

University of Nebraska - Lincoln

DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln

Papers in the Earth and Atmospheric Sciences

Earth and Atmospheric Sciences, Department
of

1989

**Resultats preliminaires de la campagne de forages du Joides
Resolution sur le plateau de Kerguelen (ODP Leg 120)/
Preliminary results of ODP Leg 120 in the Central and Southern
Kerguelen Plateau**

Roland Schlich

Marc Munsch

Hubert Whitechurch

Marie-Pierre Aubry

Sherwood Wise Jr.

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://digitalcommons.unl.edu/geosciencefacpub>



Part of the [Earth Sciences Commons](#)

Schlich, Roland; Munsch, Marc; Whitechurch, Hubert; Aubry, Marie-Pierre; Wise, Sherwood Jr.; Palmer, Amanda; Berggren, William; Bitschene, Peter; Blackburn, Neal; Breza, James; Coffin, Millard; Harwood, David M.; Heider, Franz; Holmes, Mary Anne; Howard, William; Inokuchi, Hiroo; Kelts, Kerry; Lazarus, David; Mackenzen, Andreas; Maruyama, Toshiaka; Pratson, Elizabeth; Quilty, Patrick; Rack, Frank; Salters, Vincent; Sevigny, James; Storey, Michael; Takemura, Atsushi; Watkins, David; and Zachos, James, "Resultats preliminaires de la campagne de forages du Joides Resolution sur le plateau de Kerguelen (ODP Leg 120)/ Preliminary results of ODP Leg 120 in the Central and Southern Kerguelen Plateau" (1989). *Papers in the Earth and Atmospheric Sciences*. 80.
<https://digitalcommons.unl.edu/geosciencefacpub/80>

This Article is brought to you for free and open access by the Earth and Atmospheric Sciences, Department of at DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. It has been accepted for inclusion in Papers in the Earth and Atmospheric Sciences by an authorized administrator of DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln.

Authors

Roland Schlich, Marc Munschy, Hubert Whitechurch, Marie-Pierre Aubry, Sherwood Wise Jr., Amanda Palmer, William Berggren, Peter Bitschene, Neal Blackburn, James Breza, Millard Coffin, David M. Harwood, Franz Heider, Mary Anne Holmes, William Howard, Hiroo Inokuchi, Kerry Kelts, David Lazarus, Andreas Mackenzen, Toshiaka Maruyama, Elizabeth Pratson, Patrick Quilty, Frank Rack, Vincent Salters, James Sevigny, Michael Storey, Atsushi Takemura, David Watkins, and James Zachos

Géologie/Geology

Résultats préliminaires de la campagne de forages du Joides Résolution sur le plateau de Kerguelen (ODP Leg 120)

Roland SCHLICH, Marc MUNSCHY, Hubert WHITECHURCH, Marie-Pierre AUBRY,
Sherwood W. WISE Jr, Amanda A. PALMER, William A. BERGGREN,
Peter R. BITSCHENE, Neal A. BLACKBURN, James BREZA, Millard COFFIN, David M.
HARWOOD, Franz HEIDER, Mary Anne HOLMES, William R. HOWARD, Hiroo INOKUCHI,
Kerry R. KELTS, David LAZARUS, Andreas MACKENSEN, Toshiaki MARUYAMA, Elizabeth
PRATSON, Patrick G. QUILTY, Franck RACK, Vincent J. M. SALTERS, James H. SEVIGNY,
Michael STOREY, Atsushi TAKEMURA, David WATKINS et James C. ZACHOS

Résumé — Le Leg 120 du programme international de forages océaniques (Ocean Drilling Project) a permis de déterminer la nature et l'âge du plateau de Kerguelen et de décrire son évolution depuis le Crétacé. Le socle, foré aux sites 747, 749 et 750, est composé de coulées basaltiques qui correspondent à des tholéïtes transitionnelles saturées en silice. Ces basaltes se sont mis en place dans des conditions aériennes ou sub-aériennes avant le Cénomaniens sur une surface quasiment horizontale. Les premiers sédiments, d'âge Cénomaniens, se sont déposés en milieu fluvial. Au Campanien et à la fin du Maestrichtien le plateau a subsidé rapidement et a été affecté par une phase tectonique extensive majeure entre 75 et 68 M.a. Ces deux événements marquent sans doute la séparation du domaine sud du plateau de Kerguelen et de l'ensemble Broken Ridge-Diamantina Zone.

Preliminary results of ODP Leg 120 in the Central and Southern Kerguelen Plateau (Indian Ocean)

Abstract — Leg 120 of the Ocean Drilling Program was devoted to studying the nature and evolution of the Central and Southern Kerguelen Plateau. The basement drilled at sites 747, 749 and 750 is composed of basaltic flows which are silica-saturated transitional tholeiites. These basalts were erupted prior to the Cenomanian under subaerial or shallow marine conditions and were emplaced on a near horizontal surface. The early sedimentation during the Cenomanian denotes fluvial conditions. During the Campanian and late Maestrichtian the plateau subsided rapidly and a major tectonic episode occurred between 75 and 68 M.a. These events are possibly related to the breakup between the Southern Kerguelen Plateau and Broken Ridge-Diamantina Zone.

Abridged English Version — Leg 120 is the second of a two-leg drilling program on the Kerguelen Plateau, which was planned to complete a latitudinal transect in the Southern Indian Ocean between Kerguelen Island (49°S) and Prydz Bay, Antarctica (67°S). The two legs studied the nature and age of the Kerguelen Plateau basement, the origin and tectonic history of the Kerguelen Plateau, and the Late Cretaceous to Holocene paleoceanographic history of the region. Leg 119 drilled the northernmost (Sites 736 and 737) and southernmost (Sites 738, 744 to 746) Kerguelen Plateau sites (Fig.) and Leg 120 drilled the central and southern plateau sites (Sites 747 to 751).

Located in the South-Central Indian Ocean, the Kerguelen Plateau has been divided into two distinct domains ([1], [2]). The Northern Kerguelen Plateau [3], located between 46°S and 54°S, generally lies in water depths less than 1,000 m, and includes the only subaerial features: Kerguelen, Heard, and McDonald islands. The Southern Kerguelen Plateau ([4] to [6]), located between 57°S and 64°S, is deeper, generally lying in water depths between 1,500 and 2,000 m and shows a much more subdued topography. The transition zone exhibits a complex bathymetry with a large east-west trending spur, the Elan Bank, extending westward from the main plateau over a distance of 600 km.

Note présentée par Jean AUBOUIN.

0249-6305/89/03081597 \$ 2.00 © Académie des Sciences

The Southern Kerguelen Plateau is characterized by several large basement uplifts and is affected by multiple stages of normal faulting, possibly strike-slip faulting. The most striking feature, the north-south trending 77°E graben, delineated by Houtz *et al.* [2] in the northwestern part of the Southern Kerguelen Plateau, extends from 55°S to almost 58°S. To the east the Southern Kerguelen Plateau is delineated by fault scarps of high relief, which are flanked by a large abyssal plain, the Labuan Basin [4]. South of the 77°E graben a large basement rise, the Banzare Bank, which crests at a water depth of about 700 m, divides the central part of the Southern Kerguelen Plateau into several distinct sedimentary domains; the most developed sedimentary basin is the large Raggatt Basin to the east.

Excluding the single silica-undersaturated alkaline lava flow (OIB type) drilled at Site 748 intercalated within Cretaceous sediments, the basalts of the basement encountered at Sites 747, 749 and 750 are silica-saturated transitional tholeiite (T-MORB). These basalts appear to represent a mantle source of intermediate composition between depleted spreading ridge and enriched hot-spot mantle reservoirs.

The evolution of the Southern Kerguelen Plateau as derived from drilling results and deduced from seismic stratigraphy analyses can be described as follows:

— The Southern Kerguelen Plateau basalts were erupted prior to the Cenomanian under subaerial or shallow water conditions and were emplaced on a near-horizontal surface. The early sedimentation denotes fluvial conditions and consists at Site 750 of a broad range of waterlain terrigenous claystones and siltstones, with some sandy or conglomeratic intervals. Wood fragments denote the development of soils and vegetation on some of the basaltic flows.

— During the Cenomanian, Turonian, and probably Santonian, sedimentation evolved in the eastern part of the Raggatt Basin (Site 750) to open marine deposition resulting in chalks with dark clayey interlayers. The eastern margin of the plateau slowly subsided to about 50 m below sea level. To the west (Site 748) the plateau remained almost subaerial or at very shallow depths.

— During the Campanian and late Maestrichtian the eastern margin of the Southern Kerguelen Plateau subsided rapidly to a depth of about 2,000 m and open marine sedimentation continued. Nannofossil chalk, chert, and intermittently silicified limestone formed; the corresponding sedimentation rate is estimated to be 10–20 m/M.a. To the west the plateau subsided only slowly and remained at shallow depth (50–200 m) throughout this period of time.

— At about 75 M.a. a major tectonic episode affected the eastern margin of the Southern Kerguelen Plateau (Site 750). To the west this tectonic event was recorded at about 68 M.a. (Site 748). Normal listric faults developed to the east, probably in relation with the breakup between the Southern Kerguelen Plateau and the Broken Ridge-Diamantina Zone. To the west this event corresponds to the emplacement of the 77°E graben and to a large northwest-southeast uplift which abuts the southern end of the 77°E graben.

— From the late Maestrichtian to the middle Eocene, the plateau subsided slowly and the sedimentation (mainly nannofossil chalk and ooze with some occurrence of chert) was almost continuous at a rate of 5 to 30 m/M.a. to the east and of about 18 m/M.a. to the west.

— Several hiatuses of at least 2 M.a. in the southern part of the plateau (Sites 748 and 750) and extending over 15 M.a. in the central part (Site 747) occurred during the middle Eocene and were accompanied by a subsidence of about 500 m (30 m/M.a.). This event can be related to the separation by seafloor spreading of the Northern Kerguelen Plateau and Broken Ridge dated at 43–42 M.a. ([3], [6]).

– From the middle Eocene to Pliocene, sedimentation continued all over the plateau and consists mainly of nannofossil ooze. The sedimentation rate in the central part of the plateau was very high and varied between 15 and 20 m/M.a.

– During the Pliocene and Pleistocene a low sedimentation rate of 3 m/M.a. is recorded in the central part of the Raggatt Basin (Site 751) and is related to major regional erosional events which affect the whole Southern Kerguelen Plateau.

Les campagnes 119 et 120 du programme international de forages océaniques (ODP Leg 119 et Leg 120) se sont déroulées sur le plateau de Kerguelen entre 49°S et la marge antarctique de Prydz Bay (67°S). Les deux campagnes avaient pour objectifs de déterminer la nature et l'âge du socle, de préciser l'origine et l'histoire tectonique du plateau de Kerguelen et d'établir l'histoire paléo-océanographique de cette vaste région australe du Crétacé supérieur à l'Holocène. Six sites ont été forés au cours du Leg 119, deux dans le domaine nord du plateau et quatre dans sa partie la plus sud. Au cours du Leg 120 cinq sites ont été forés, l'un dans la partie centrale du plateau et quatre dans le domaine sud (*fig.*).

Situé dans l'océan Indien austral, le plateau de Kerguelen est l'une des structures sous-marines « asismiques » les plus vastes du monde. Limité au NE par le bassin australien-antarctique, au Sud par le passage Princess Elisabeth, au SW par le bassin africain-antarctique et au NW par le bassin de Crozet (*fig.*), le plateau s'étend dans une direction NW-SE sur environ 2 300 km entre 46°S et 64°S en direction de l'Antarctique. De largeur comprise entre 200 et 600 km, le plateau surplombe de 2 000 à 4 000 m les bassins environnants. Il se situe au Sud de la convergence antarctique et recoupe le courant circum-antarctique.

Le plateau de Kerguelen se divise essentiellement en deux domaines morphologiquement distincts ([1], [2]) : le domaine nord ou plateau de Kerguelen-Heard de 46°S à 54°S, situé le plus souvent sous moins de 1 000 m d'eau supporte les îles de Kerguelen, Heard et McDonald; le domaine sud, entre 57°S et 64°S est plus profond (1 500 à 2 000 m) et de topographie plus douce. La zone de transition entre 54°S et 57°S de topographie complexe, est marquée par la présence d'un éperon, le banc des Elans, qui s'étend sur près de 600 km vers l'Ouest.

Le domaine nord est caractérisé par la présence d'un vaste bassin sédimentaire, d'une superficie de l'ordre de 50 000 km², situé entre les îles de Kerguelen et Heard. Le flanc est du plateau est abrupt et linéaire; sa direction est sub-parallèle à celle de l'axe de la dorsale est-indienne. Au Nord et au SW le plateau s'approfondit régulièrement vers les plaines abyssales environnantes [3].

Le domaine sud du plateau est caractérisé par plusieurs larges bombements du socle, accompagnés de failles normales possédant parfois des composantes décrochantes. Le plus important de ces bombements est le graben du 77°Est orienté NS et situé entre 55°S et 58°S [2]. Vers l'Est le flanc du plateau, abrupt et marqué par des failles normales à rejet important, forme la limite ouest du bassin profond de Labuan [4]. Vers le sud, le graben du 77°Est se termine sur un large bombement du socle, le banc de Banzare, qui affleure sous environ 700 m d'eau. Le graben du 77°Est sépare un large bassin sédimentaire à l'Est, le bassin de Raggatt, d'un autre domaine sédimentaire moins profond et moins étendu à l'Ouest ([4], [5]).

L'origine et la structure profonde du plateau de Kerguelen ont été largement débattues. Trois hypothèses ont été formulées: le plateau est un fragment continental individualisé lors de la rupture du Gondwana; il résulte d'un volcanisme important en limite de plaque lors de la séparation de l'Inde et de l'Antarctique; il correspond à un soulèvement thermique de la croûte océanique. Une origine composite a également été suggérée ([6], [7]).

Durant le Leg 120 (février-avril 1988) le *Joides-Resolution* a foré cinq sites sur le plateau de Kerguelen (*fig.*): un dans la zone de transition (site 747), un sur le flanc ouest du banc de Banzare (site 749), et trois dans le bassin de Raggatt (sites 748, 750 et 751). L'objectif principal des forages aux sites 747 et 749 était de déterminer la nature et l'âge du socle du plateau. Aux sites 748, 750 et 751 il s'agissait de recueillir une série sédimentaire complète ayant enregistré l'histoire tectonique et paléo-océanographique du plateau du Néogène au Crétacé. Le forage au site 751, nettement situé au sud de la convergence antarctique et au-dessus de la profondeur de compensation des carbonates, avait pour objectif l'étude stratigraphique détaillée des séries sédimentaires du Néogène. Le socle basaltique a été atteint aux sites 747, 749 et 750 et une coulée basaltique intercalée dans des formations crétacées a été traversée au site 748. Les sédiments les plus anciens atteints aux sites 748 (flanc est du bassin de Raggatt) et 750 (flanc ouest du bassin de Raggatt) sont d'âge Turonien à Cénomaniens.

Si l'on exclut la coulée basaltique alcaline sous-saturée en silice de type «Oceanic Island Basalt» du site 748, les basaltes du socle sont des tholéiites transitionnelles saturées en silice. Ces basaltes semblent résulter des sources mantelliques de composition intermédiaire entre des sources appauvries en éléments incompatibles de type dorsales océaniques et des sources enrichies de type point chaud. Selon les sites, on met en évidence des variations dans les teneurs et rapports en éléments incompatibles indiquant probablement des différences dans le degré de fusion partielle et des hétérogénéités de source. Cependant ces différences sont mineures comparées aux variations importantes entre les basaltes de dorsale et ceux de point chaud. Tous les basaltes échantillonnés contiennent des minéraux secondaires caractéristiques du facies zéolite remplissant amygdales et fractures. Les minéraux secondaires ont cristallisé à partir de solutions hydrothermales à basse température (sites 747 et 750) et à haute température (site 749).

L'évolution de la partie centrale et du domaine sud du plateau de Kerguelen déduite des résultats des forages du Leg 120 et des études de stratigraphie sismique peut être décrite de la manière suivante:

— les basaltes qui forment la partie supérieure du socle dans la partie centrale et le domaine sud du plateau de Kerguelen se sont mis en place dans des conditions aériennes à sub-aériennes avant le Cénomaniens sur une surface quasiment horizontale. Les coulées sont relativement épaisses et massives sur le flanc est du bassin de Raggatt (site 750), elles sont peu à très altérées sur le banc de Banzare (site 749), et très altérées avec des alternances de microgrès et d'argilites résultant d'une érosion aérienne sur le flanc ouest du bassin de Raggatt (site 748). Les premiers sédiments se sont déposés en milieu fluvial et sont composés d'argilites et de microgrès terrigènes peu profonds contenant quelques niveaux sableux ou conglomératiques; des fragments de bois indiquant la présence de sols et de végétations ont également été prélevés.

— Au Cénomaniens, au Turonien et sans doute au Santonien, la sédimentation devient franchement marine dans la partie est du plateau qui subside à une profondeur d'environ 50 m; les dépôts sont constitués de craies intercalées avec des niveaux argileux noirs. La

partie ouest du plateau demeure sub-aérienne et la sédimentation est composée de sables, limons et argilites glauconitiques avec de rares débris bioclastiques silicifiés et quelques fragments de bois pyritisés.

— Au Campanien et à la fin du Maestrichtien la partie est du domaine sud du plateau de Kerguelen subside rapidement jusqu'à une profondeur d'environ 2000 m et des craies à nannofossiles, des cherts et des calcaires parfois silicifiés se sont formés avec un taux de sédimentation de 10 à 20 m/M.a. A l'Ouest la subsidence du plateau est beaucoup plus progressive et la profondeur reste comprise entre 50 et 200 m. Les sédiments y sont composés de sables glauconitiques, de microgrès et d'argilites évoluant progressivement en calcaires de type rudstones et wackstones à éléments jointifs parfois silicifiés. Le taux de sédimentation est d'environ 46 m/M.a.

— Il y a environ 75 M.a., un événement tectonique majeur affecte l'ensemble de la partie est du plateau (site 750); à l'Ouest cet événement est daté à 68 M.a. (site 748). Des failles normales, peut-être listriques, se forment à l'Est; elles résultent sans doute de la rupture initiale entre le domaine sud du plateau et l'ensemble Broken Ridge-Diamantina Zone. A l'Ouest le graben du 77°Est apparaît; au Sud un large bombement du socle de direction NW-SE se forme à partir de la limite sud du graben du 77°Est. Cet événement s'accompagne d'une subsidence rapide (150 m/M.a.) du flanc ouest du bassin de Raggatt (site 748) de 50-200 m à environ 1000 m de profondeur.

— De la fin du Maestrichtien jusqu'à l'Éocène moyen la sédimentation, composée principalement de craies et de boues à nannofossiles contenant quelques niveaux de cherts, est essentiellement continue sur tout le domaine sud avec un taux de 18 m/M.a. à l'Ouest (site 748) et de 5 à 30 m/M.a. à l'Est. La subsidence est progressive et le plateau reste à une profondeur à peu près constante.

— Durant l'Éocène moyen un hiatus de sédimentation de 2 M.a. est enregistré dans le domaine sud du plateau (sites 748 et 750). Dans la partie centrale du plateau (site 747) ce même hiatus est beaucoup plus marqué; il dure 15 M.a. et s'accompagne d'une brusque subsidence de 500 m à un taux de 30 m/M.a. Cet événement est sans doute lié à la séparation du domaine nord du plateau de Kerguelen et de Broken Ridge datée à 43-42 M.a. ([3], [6]).

— De l'Éocène moyen jusqu'au Pliocène la sédimentation se poursuit sur tout le domaine sud du plateau et consiste essentiellement en boues à nannofossiles calcaires. Le taux de sédimentation est très important dans la partie centrale du plateau, il est compris entre 15 et 20 m/M.a.

— Au Pliocène et au Pléistocène un taux de sédimentation très faible de 3 m/M.a. est observé au centre du bassin de Raggatt (site 751) et une érosion importante affecte la quasi-totalité du domaine sud du plateau.

Note remise le 23 février 1989, acceptée le 24 mars 1989.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] R. SCHLICH, *Soc. géol. Fr. Mém. Sér.*, 6, 1975, 103 p.
- [2] R. E. HOUTZ, D. E. HAYES et R. G. MARKL, *Marine Geol.*, 25, 1977, p. 95-130.
- [3] M. MUNSCHY et R. SCHLICH, *Marine Geol.*, 76, 1987, p. 131-152.
- [4] D. C. RAMSAY, J. B. COLWELL, M. F. COFFIN, H. L. DAVIES, P. J. HILL, C. J. PIGRAM et H. M. J. STAGG, *Geology*, 14, p. 589-593.
- [5] R. SCHLICH, M. MUNSCHY, D. BOULANGER, B. CANTIN, M. F. COFFIN, J. DURAND, E. HUMLER, Z. G. LI, J. SAVARY, M. SCHAMING et J. D. TISSOT, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 306, série II, 1988, p. 635-642.

[6] R. SCHLICH, In A. E. M. NAIRM et F. G. STEHLI, *Ocean basins and margins, The Indian Ocean*, Plenum Press, New York, 6, p. 51-147.

[7] M. F. COFFIN, H. L. DAVIES et W. F. HAXBY, 324, p. 134-136.

[8] R. SCHLICH, M. F. COFFIN, M. MUNSCHY, H. M. J. STAGG, Z. G. LI et K. REVILL, *Bathymetric chart of the Kerguelen Plateau*, Jointly edited by Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Canberra, Australia, Institut de Physique du Globe, Strasbourg, France, and Terres australes et antarctiques françaises, Paris, France, 1987.

R. S., M. M., H. W.: *Institut de Physique du Globe, Laboratoire de Géophysique marine,*
C.N.R.S.-U.A. n° 323, 5, rue René-Descartes, 67084 Strasbourg Cedex;

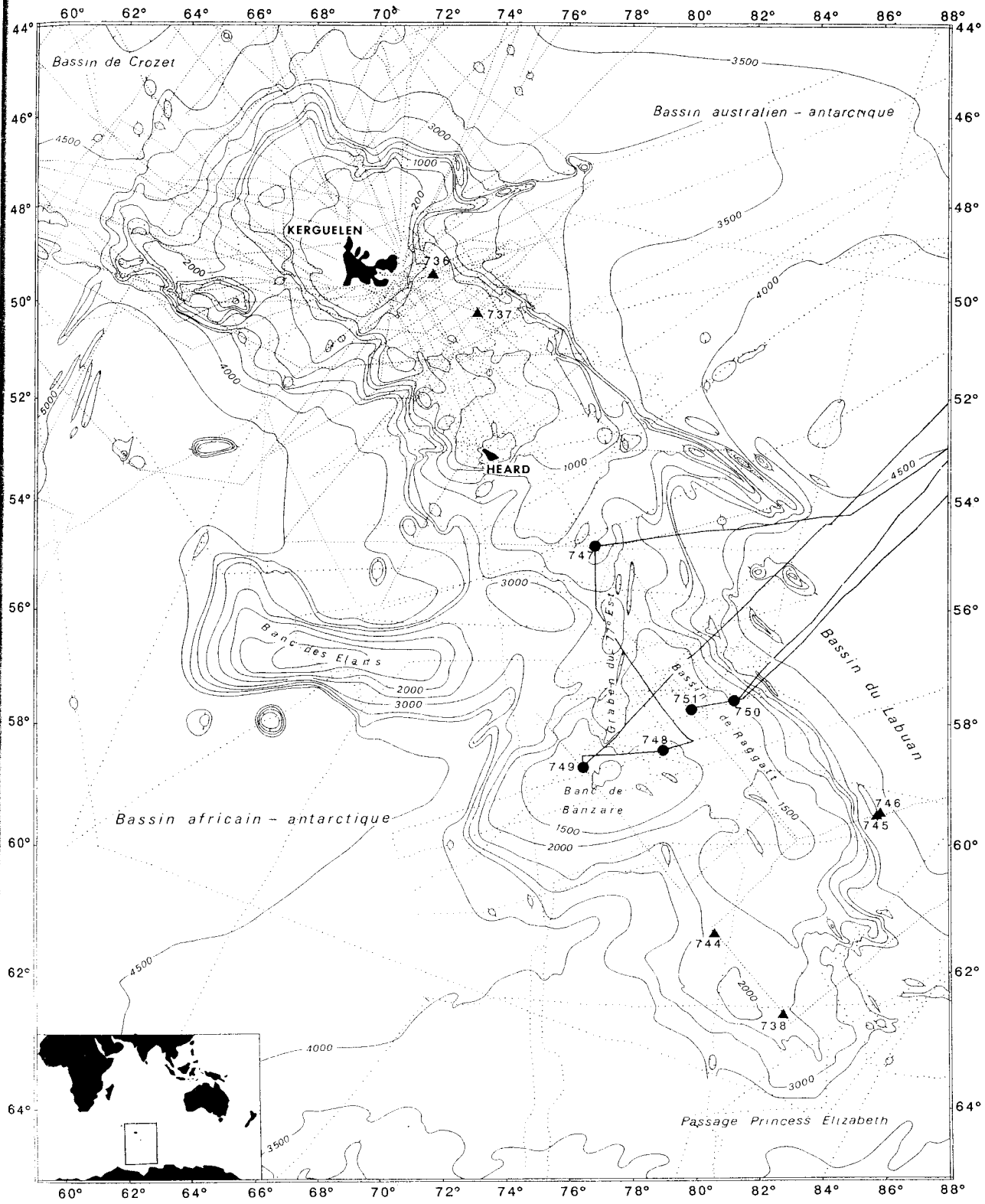
M.-P. A.: *Centre de Paléontologie stratigraphique et Paléocologie, Université Claude-Bernard - Lyon-I,*
43, boulevard du 11-Novembre-1918, 69100 Villeurbanne;

Equipe scientifique du Leg 120, Ocean Drilling Program, Texas A&M University,
1000 Discovery Drive, College Station, TX 77840, U.S.A.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE

Carte bathymétrique du plateau de Kerguelen [8]. Localisation des routes du *Joides-Resolution* et des sites de forage (ODP Leg 119 et Leg 120).

Bathymetric chart of the Kerguelen Plateau [8]. *Joides-Resolution ship tracks during Leg 120 and location of the Leg 119 and 120 drilling sites.*



NOTICE WARNING CONCERNING COPYRIGHT RESTRICTIONS

The copyright law of the United States [Title 17, United States Code] governs the making of photocopies or other reproductions of copyrighted material. Under certain conditions specified in the law, libraries and archives are authorized to furnish a photocopy or other reproduction. One of these specified conditions is that the reproduction is not to be used for any purpose other than private study, scholarship, or research. If a user makes a request for, or later uses, a photocopy or reproduction for purposes in excess of "fair use," that use may be liable for copyright infringement. This institution reserves the right to refuse to accept a copying order if, in its judgement, fulfillment of the order would involve violation of copyright law. No further reproduction and distribution of this copy is permitted by transmission or any other means.