

Le craton de Terre Adélie – George V Land, East Antarctique :

un témoin du supercontinent Rodinia

René-Pierre Ménot⁽¹⁾, Anne Pelletier⁽¹⁾, Olivier Monnier⁽¹⁾, Jean Jacques Peucat⁽²⁾, André Giret⁽¹⁾

(1) Université Jean Monnet, UMR CNRS 6524, 42023 – Saint Etienne cedex 02

(2) Géosciences Rennes, UMR CNRS 6118, 35042 – Rennes cedex

(d'après l'article publié dans *Géologues*, 2003, n°137, pp. 52-57)



Figure 1

Carte schématique du bouclier Est-Antarctique.

Les zones verte correspondent à des formations structurées au Paléoprotérozoïque (environ 1.7Ga)

En comparaison avec d'autres régions de l'Est Antarctique (Enderby Land, Dronning Maud Land, etc...) (Fig. 1), le socle de Terre Adélie – Georges V Land (TA-GVL) n'affleure que dans des zones étroites et discontinues le long de la côte. Ces zones correspondent à trois grands archipels : Pointe Géologie (140°E, 66.6°S), Port Martin (141.2°E, 66.5°S) et East Commonwealth Bay (143.3°E, 67°S) où se situent respectivement la base française opérationnelle de Dumont d'Urville et les bases historiques françaises et australiennes de Port Martin et de Cape Denison. D'autres pointements côtiers sont connus, d'Ouest en Est, à Rocher X (136.4°E), Rocher Janet (139.2°E), Cap

Jules (140.3°E), Cap Bienvenue (140.7°E), Cape Hunter (142.1°E). Enfin, quelques nunataks apparaissent sur le continent, au niveau de East Commonwealth Bay, sur la rive gauche du Glacier Mertz : Madigan Nunatak (143.3°E, 67.1°S), Aurora Peak (144.1°E, 67.2°S), Mt Correll (144.2°E, 67.3°S), Mt Murchison (144.2°E, 67.2°S) (fig. 2).

Il s'agit également d'une région peu étudiée du point de vue géologique : La première exploration par les Expéditions Antarctiques Australiennes (AAE) dirigées par Sir D. Mawson a conduit à la description de la partie orientale du

secteur (East Commonwealth Bay). Cette description remarquable concerne en particulier le socle métamorphique (Stillwell, 1918 ; Tilley, 1923) et les moraines (Kleeman, 1940 ; Glastonbury, 1940). La seconde période débute dans les années 1950-1960 avec les Expéditions Polaires Françaises et dans la partie occidentale, Pointe Géologie et Port Martin (Aubert de la Rüe et Tchernia, 1951 ; Heurtebize, 1952 a et b ; Bellair, 1961 a et b ; Bellair et Delbos, 1962). Elle est

marquée par un inventaire pétrologique et une première cartographie des secteurs de Port Martin (Heurtebize, 1952 a et b) et de Pointe Géologie (Bellair, 1961a et b) et par les premières datations (Bellair et Delbos, 1962) à 1.5 Ga des filons granitiques les plus récents qui postdatent toute l'évolution tectonique et métamorphique. Par ailleurs, les moraines ont fait l'objet d'une étude exhaustive (Monbeig-Andrieu et Cailleux, 1962) ainsi que les sédiments côtiers (Chamley, 1965).

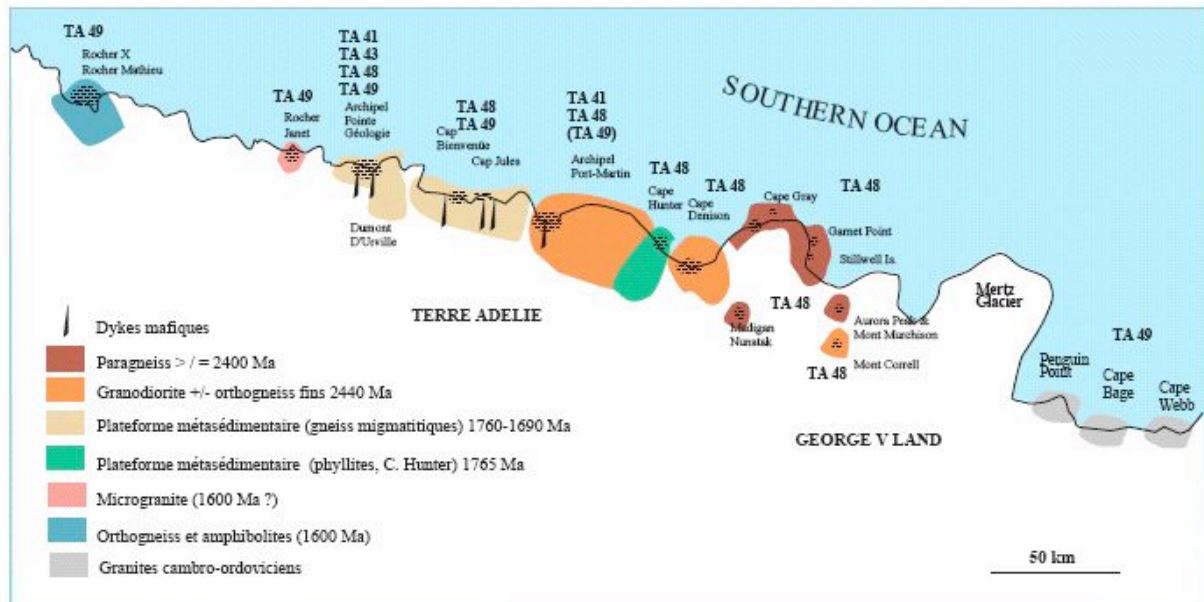


Figure 2

Carte schématique des formations lithologiques du Craton de Terre Adélie

(d'après Pelletier, 2001, modifiée). TA XX : chronologie des différentes expéditions polaires françaises (TA 41 = 1991) et secteurs étudiés lors de ces expéditions.

Plus récemment, une étude cartographique sur Cape Denison a été menée par Stüwe (1988), dont les résultats, associés aux données bibliographiques antérieures (cf. supra) ont permis une première synthèse géologique régionale (Stüwe et Oliver, 1989). Ces auteurs décrivent une évolution tectonométamorphique polycyclique de l'Archéen au Néoprotérozoïque (panafricain). A partir de 1991, des programmes successifs, soutenus par l'Institut Polaire Paul Emile Victor (IPEV) ont conduit à une exploration et une cartographie systématiques du socle TA – GVL, à sa caractérisation thermomécanique et au balisage géochronologique de son évolution. Ces travaux et résultats présentés ici, ont été initiés par le Département de Géologie- Pétrologie de l'Université de Saint Etienne (UMR CNRS 6524) et sont le fruit d'une collaboration suivie avec Géosciences Rennes (UMR CNRS 6118), le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (UMR CNRS 736) et l'Australian National University à Canberra.

Le socle de Terre Adélie – George V Land (TA – GVL) correspond à un « collage tectonique » d'âge paléoprotérozoïque associant deux types d'unités lithotectoniques : des unités U1 d'âge archéen à paléoprotérozoïque précoce formées d'ortho et de paragneiss et des unités U2 d'âge paléoprotérozoïque de nature essentiellement métasédimentaire (Monnier, 1995 ; Monnier *et al.*, 1996). Les premières sont essentiellement situées à l'Est de la région (de Port Martin à East Commonwealth Bay) et les autres à l'Ouest, de Rocher X à Cap Jules, ainsi qu'à Cape Hunter. (fig. 2 et 3a). Les différentes unités sont séparées par des couloirs de cisaillements, généralement dextres, sub-verticaux et de direction N30 (Ménot *et al.*, 1995 ; Monnier *et al.*, 1996 ; Kleinschmidt et Talarico, 2000 ; Pelletier, 2001). Ce craton semble limité à l'Est, au niveau du Glacier Mertz, par une ceinture orogénique paléozoïque marquée par des granitoïdes fini-cambriens (Cape Webb) (Fanning *et al.*, 2002).

(U-Pb : 1.76 à 1.72 Ga) et que le pic métamorphique se développe peu après à 1.69 Ga (U-Pb monazites) pour atteindre les conditions de la croûte inférieure et moyenne à Pointe Géologie – Cap Jules (750-700°C et 0.6 – 0.4 GPa) et de la croûte supérieure à Cape Hunter (500-550 °C et 0.4 +/- 0.2 GPa ; Oliver et Fanning, 1997). A Pointe Géologie le pic métamorphique s'accompagne d'une anatexie crustale importante, d'un polyphasage tectonique et de la mise en place de magmas basiques, témoins d'une fusion mantellique (fig. 4).

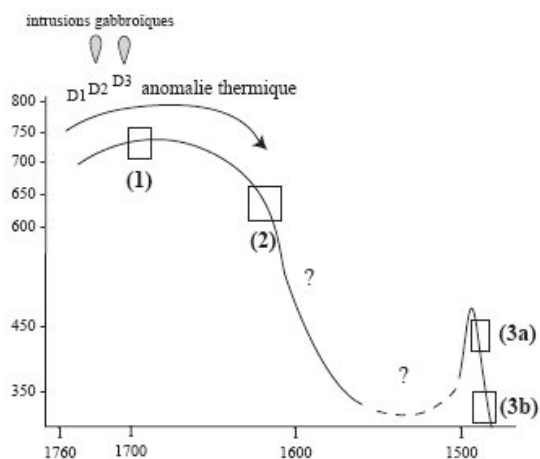


Figure 4

Evolution Température / temps

déduite de l'étude thermobarométrique et géochronologiques des métasédiments de Pointe Géologie (modifié d'après Peucat *et al.*, 1999b et Pelletier, 2001) : (1) âges U-Pb sur monazite et zircon; (2) âges Sm-Nd sur grenats; (3) âges Rb-Sr (a) sur muscovite et (b) sur biotite (Peucat *et al.*, 1999).

Ainsi l'évolution thermomécanique de la croûte paléoprotérozoïque se caractérise par une durée très courte entre le dépôt sédimentaire et le pic métamorphique, par un contexte de haute température et basse pression et par la persistance inhabituelle d'une anomalie thermique (Fig. 4). Une telle évolution, d'abord interprétée en termes d'amincissement lithosphérique majeur (Monnier, 1995) a pu être ré-examinée grâce à une étude structurale précise (Pelletier, 2001) rendue possible par l'utilisation des diverses fonctions du GPS qui permettent de s'affranchir de la boussole inutilisable au niveau du Pôle magnétique. Il s'agirait d'une évolution orogénique particulière avec un épaississement crustal faible, limité par un important fluage gravitaire lié à un régime thermique élevé.

En effet, les cartes des trajectoires de foliations et des linéations montrent l'existence de deux types de structures ductiles, sous la forme de dômes et de zones de cisaillement verticales subméridiennes à N30, toutes deux contemporaines de l'épisode thermique et anatectique (Fig. 3b et 3c) (Peucat *et al.*, 1999b ; Pelletier, 2001). Ces

structures traduisent un contexte transpressif global, les dômes résultant d'un fluage longitudinal, sub-parallèle à la direction des zones de cisaillement (Pelletier *et al.*, 2002a). De telles caractéristiques structurales (dômes / zones de cisaillement) et thermomécaniques (climat HT-BP à MP) sont symptomatiques de nombreux domaines paléoprotérozoïques et pourraient refléter un comportement et des propriétés de la lithosphère spécifiques de la période paléoprotérozoïque.

L'agrégation tectonique des unités archéennes U1 et paléoprotérozoïques U2 est contemporaine de cette tectonique transpressive. Les âges radiométriques les plus jeunes (Rb-Sr, biotite et muscovite : 1.5 Ga) représentent soit la fin d'un événement thermique exceptionnellement long (0.2 Ga) soit, plus probablement, un épisode de réchauffement distinct (Peucat *et al.*, 1999b) (Fig. 4). Cette dernière proposition s'accorde bien avec la découverte de rhyolites, en galets dans les formations morainiques de Terre Adélie. Elles présentent un âge (1.6 Ga) et des caractéristiques pétrologiques similaires à celles des roches plutono-volcaniques du Gawler Range en Australie du Sud et témoignent, comme ces dernières, d'une fusion crustale importante et donc d'une anomalie thermique significative vers 1.6 Ga (Peucat *et al.*, sous presse).

Le craton de Terre Adélie présente un caractère « exotique » au sein du bouclier est antarctique. Structuré à la fin de l'Archéen et au Paléoprotérozoïque, il est cratonisé très tôt (1.5 Ga) et n'est pas affecté par les orogènes grenvillien et panafricain. Il représente ainsi un fragment préservé du supercontinent Rodinia, ce fragment peut être élargi, au sein du Mawson Block (Fanning *et al.*, 1995), à d'autres secteurs, maintenant intégrés à la chaîne trans-antarctique (fig. 1) et au Craton Gawler (Australie du Sud) (Fig. 5). Les corrélations entre les cratons de Terre Adélie et du Gawler ont été précisées sur la base d'arguments géochronologiques, de continuités lithologique, orogénique (Oliver *et al.*, 1983 ; Fanning *et al.*, 1995 ; Oliver et Fanning, 1997, 1999 ; Fanning *et al.*, 2002 ; Peucat *et al.*, sous presse) et structurales (Pelletier, 2001 ; Pelletier *et al.*, 2002b). Ce fragment préservé de Rodinia a ensuite participé à l'agrégation du Gondwana oriental (Est Antarctique, Australie, ...) vers 1.2 à 1.0 Ga.

Par ailleurs, le socle de Terre Adélie constitue, grâce à l'exceptionnelle qualité des affleurements, un remarquable laboratoire naturel. Il est, en effet, possible d'y étudier la répartition spatiale et temporelle des fluides dans la croûte moyenne et profonde, et d'évaluer le rôle fondamental, joué par les hétérogénéités de distribution, sur les processus de fusion partielle et

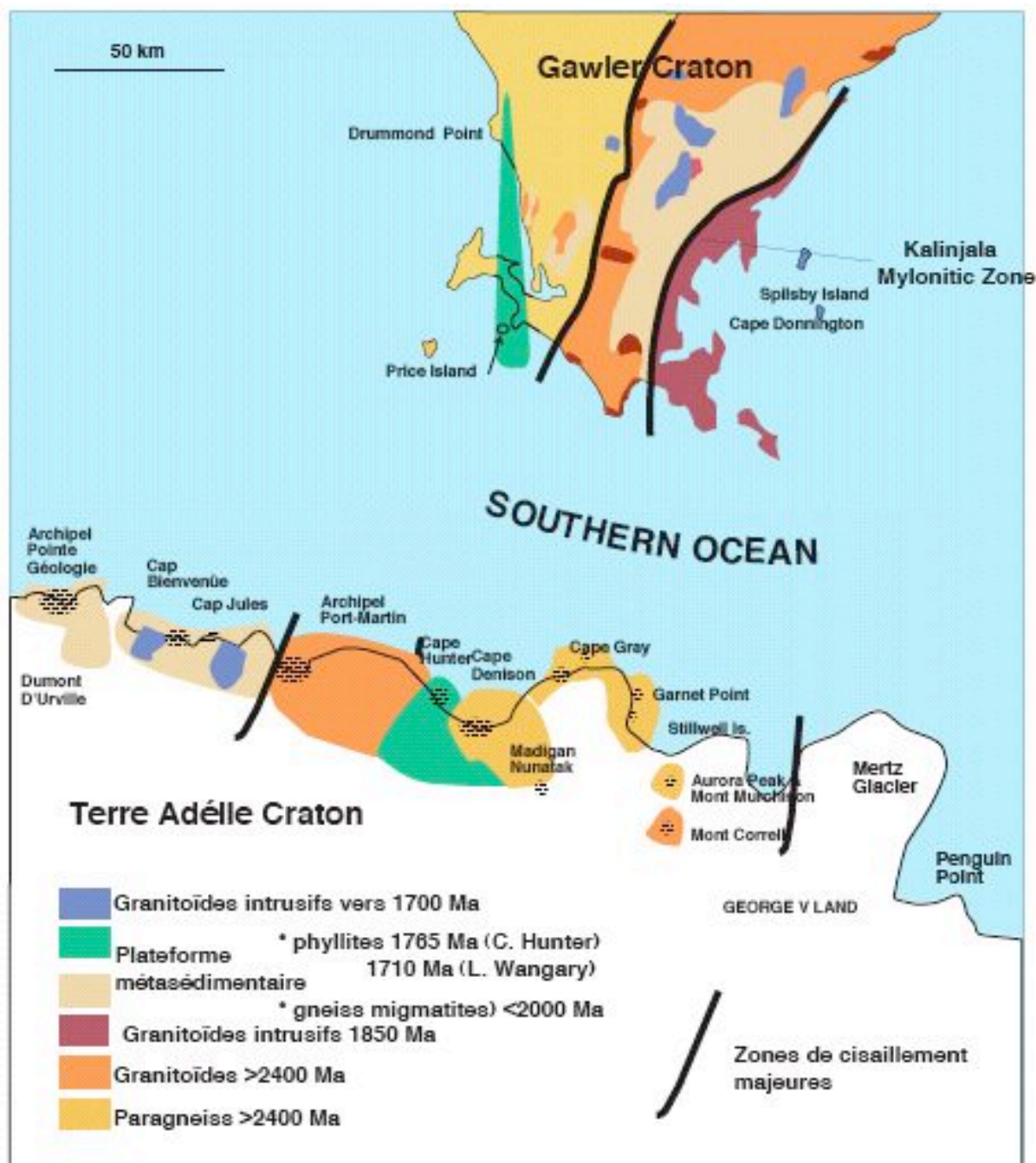


Figure 5
Essai de corrélations lithologiques
 entre les cratons de Terre Adélie et Gawler au sein du Mawson continent (modifié et complété d'après Fanning et al., 1995 et Pelletier, 2001).

de rétro-morphose (Monnier *et al.*, 1995 ; Pelletier *et al.*, 2002c). Enfin, le craton de Terre Adélie représente un exemple spectaculaire des caractères spécifiques, thermiques et mécaniques, de la lithosphère pendant la période de transition entre une dynamique archéenne et la mise en place de la tectonique des plaques moderne (Pelletier *et al.*, 2002b).

Bibliographie

- Aubert de la Rüe E. et Tchernia P., 1951 :** Sur quelques roches de la Terre Adélie. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 232, pp.995-996.
- Bellair P., 1961a :** Pétrographie du socle cristallin de Terre Adélie. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 252, pp.3296-3298.
- Bellair P., 1961b :** Sur les formations anciennes de l'Archipel de Pointe Géologie (Terre Adélie). *C. R. Acad. Sci., Paris*, 252, pp.3087-3089.
- Bellair P. et Delbos L., 1962 :** Age absolu de la dernière granitisation en Terre Adélie. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 254, pp.1465-1466.

- Chamley H., 1965** : Observations sur quelques sédiments marins prélevés près des côtes de Terre Adélie. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoumé*, 36, 52, pp.215-228.
- Fanning C.M., Daly S.J., Bennett V.C., Ménot R.P., Peucat J.J., Oliver R.L. et Monnier O., 1995** : The « Mawson Block » : once contiguous Archean to Proterozoic crust in the East Antarctic shield and Gawler Craton. *7th International Symposium of Antarctic Earth Sciences* : Sienna, Italy, p.124.
- Fanning C.M., Ménot R.P., Peucat J.J. et Pelletier A., 2002** : A closer examination of the direct links between Southern Australia and Terre Adélie and George V Land, Antarctica. *16th Australian Geological Convention, Adelaide*.
- Fitszsimons I.C.W., 2000** : A review of tectonic events in the East Antarctic shield and their implications for Gondwana and earlier supercontinents. *J. of African Earth Sciences*, 31, pp.3-23.
- Glastonbury J.O.G., 1940** : Metamorphic limestones of Commonwealth Bay. *Australasian Antarctic Expeditions Reports, Thomas Henry Tennant, Government Printer, Sydney, ser. A, IV, 8, pp.295-322*.
- Heurtebize G., 1951a** : Sur les environs de Port Martin (Terre Adélie). *C. R. Acad. Sci., Paris*, 234, pp.1780-1782.
- Heurtebize G., 1951b** : Sur les formations géologiques de Terre Adélie. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 234, pp. 2209-2210.
- Kleeman A.W., 1940** : Schists and gneisses from the moraines, Cape Denison, Adélie Land. *Australasian Antarctic Expeditions Reports, Thomas Henry Tennant, Government Printer, Sydney, ser. A, IV, 7, pp. 197-292*.
- Kleinschmidt G. et Talarico F., 2000** : The Mertz Shear Zone. *Terra Antarctica Reports*, p. 5.
- Ménot R.P., Monnier O., Peucat J.J., Fanning C.M., et Giret A., 1995** : Amalgamation of East Antarctica : Strike slip terranes or nappe stacking in Terre Adélie and George V Land Paleoproterozoic basement. *7th International Symposium of Antarctic Earth Sciences* : Sienna, Italy, p. 266.
- Ménot R.P., Pelletier A., Peucat J.J., Fanning C.M. et Oliver R.L., 1999** : Petrological and structural constraints on the amalgamation of the Terre Adélie Craton (135-145°E), East Antarctica. *8th International Symposium on Antarctic Earth Sciences* : Wellington, New Zealand, p.208.
- Monbeirg-Andrieu M. et Cailleux A., 1962** : Grains éolisés dans les grès erratiques de Terre Adélie. *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 5, p.151.
- Monnier O., 1995** : Le socle protérozoïque de Terre Adélie. Son évolution tectono-métamorphique et sa place dans les reconstitution du Proto-Gondwana. *Thèse Université de Saint Etienne*, 313 p..
- Monnier O., Guiraud M., Ménot R.P., 1999** : Evidence for a persistent inhomogeneous distribution of fluids within the Proterozoic crust at Pointe Géologie (Terre Adélie, East Antarctica). *7th International Symposium of Antarctic Earth Sciences* : Sienna, Italy, p. 273.
- Monnier O., Ménot R.P., Peucat J.J., Fanning M. et Giret A., 1996** : Actualisation des données géologiques sur Terre Adélie (Antarctique Est) : mise en évidence d'un collage tectonique au Protérozoïque. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 322, IIa, pp.55-62.
- Oliver R.L., Cooper A.J. et Truelove A.J., 1983** : Petrology and zircon geochronology of Herring Island and Commonwealth Bay and evidence for Gondwana reconstruction. In: *R.L. Oliver & J.B. Jago (eds), Proceedings of the 4th International Symposium on Antarctic Earth Sciences, Adelaide, South Australia, Australian Academy of Science, Canberra / Cambridge University Press, pp. 64-68*.
- Oliver R.L. et Fanning C.M., 1997** : Australia and Antarctica : precise correlation of Paleoproterozoic terrains. In: *C.A. Ricci (ed.), The Antarctic Region : Geological evolution and Process. Proceedings of the 7th International Symposium on Antarctic Earth Sciences, Sienna, Italy, Terra Antarctica Publication, pp. 163-172*.
- Oliver R.L. et Fanning C.M., 1999** : Metamorphic history of the King George V Land, Antarctica and its relationships to adjacent Adélie Land and to Southern Eyre Peninsula, South Australia. *8th International Symposium on Antarctic Earth Sciences* : Wellington, New Zealand, p.230.
- Pelletier A., 2001** : Etude structurale et métamorphique du socle de Terre Adélie – George V Land (Est Antarctique). Un exemple de la transition Archéen / Paléoproterozoïque. *Thèse Université de Saint Etienne*, 195 p. et annexes.
- Pelletier A., Gapais D., Ménot R.P., et Peucat J.J., 2002a** : Tectonique transpressive en Terre Adélie au Paléoproterozoïque (Est Antarctique). *C. R. Géoscience*, 334, pp. 505-511.
- Pelletier A., Gapais D., Ménot R.P. et Peucat J.J., 2002b** : Paleoproterozoic tectonics of Terre Adélie (East Antarctica): deformation processes and large scale correlations. *Geological Ass. Of Canada and Mineralogical Ass. Of Canada Annual Meeting, Saskatoon*.
- Pelletier A., Guiraud M. et Ménot R.P., 2002c** : Evidence of heterogeneous distribution of fluids during retrogression : example of the Pointe Géologie migmatitic complex (East Antarctica). *Lithos, sous presse*.
- Peucat J.J., Ménot R.P., Fanning C.M. et Monnier O., 1995** : Geochronology of the East Antarctic shield in Terre Adélie (66.6°-66.8°S and 140-141.5°E). *7th International Symposium of Antarctic Earth Sciences* : Sienna, Italy, p.307.
- Peucat J.J., Ménot R.P., Fanning C.M., Pelletier A. et Pecora L., 1999a** : Geochronological evidence for a Late Archean basement in the Terre Adélie Craton. *8th International Symposium on Antarctic Earth Sciences* : Wellington, New Zealand, p.242.
- Peucat J.J., Ménot R.P., Monnier O. et Fanning M.C., 1999b** : The Terre Adélie basement in the East Antarctic shield : geological and isotopic evidence for a major 1.7 Ga thermal event ; comparison with the Gawler Craton in South Australia. *Precambrian Research*, 94, pp. 205-224.
- Peucat J.J., Capdevila R., Fanning C.M., Ménot R.P., Pecora L. et Testut L., 2002** : 1.60 Ga old felsic volcanic blocks in moraines of the Terre Adélie Craton, Antarctica, compared with South Australian igneous province : petrological, geochemical and geochronological evidence. *Australian Journal of Earth Sciences, sous presse*.
- Stillwell F.L., 1918** : The metamorphic rocks of Adélie Land. *Australasian Antarctic Expeditions Reports, R.E.E. Rogers, Government Printer, North Terrace, Sydney, ser. A, III, 1, pp. 1-228*.
- Stüwe K., 1988** : Metamorphic and structural studies in the East Antarctic shield. *Unpublished Ph.D Thesis, Melbourne*
- Stüwe K. et Oliver R.L., p. 198** : Geological history of Adélie Land and King George V Land, Antarctica : evidence for a polycyclic metamorphic evolution. *Precambrian Research*, 43, pp. 317-334.
- Tilley C.E., 1923** : The metamorphic limestones of Commonwealth Bay, Adélie Land. *Australasian Antarctic Expeditions Reports, A.J. Kent, Acting Government Printer, Phillip Street, Sydney. ser. A, III, part II, pp. 231-244*.