléments majeurs-traces par spectrométrie à fluorescence (XRF) et de masse (ICP-MS).

## Lithofaciès et Microfaciès



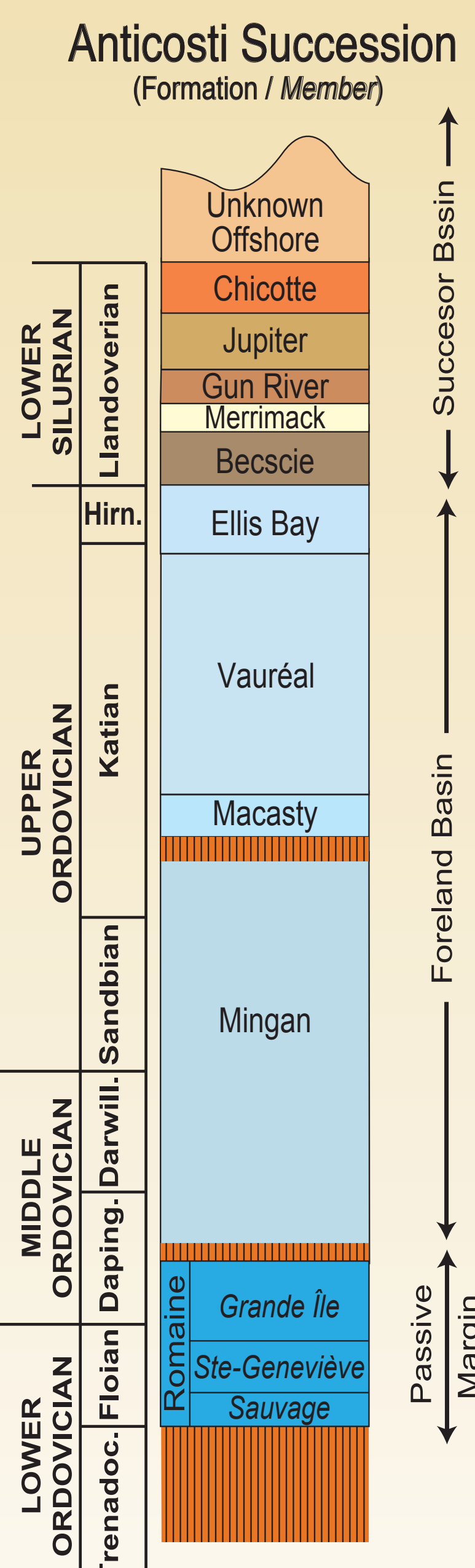
(A) Photo de terrain montrant des blocs et de gros cailloux erratiques de shale noir de la Formation de Macasty échantillonnés le long de la Baie du Grand Makasti dans le secteur nord-ouest de l'Île d'Anticosti. (B) Fragment d'un bloc erratique de shale noir de la Formation de Macasty montrant plusieurs graptolites. (C) Fragment d'un bloc erratique de shale noir de la Formation de Macasty montrant des coquilles pyritisées de céphalopode. (D) Photomicrographie représentative des shales noir du Macasty avec des petits agrégats de pyrite sous forme framboïdale dans la matrice.

## Géologie



Carte géologique de la région du golfe Saint-Laurent de l'Île d'Anticosti à Terre-Neuve. La carte montre la distribution des formations (Ordovicien-Silurien) formant la Plate-Forme du Saint-Laurent; ces formations sont recouvertes en discordance par des unités plus jeunes du Silurien tardif à Dévonien (SD) ou structurellement par des roches de la zone de Humber (Cambro-Ordovicien). Carte modifiée de Lavoie et al. (2009).

## Stratigraphie



Stratigraphie de la Plate-Forme du Saint-Laurent dans le secteur de l'Île d'Anticosti avec le contexte tectonostratigraphique. Nomenclature stratigraphique modifiée de Lavoie et al. (2009).

## Géochimie : données

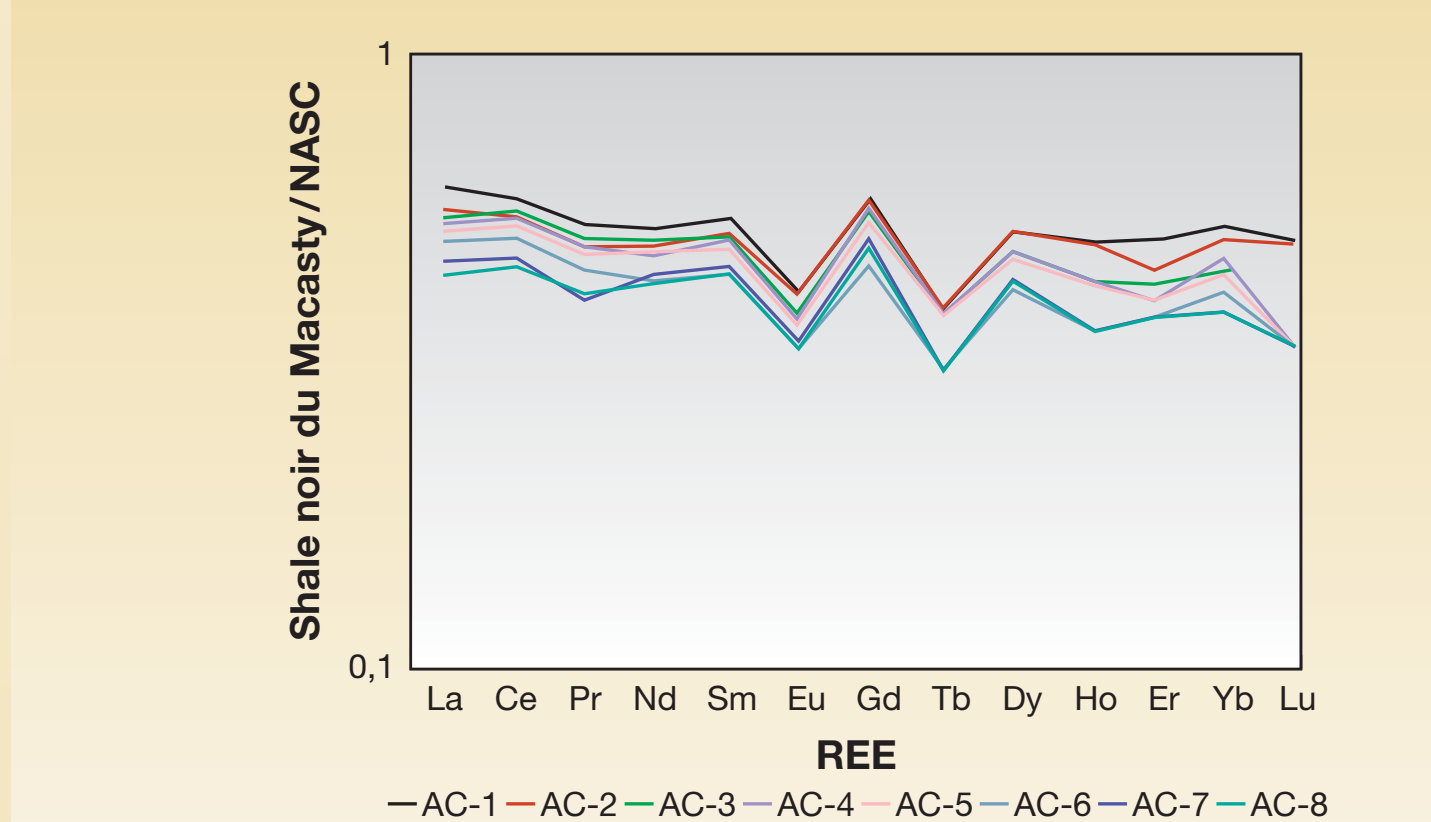


Figure 1) La géochimie des shales noirs de la Formation de Macasty est caractérisée par un patron de REE assez similaire à celui du shale-type du continent nord-américain (NASC, valeurs selon Gromet et al., 1984).

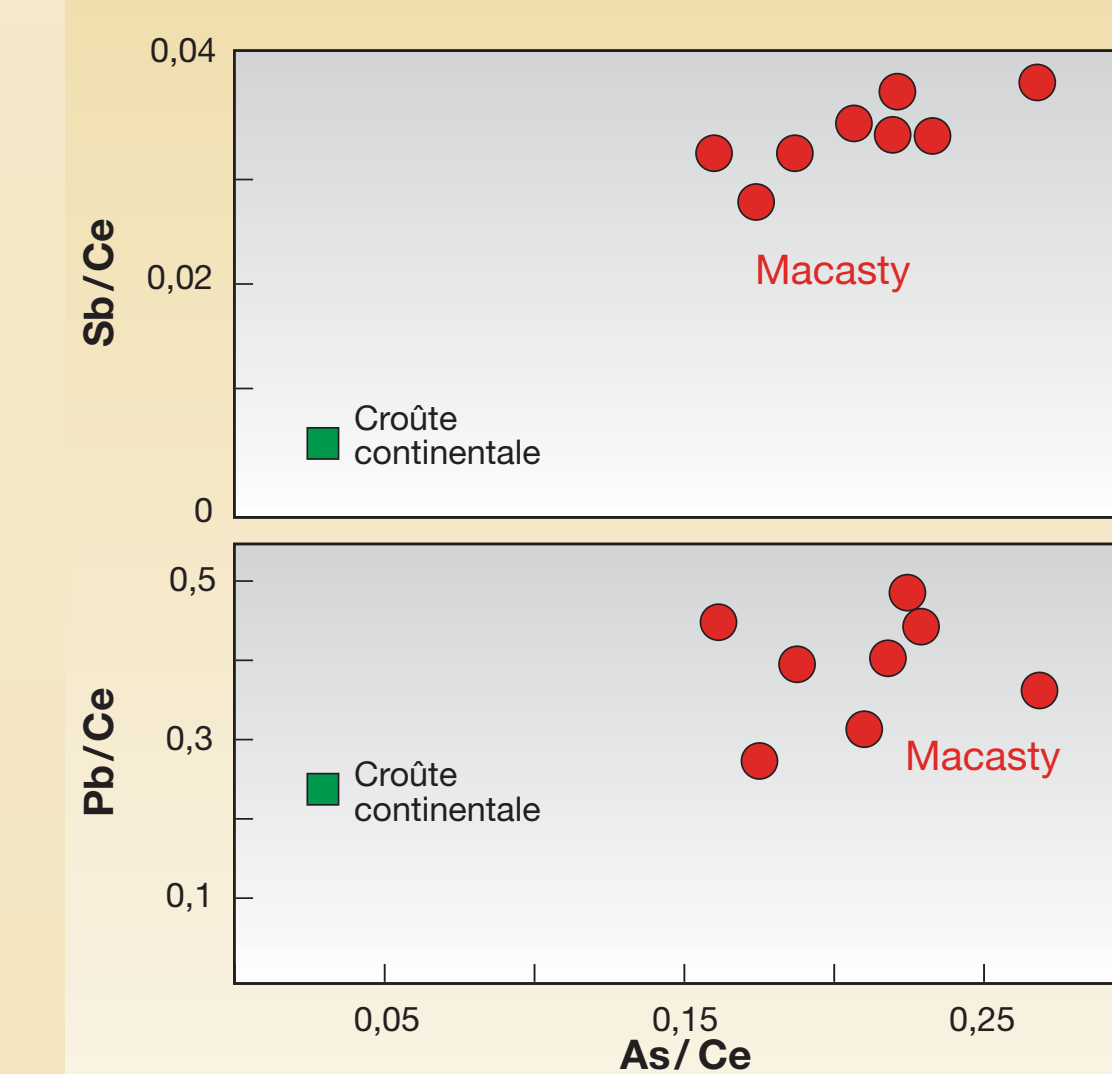


Figure 3) Les shales noirs du Macasty montrent, par rapport à la croûte continentale (Taylor and McLennan, 1985), un enrichissement en arsenic (As), en plomb (Pb), et en antimoine (Sb).

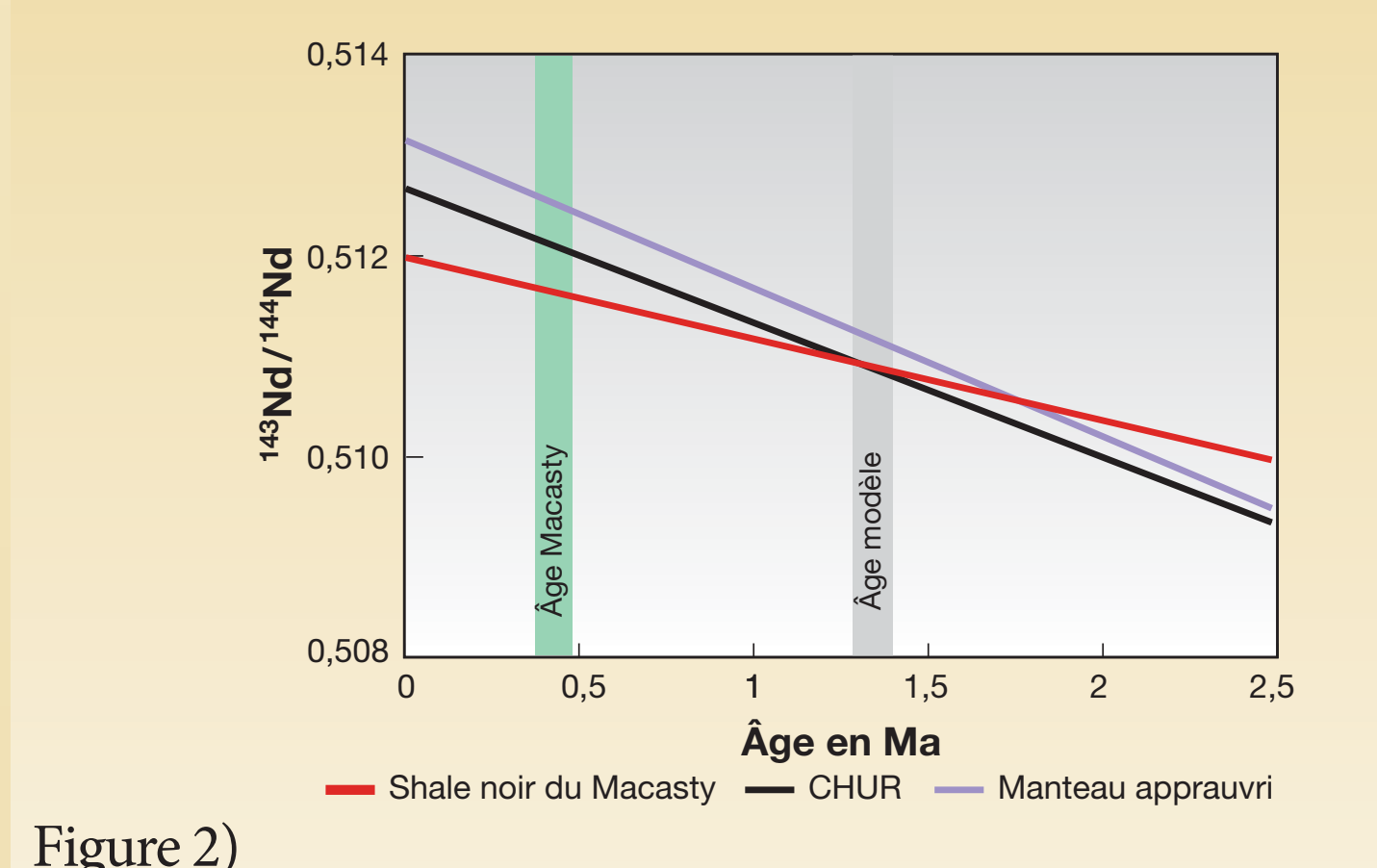


Figure 2) Le rapport  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  en fonction du temps (en milliards d'années) pour le modèle CHUR (« Chondritic Uniform Reservoir ») en noir et du manteau appauvri en mauve (d'après Allègre et al., 1983) montre une évolution linéaire typique. Pour un échantillon présentant un rapport  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  actuel différent de 0,512638 (CHUR), il est possible de recalculer l'âge pour lequel les rapports  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  sont identiques. Pour les shales noirs du Macasty en rouge, cet âge correspond à 1,3-1,4 Ga, il s'agit ici d'un âge modèle.

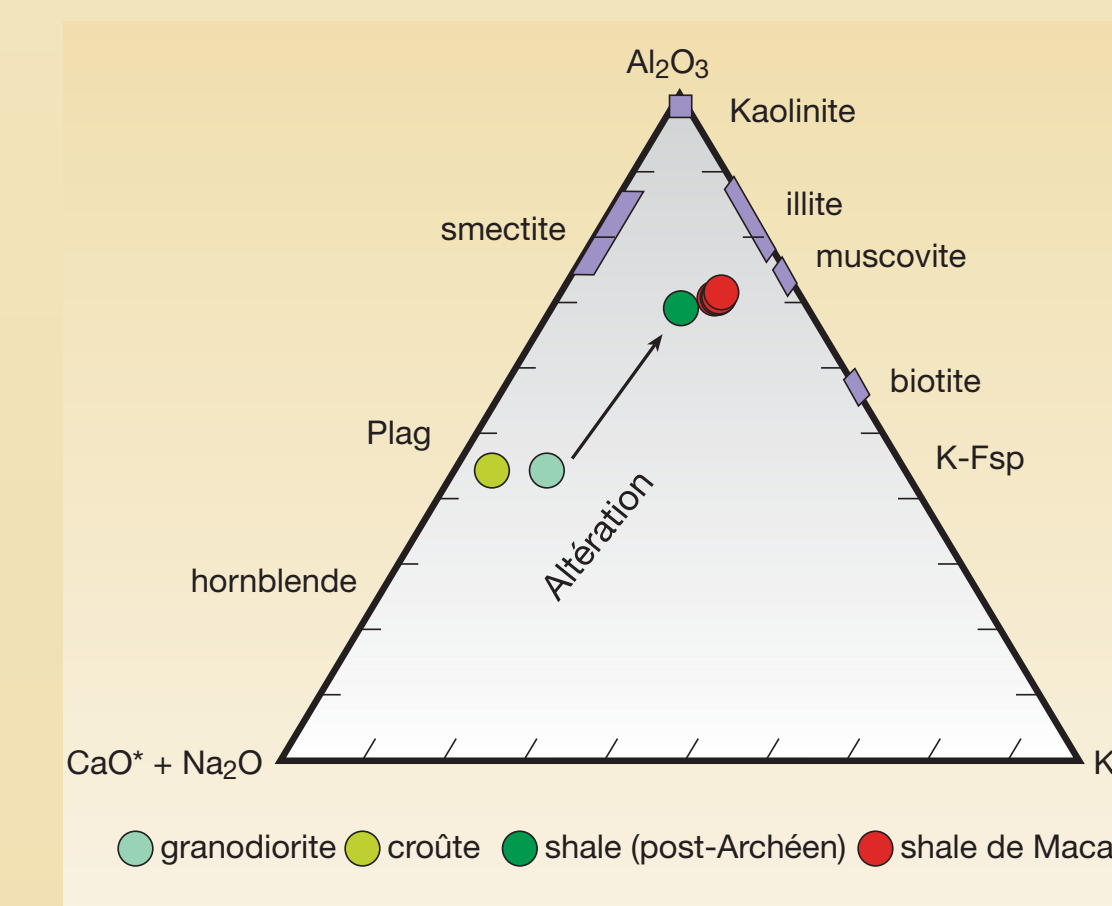


Figure 4) Le diagramme ternaire  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{K}_2\text{O}$ - $(\text{Na}_2\text{O} + \text{CaO})$  montre que la composition des shales noirs du Macasty se positionne près du pôle  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

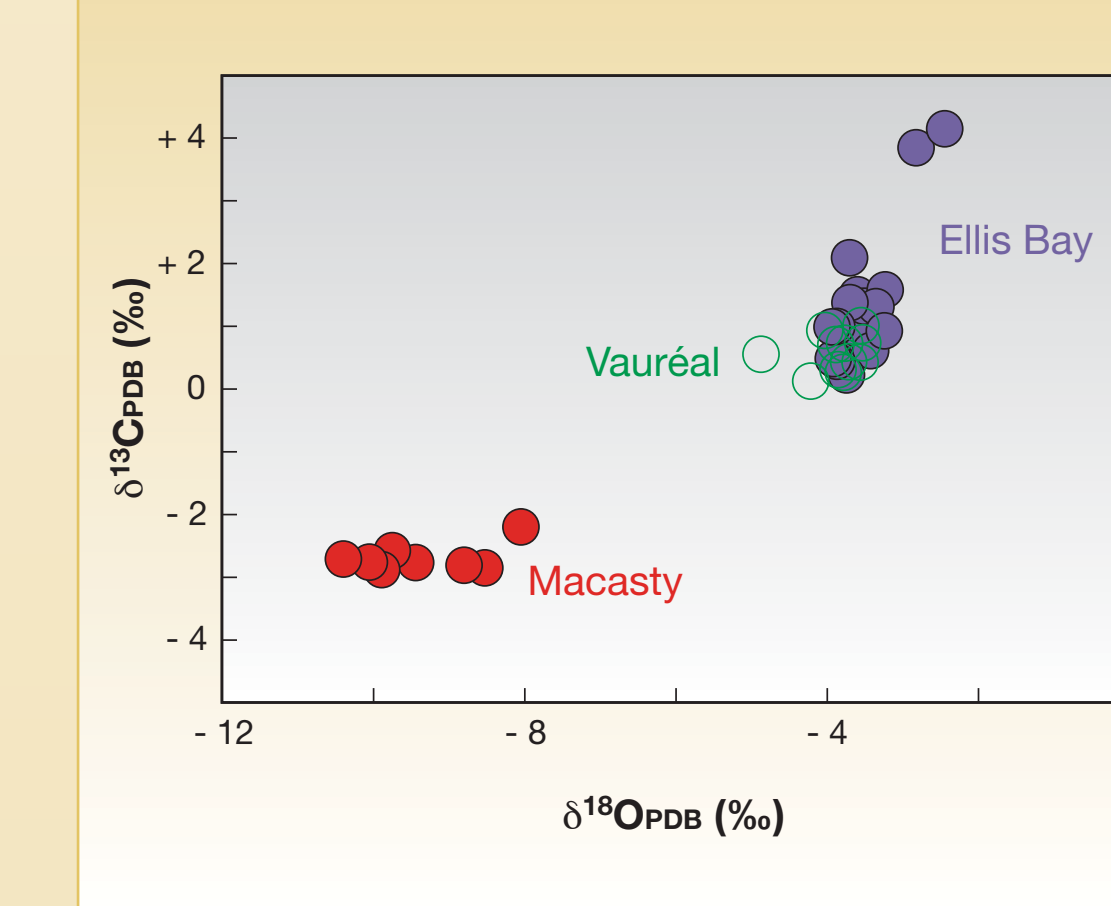


Figure 5) La composition isotopique de la calcite dans les shales noirs du Macasty est appauvrie en  $\delta^{13}\text{C}$  (-2,8 ‰ à -2,1 ‰)  $\delta^{18}\text{O}$  (-10,4 ‰ à -8,6 ‰) par rapport aux calcaires ordoviciens affleurant sur l'Île d'Anticosti (formations de Vauréal et d'Ellis Bay; Wickson, 2010).

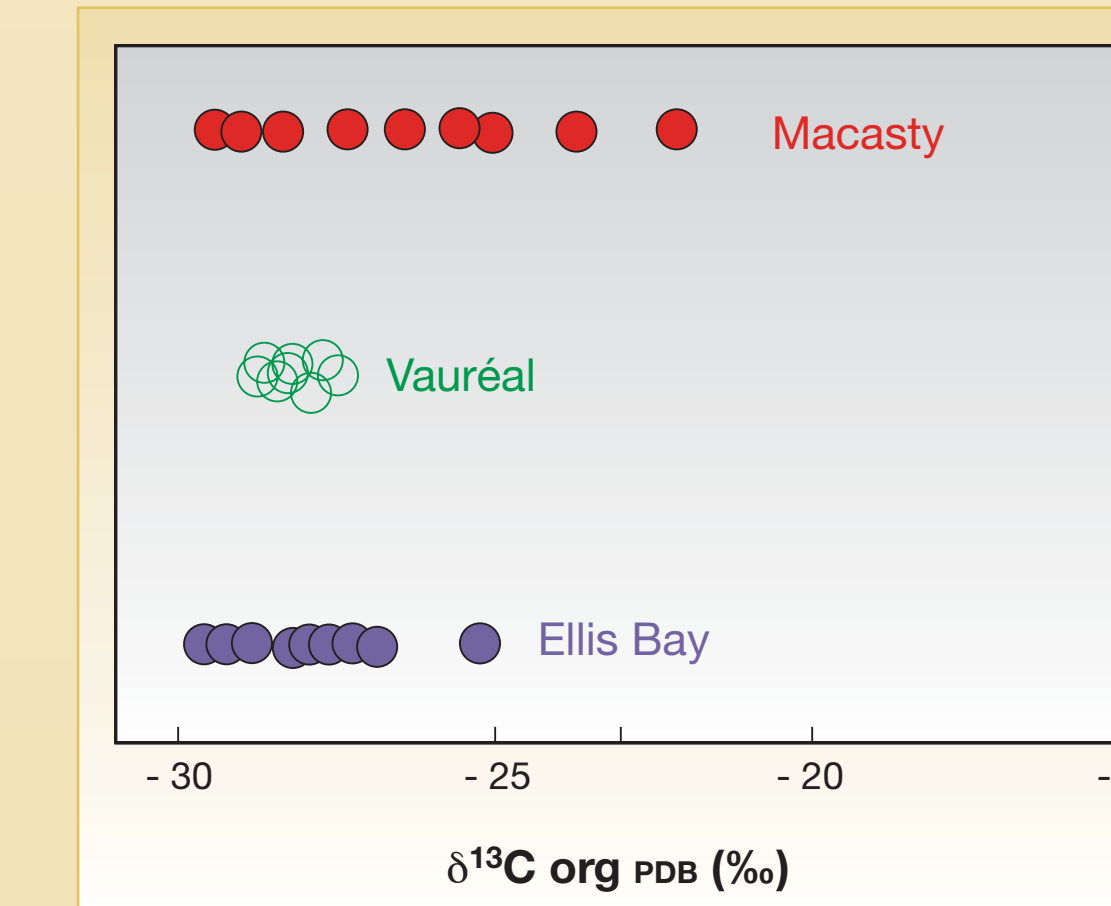


Figure 6) La composition isotopique du carbone organique dans les shales noirs du Macasty varie de -29,3 ‰ à -22,1 ‰ et montre une plus grande variabilité que celle observée dans les calcaires ordoviciens affleurant sur l'Île d'Anticosti (formations de Vauréal et d'Ellis Bay; Young et al., 2010).

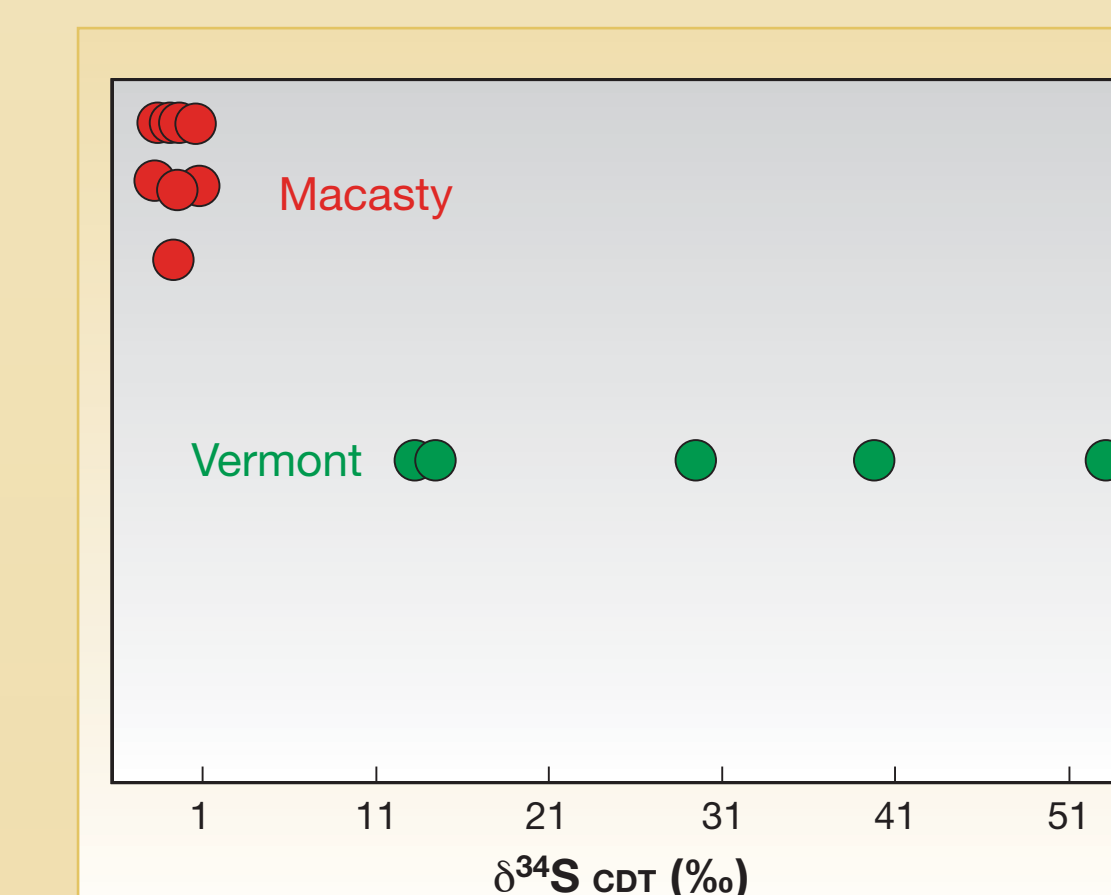


Figure 7) La composition isotopique en soufre de la pyrite dans les shales noirs du Macasty varie de -2,41 ‰ à +0,11 ‰ et est appauvrie par rapport à d'autres shales noirs ordoviciens situés au Vermont (Thompson et al., 2011).

## Géochimie : interprétation

La géochimie des shales noirs de la Formation de Macasty montre que :

- leur composition est similaire aux roches formant la partie supérieure de la croûte continentale selon les patrons de REE (figure 1).
- leur source proviendrait de roches ignées granitiques d'âge Protérozoïque (1,3-1,4 Ga) situées au nord dans la province géologique du Grenville selon le rapport isotopique en Néodyme (figure 2).
- leur milieu sédimentaire était fortement réducteur, donc pauvre en oxygène, ce qui a permis l'accumulation et la préservation du carbone organique et de métaux sensibles aux conditions redox (figure 3).
- leur composition est similaire aux shales port-Archéens; donc dérivée de l'altération de roches exposées à la surface de la croûte continentale selon le diagramme ternaire (figure 4).
- leur composition isotopique a été légèrement modifiée sous un faible régime thermique d'enfouissement ne dépassant pas les 50 à 70°C ou encore était sous l'influence des eaux météoriques pendant la diagenèse selon la géochimie (figures 5 et 6).
- leur milieu de déposition avait une alimentation, légèrement restreinte, en eau de mer selon le  $\delta^{34}\text{S}$  (figure 7).

## Travaux en cours

Au-delà de caractériser la minéralogie et la géochimie, nos résultats montrent qu'une approche chemostratigraphique (isotope du carbone, géochimie des éléments mineurs et traces) peut aussi servir à des corrélations de haute résolution dans les shales noirs du Macasty, d'apparence monotone à l'échelle du bassin.

## Références

Allègre, C.J., Hart, S.R. et Minster, J.F., 1983. Chemical structure and evolution of the mantle and continents determined by inversion of Nd and Sr isotopic data, II: numerical experiments and discussion. *Earth and Planetary Science Letters*, 66, 191-213.

Gromet, L.P., Dymek, R.F., Haskin, L.A., and Korotev, R.L., 1984. The « North American shale composite »: Its compilation, major and trace element characteristics. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48, 2469-2482.

Lavoie, D., Pinet, N., Dietrich, J., Hannigan, P., Castonguay, S., Hamblin, A.P., and Giles, P., 2009. Petroleum resource assessment, Paleozoic successions of the St. Lawrence Platform and Appalachians of eastern Canada. Geological Survey of Canada, Open File 6174, 273pp.

Taylor, S. R. et McLennan, S. M., 1985. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell Scientific, 312 pp.

Thompson, A., Ryan, P.C., Hattori, K.H., Jonathan, K., 2011. Geochemical and sulphur isotope analysis of Taconic slates: Implications for arsenic source and mobility in a bedrock aquifer system. *Geological Society of America, Northeastern Section Meeting, Abstract, Paper 186323*.

Wickson, S., 2010. High-resolution carbon isotope stratigraphy of the Ordovician-Silurian Boundary on Anticosti Island, Québec: regional and global implications. University of Ottawa, M. Sc. thesis.

Young, S., Saltzman, M., Ausich, M., Desrochers, A., et Kaljo, D., 2010. Did changes in the atmospheric CO<sub>2</sub> coincide with latest Ordovician glacial-interglacial cycles? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 296, 376-388.

## Remerciements

La présente étude représente un projet de fin d'études au baccalauréat par J. Pedro. Les auteurs remercient le soutien financier du conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et de l'Université d'Ottawa.