C.R. Acad. Sci. Paris,
t. 319, série II,
p. 141 à 147,
1994

Triassic floras from Williams Point, Livingston Island (South Shetland, Northern Antarctica)

Georges Barale, Marc Philippe, Térésa Torres and Vladimir Covacevich

G. B. and M. P. : Laboratoire de Paléobotanique du Mésozoïque, URA n° 11 du CNRS, Université de Lyon-I, 43, boulevard du 11-Novembre-1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France ;

T. T. : Faculté des Sciences Agraires et Forestières, Université du Chili, Santiago de Chile, Chili ;

V. C., SERNAGEOMIN, rue Rodrigo de Araya, Santiago de Chile, Chili.

Abstract Fossil plants collected in the Northern part of Williams Point (Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica) have revealed two different floras. The systematic composition indicates an Upper Triassic age. The autochthony of plants is asserted and makes it necessary to revise the paleogeography of this region at the end of the Trias.

Keywords : Fossil flora *in situ*, Imprints, Upper Triassic, South Shetland, Antarctica.

Résumé **Les flores triasiques de la Pointe Williams, île Livingston (Shetland du Sud, Antarctique Nord)**

Des empreintes végétales collectées dans la partie Nord de la pointe Williams (île Livingston, Shetland du Sud, Antarctique) ont permis de mettre en évidence deux flores distinctes. Les taxons déterminés conduisent à dater ces flores du Trias supérieur. L'autochtonie des végétaux est démontrée et oblige à reconsidérer la paléogéographie de cette région à la fin du Trias.

Mots-clés : Flore fossile *in situ*, Empreintes, Trias supérieur, Shetland du Sud, Antarctique.

Version française abrégée

Au cours d'une mission effectuée en janvier 1993, organisée par l'Institut Antarctique Chilien (INACH), nous avons pu collecter du matériel végétal fossile dans la partie NW de la pointe Williams de l'île Livingston (lat. 62° 36'5, long. 60° 30') (**figure 1**, gisement A).

L'île Livingston fait partie d'un archipel (Shetland du Sud) situé du côté de l'extrémité NW de la péninsule Antarctique.

La pointe Williams de l'île Livingston est spécialement riche en gisements fossilifères ; six sites à végétaux fossiles ont été repérés (**figure 1**), tous connus par des travaux antérieurs (Orlando, 1968 ; Lacey et Lucas, 1981 ; Lemoigne, 1987 ; Banerji et Lemoigne, 1987 ; Chapman et Smellie, 1992 ; Philippe *et al.*, 1993). Rees et Smellie (1989), se basant à la fois sur des mesures radiométriques ainsi que sur des données paléontologiques, suggèrent un âge Albien-Cénomanien pour l'ensemble des gisements de la partie nord de l'île Living ston et en particulier la localité qui fait l'objet de cette note (gisement A). Ceci est en contradiction avec les conclusions de Orlando (1968), Lacey et Lucas (1981), Banerji et Lemoigne (1987) qui attribuent au gisement A un âge triasique soit inférieur, soit moyen ou supérieur.

Dans ce contexte et compte tenu que Rees et Smellie (1989) signalent pour la première fois des restes d'Angiospermes dans l'ensemble de ces gisements, il nous a semblé important de pouvoir comparer leur inventaire floristique en commençant par l'étude détaillée de la localité A.

Le matériel fossilifère a tout d'abord été collecté, dispersé sur toute la surface d'un dôme ayant approximativement 100 m de diamètre et une dizaine de mètres de hauteur. Il se situe à la surface de grès ou « mudstones » grisâtres à blanchâtres, sous forme d'empreintes dépourvues de cuticule. Quelques axes conservés en volume, ont été observés, obliques par rapport à la stratification.

Nos recherches effectuées sur ce gisement nous ont permis d'observer, pour la première

Note

présentée par
Edouard Boureau.
remise le 22 février 1994,
acceptée après révision
le 20 avril 1994.

fois, les niveaux à végétaux *in situ* et de proposer un schéma lithostratigraphique (**figure 2**).

Deux ensembles floristiques ont été notés alors que les études antérieures ne mentionnaient qu'une seule flore :

– l'un observé dans des grès grisâtres (flore nº 1) est constitué d'un nombre de taxons réduits (cf. **tableau**) ;

– l'autre, dans des « mudstones » à grès blanchâtres (flore nº 2), est beaucoup plus varié d'un point de vue systématique (cf. **tableau**). La base des niveaux fossilifères est caractérisée par des lits à *Cladophlebis* (**figure 2**).

C'est la première fois que nous mettons en évidence l'existence de deux flores dans cette localité A.

La flore nº 1 est pauvre en taxons. C'est probablement de cette flore que Rees et Smellie (1989) ont décrit des formes qu'ils rapportent aux Angiospermes (formes B, D, F). Concernant ces attributions nous ferons les remarques suivantes :

– « forme B » : ce type de matériel doit être rapporté au genre *Sagenopteris* ;

– « forme D » : il s'agit de restes mal conservés appartenant probablement au genre *Scoresbya* ;

– « forme F » : ces restes correspondent probablement au genre *Dictyophyllum*.

Dans leurs critiques des déterminations faites par Orlando (1968), Lacey et Lucas (1981), Banerji et Lemoigne (1987), Rees et Smellie (1989) semblent démontrer qu'il n'y a pas de végétaux typiques du Trias, considérant que la plupart ne se différencie pas de formes végétales décrites dans le Crétacé (**tableau**). Il est vrai que bon nombre de fossiles décrits dans les travaux antérieurs sont très fragmentaires.

Cependant le matériel que nous avons récolté rassemble dans la flore nº 2 des éléments qui appartiennent sans ambiguïté au Trias probablement supérieur.

Les *Dicroidium* sont connus dans le Gondwana uniquement dans le Trias. *Dicroidium odontopteroides* forma *odontopteroides* et subsp. *orbiculoides*, *Dicroidium dubium* subsp. *dubium*, *Dicroidium* cf. *crassinervis* forma *obtusifolium* ont été observés pour la première fois dans le gisement.

Les photographies 1 et 2 montrent clairement un rachis principal de *Dicroidium* divisé par dichotomie. *Linguifolium steinmannii* (Solms-Laubach) Frenguelli est une espèce connue du Ladinien au Rhétien dans le Gondwana (**photographies 2-3**). Les autres espèces déterminées n'ont pas de signification stratigraphique précise mais peuvent se rencontrer au Trias. L'assemblage de la flore nº 2 peut être daté du Trias supérieur. Quant à la flore nº 1 sa composition systématique n'est pas en contradiction avec un âge triasique supérieur. Cela contredit l'âge Albien-Cénomanien proposé par Rees et Smellie (1989). Rees (1993) considère que, parmi les flores de la péninsule Antarctique et des îles avoisinantes, ce sont celles de Botany Bay et Hope Bay qui sont les plus anciennes.

Nous démontrons qu'il n'en est rien et que l'on est obligé d'admettre la présence au Trias d'une végétation terrestre à proximité de la partie nord de la pointe Williams. En effet, des indices d'autochtonie sont évidents. En premier lieu, des restes de frondes de Fougères de 15 cm de longueur ont été observés, ainsi que des axes ramifiés de conifères dont certains portent des cônes fertiles (**photographie 5**). La présence dans les mêmes lits de cônes isolés et de restes feuillés de petite taille indiquent qu'il n'y a pas eu sélection par le transport. Nous avons observé pour la première fois dans le gisement, associé à la flore 2, un niveau à racines et radicelles avec leurs ramifications (**photographie 6**) démontrant l'existence d'un paléosol.

La présence de flores triasiques dans la partie nord de la pointe Williams de l'île Livingston implique une révision de la paléogéographie admise jusqu'à présent. En effet Rees (1993) envisage l'émersion d'un arc volcanique dans le Nord de la péninsule Antarctique dès le Jurassique inférieur, alors que Farquharson (1983, 1984) la situe dès le Crétacé inférieur. Il n'est pas prouvé dans l'état actuel de nos recherches que ces flores aient pu se développer aux dépens de l'émersion de cet arc, sauf si on envisage une position des îles Shetland à cette époque, proche de la péninsule Antarctique. Cependant, quelle que soit cette position, il faut supposer une étendue émergée suffisamment grande pour avoir permis le développement d'une flore aux conditions écologiques variées.

INTRODUCTION

During a field trip organized in January 1993 by INACH (Antarctica Institute of Chile) we were able to collect fossil plants in the northern part of Williams Point, Livingston Island (lat. 62º36'5, long. 60º30') (**figure 1**, locality A).

Livingston Island is part of South Shetland archipelago and is located in the northwest head of the Antarctica Peninsula.

Williams Point of Livingston Island is particularly rich in fossiliferous localities. Six sites with fossil plants have long since been localized (**figure 1**) and are well known today thanks to previous studies (Orlando, 1968; Lacey and Lucas, 1981; Lemoigne, 1987; Banerji and Lemoigne, 1987; Chapman and Smellie, 1992; Philippe *et al.*, 1993). Using a combination of radiometric measures and paleontological data, Rees and Smellie (1989) suggest an Albian-Cenomanian age for all the floras from the northern part of Livingston Island and especially locality A studied in this note. This is in contradiction with the conclusions of Orlando (1968), Lacey and Lucas (1981), Banerji and Lemoigne (1987) who attribute a Lower, Middle or Upper Triassic age to locality A. However, the presence of assumed angiosperm leaves (Rees and Smellie, 1989) rather points to a Middle Cretaceous age and suggests it might be necessary to revise the fossiliferous plant content of this locality.

Study of locality A

The fossiliferous material collected was lying scattered on the surface of a dome of approximately 100 m in diameter and 10 m high. Imprints without cuticule had been observed on the surface of greyish to whitish sandstone or mudstone.

The observations made in this locality permitted, for the first time, collection of plants *in situ* and allowed a lithostratigraphic column to be proposed (**figure 2**).

Instead of one floristic unit, as concluded from previous work, two were identified:

– one observed in greyish sandstone (flora No. 1) consists of few taxa:

Filicales: *Cladophlebis* sp., *Dictyophyllum* sp., *Scoresbya dentata*; Ginkgoales: *Sphenobaiera* sp.; Caytoniales: *Sagenopteris* sp.; Coniferales: *Pagiophyllum* sp. (see **table**).

– The other, in whitish mudstone or sandstone (flora No. 2) is taxonomically more diversified (see **table**).

The base of fossiliferous beds is characterized by the presence of numerous *Cladophlebis* fronds (**figure 2**).

Remarks on floristic content

This is the first time two different floras have been observed in the locality. Flora No. 1 with few taxa is probably the one where Rees and Smellie described Angiosperm leaves: forms B, D, F. These descriptions warrant a few remarks:

– form B: leaf lanceolate to narrow-elliptical, simple, with one midvein. We were able to collect some leaves with such anastomosing secondary veins. This type of material belongs to the genus *Sagenopteris;*

– form D: leaf narrow to widely elliptical, simple, margin poorly preserved, one midvein and two lateral veins not exactly attached at the same level. We consider that form D represents poorly preserved material of the genus *Scoresbya;*

– form F: leaf trilobate, simple, with a midvein in each lobe. It may be *Dictyophyllum* fragmentary fronds.

Rees and Smellie (1989) demonstrate that the taxa identified by earlier workers in locality A (see also Orlando, 1968; Lacey and Lucas 1981; Banerji and Lemoigne, 1987) are similar to known Jurassic and Cretaceous Gondwana genera or else are too fragmentary to permit definitive identification. It should be granted, however, that many of the fossils described in previous studies were fragmentary and poorly preserved compared to the better preserved material, collected in 1993, which indicates clearly that the age of the locality A is Upper Triassic.

Dicroidium are known in the Gondwana

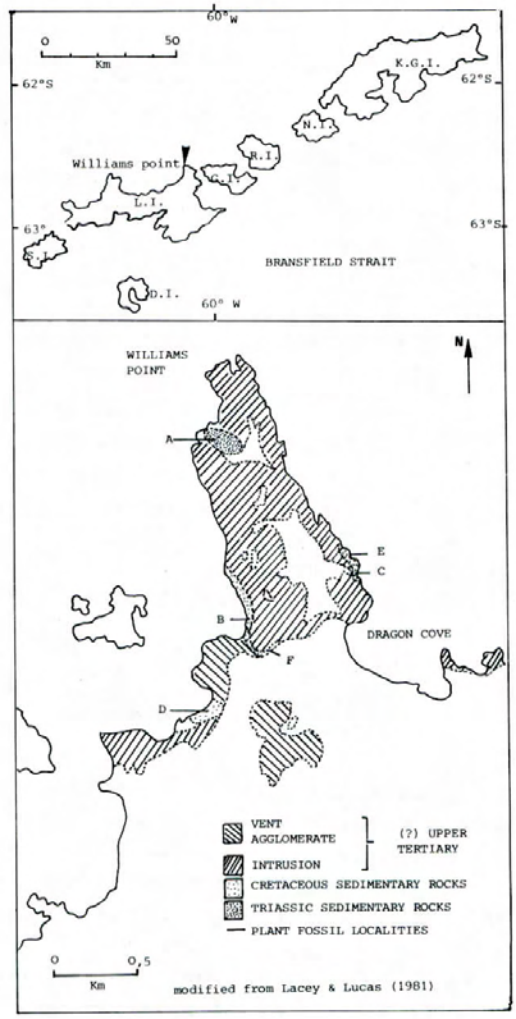


Figure 1 Map showing the location of Livingston Island (LI) in the South Shetland Islands and fossiliferous sites of Williams Point (arrows). KGI : King George Island, NI: Nelson Island, RI: Robert Island, GI: Greenwich Island, SI: Snow Island, DI: Deception Island.

Carte montrant la localisation de l'île Livingston (LI) dans l'archipel des Shetland du Sud et les sites fossilifères à la pointe Williams (flèches). KGI : Île du Roi Georges, NI : Île Nelson, RI : Île Robert, GI : Île Greenwich, SI : Île Snow, DI : Île Déception.

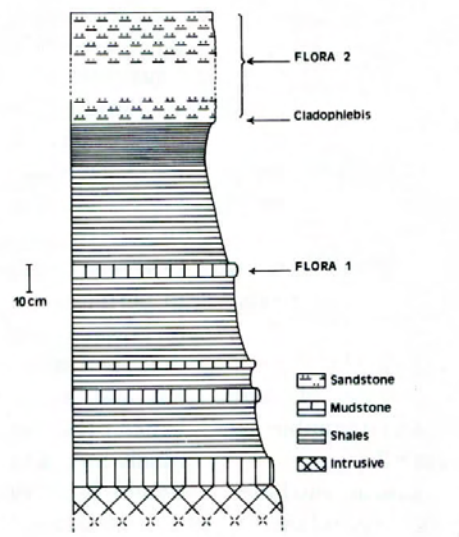
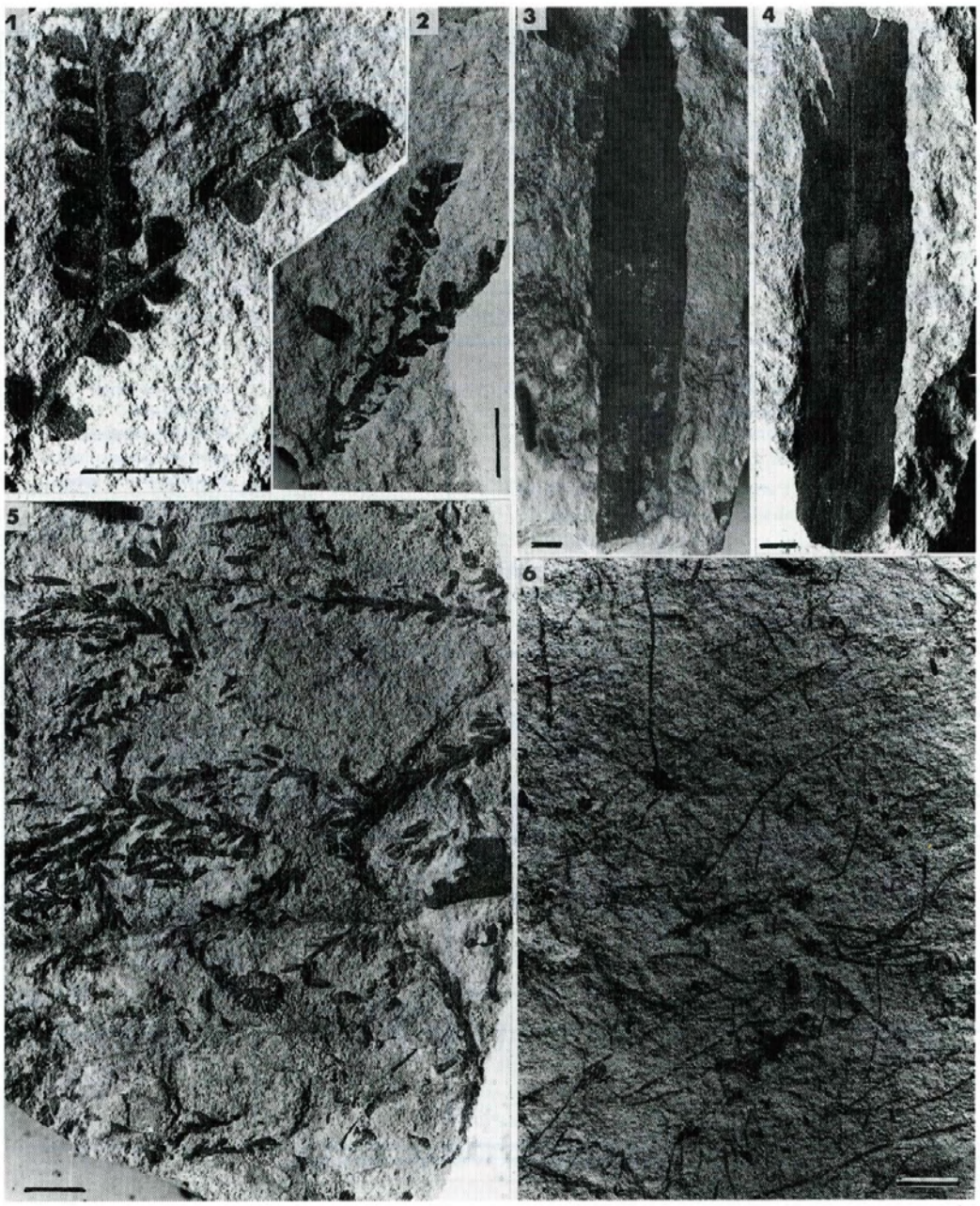


Figure 2 Lithostratigraphic column of locality A, Williams Point, Livingston Island.

Colonne lithostratigraphique du gisement A, Pointe Willliams, île Livingston.



The value of the scale is 5 mm.
La valeur de l'échelle est égale à 5 mm.

Photographs 1-2 Frond of *Dicroidium odontopteroides* subsp. *orbiculoides* Anderson and Anderson showing the dichotomy of main rachis.

Frondes de *Dicroidium odontopteroides* subsp. *orbiculoides* Anderson et Anderson montrant la dichotomie du rachis principal.

Photographs 3-4 Leaves of *Linguifolium steinmannii* (Solms-Laubach) Frenguelli. Note undulate margins and midvein.

Folioles de *Linguifolium steinmannii* (Solms-Laubach) Frenguelli. Remarquer les bords onduleux et la nervure médiane.

Photograph 5 Leafy twigs of *Pagiophyllum* sp. Note the presence of a fertile cone.

Rameaux feuillés de *Pagiophyllum* sp. Noter la présence d'un cône fertile.

Photograph 6 Level with roots and rootlets sometimes dichotomizing.

Niveau à racines et radicelles se divisant parfois par dichotomie.

only in the Triassic. *Dicroidium odontopteroides* forma *odontopteroides* and subsp. *orbiculoides*, *Dicroidium dubium* subsp. *dubium*, *Dicroidium* cf. *crassinervis* forma *obtusifolium* was observed for the first time in the locality.

Photographs 1-2 show clearly the main rachis forked by dichotomy. *Linguifolium steinmannii* (Solms-Laubach) Frenguelli is a species known from Ladinian to Rhetian in Gondwana (**photographs 3-4**). The other fossils determined with precision do not have good stratigraphical value but may be present in the Triassic. The fossil content of locality A may by dated Upper Triassic.

This is contrary to the conclusions of Rees and Smellie (1989) who claim that "a Triassic age is no longer tenable".

Rees (1993) considers that the most

	Orlando (1981)	Lacey & Lucas (1981)	Banerji & Lemoigne (1987)	Rees & Smellie (1989)	Present study
PTERIDOPHYTA Equisetales		*Equisetites* sp.	*Neocalamites* sp.	*Equisetites*	*Equisetum* sp. *Neocalamites* sp. *Marattia* sp.
Filicales	*Asterotheca crassa* Rachis d'Osmondaceae *Coniopteris distans* Frondes de Dipteridaceae	cf. *Asterotheca crassa* *Coniopteris distans*	*Marattiopsis* sp. *Dictyophyllum* sp. *Scoresbya dichotoma* *Cladophlebis* sp.	"*Brevipteris elongat*" *Asplenites* *Klukia* *Cladophlebis* "*Bifida dichotom*" "*Bifida longiphyl*"	*Dictyophyllum sp. *Cladophlebis sp. *Cladophlebis* sp. A *Cladophlebis* sp. B *Asterotheca crassa* *Coniopteris* sp. **Scoresbya dentata*
PRESPERMATOPHYTA Umkomasiales	*Thinnfeldia* sp. *Xylopteris* cf. *elongata*	*Dicroidium* cf. *lancifolium*	*Dicroidium* sp. *Xylopteris* cf. *elongata*		*Dicroidium* cf. *crassinervis* forma *obtusifolium* D. *dubium* subsp *dubium* D. cf. *elongatum* D. *odonpteroides* subsp. *orbiculoides* D. *odontopteroides* forma *odontopteroides* D. sp.
Glossopteridales ?					*Linguifolium steinmannii*
Cycadales		*Doratophyllum tenison-woodsi*	*Taeniopteris* sp.	*Taeniopteris*	
Caytoniales			*Sagenopteris* sp. *Caytonia* sp.		**Sagenopteris* sp. *Sagenopteris* sp. *Caytonia* sp.
Ginkgoales		*Ginkgoites* sp.	*Sphenobaiera* sp.		**Sphenobaiera* sp.
SPERMATOPHYTA Coniferales		*Pagiophyllum* sp.	*Pagiophyllum* sp. A P. sp. B *Elatocladus* sp. A E. sp. B		*Pagiophyllum* sp. **Pagiophyllum* sp. *Elatocladus* sp.
Angiosperms				Forms "B" "D" "F"	
Incertae sedis		*Hexagonocaulon minutum* *Thallites* sp. A *T*. sp. B			

Askerisks refer to taxa collected in flora 1. - Les astérisques correspondent aux taxons récoltés dans la flore 1.

Table Systematic composition of locality A from the different studies.

Composition systématique du gisement A d'après les différentes études.

ancient floras in the Antarctica Peninsula region are those of Botany Bay and Hope Bay. There is evidence of an emerged terrestrial part near the end of Williams Point in Upper Triassic. Indications of autochthony in this locality include numerous fern fronds about 15 cm long and many ramifying leafy twigs of conifers, some bearing fertile cones (**photograph 5**). The presence in the same beds of isolated cones and small leafy twigs may be explained by non-selective transport. We found, for the first time, in this locality a level with roots and rootlets, sometimes with dichotomy, indicative of the proximity of a palaeosol (**photograph 6**).

CONCLUSIONS

The presence of Triassic floras in the northern part of Williams Point (Livingston

Island) calls for a revision of the admitted palaeogeography of the area. In fact, Rees (1993) considers the emergence of a volcanic arc in the north of the Antarctica Peninsula to have taken place during the Lower Jurassic, whereas the Lower Cretaceous is proposed in the model by Farquharson (1983, 1984).

It remains to be proved, in the present state of research, that this flora developed at the expense of an emerged volcanic arc, unless we consider the South Shetland Islands during this period to have been situated near the Antarctic Peninsula. However, we may assume an emerged zone, vast enough to offer the possibility of the development of a flora with various ecological conditions.

Acknowledgments: We are grateful for provision of research facilities by the Instituto Antarctico Chileno (Proyeto 017, Estudios Paleobotanicos de las Islas Shetland del Sur) and to H. Galleguillos for valuable help during field collecting.

REFERENCES

BANERJI, J. and LEMOIGNE, Y., 1987. Significant additions to the Upper Triassic flora of Williams Point, Livingston Island, South Shetland (Antarctica), *Géobios*, 20, 4, pp. 469-487.

CHAPMAN, J. L. and SMELLIE, J. L., 1992. Cretaceous fossil wood and palynomorphs from Williams Point, Livingston Island, Antarctic Peninsula, *Rev. Palaeobot., Palynol.*, 74, pp. 163-192.

FARQUHARSON, G.W., 1983. Evolution of late Mesozoic sedimentary basins in the northern Antarctic Peninsula. *In* OLIVIER, R. L., JAMES, P. R. and JAGO, J. B., Eds., *Antarctic earth science and Australian Academy of Science,* Cambridge University Press, 697 p.

FARQUHARSON, G. W., 1984. Late Mesozoic non-marine conglomeratic sequences of northern Antarctic Peninsula (the Botany Bay group), *British Antarctic Surv. Bull.*, 65, pp. 1-32.

LACEY, W.S. and LUCAS, C., 1981. The Triassic flora of Livingston Island, South Shetland Islands, *Br. Antarctic Surv. Bull.*, 53, pp. 157-173.

LEMOIGNE, Y., 1987. Confirmation de l'existence d'une flore triasique dans l'île Livingston des Shetland du Sud (Ouest Antarctique), *C.R. Acad. Sci. Paris,* 304, Series II, pp. 543-546.

ORLANDO, H. A., 1968. A new Triassic flora from Livingston Island, South Shetland, *British. Antarct. Surv. Bull.*, 16, pp. 1-13.

PHILIPPE, M., BARALE, G., TORRES, T. and COVACEVICH, V., 1993. First study of *in situ* fossil woods from the Upper Cretaceous of Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica : Palaeoecological investigations, *C.R. Acad. Sci. Paris,* 317, Series II, pp. 103-108.

REES, P. M., 1993. Revised interpretations of Mesozoic palaeogeography and volcanic arc evolution in the northern Antarctic Peninsula region, *Antarctic Science,* 5, 1, pp. 77-85.

REES, P. M. and SMELLIE, J. L., 1989. Cretaceous angiosperms from an allegedly Triassic flora at Williams Point, Livingston Island, South Shetland Islands, *Antarctic Science,* 1, 3, pp. 239-248.