Zeitschrift: Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure
Herausgeber: Vereinigung Schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure
Band: 50 (1984)
Heft: 118

Artikel: Évolution d'anciennes chaînes d'Australie. Part II, Mobilité et tectonique des socles Précambriens
Autor: Campana, Bruno
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-208319

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing., Vol. 50, Nr. 118, April 1984, S. 27 - 53

A la mémoire d'Eugène Wegmann

Évolution d'anciennes chaînes d'Australie

II.

Mobilité et tectonique des socles Précambriens

par Bruno CAMPANA *

Abstract

This second paper on the evolution of Precambrian chains of mountains in Australia (Part I in Bull. Swiss Assoc. of Petroleum-Geol. and -Eng., V. 49, Nr. 116, p. 37 - 48), deals with the cycles of granitisation, indicated by various age determinations (between -3000 m. a. and -480 m. a.).

The structures of old crystalline blocs of South Australia are discussed and illustrated with geological sections, air photographs, paleoprofiles, etc. A stratigraphic succession, forming the Adelaide System and reaching 10 000 m in thickness, is described.

Particular attention is paid to the tectonic pattern prevailing in the Willyama Inlier (area of Olary - Broken Hill) and in the Mount Painter Inlier (Flinder Ranges). The observed structures do not appear related to tangential forces, but to internal mobilisation of portions of the blocs, leading to movements that have a strong vertical component.

The result is a diapiric tectonics in zones of intense migmatisation, with high angle dips and sharp axial flexures of the crystalline basement and within the nearest strata of the sedimentary mantle. Away from these anticlinal cores, a gentle and often disharmonic folding is the rule.

Zusammenfassung

Dieser zweite Teil über die Entwicklung der präkambrischen Gebirgsketten Australiens (der 1. Teil erschien im Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. und -Ing., Vol. 49, Nr. 116, S. 37 - 43), handelt von den Granitisationszyklen, deren unterschiedliche Altersbestimmungen zwischen 480 und 3000 Millionen Jahre liegen.

Die Strukturen alter, kristalliner Blöcke von Süd Australien werden behandelt und u. a. mit geologischen Schnitten, -Luftbildern und Paläoprofilen illustriert. Eine Schichtenfolge von 10 000 m Mächtigkeit, welche das Adelaide-System bildet, wird beschrieben.

Besondere Beachtung wird dem vorherrschenden tektonischen Muster im Willyama Inlier (Gebiet Olary - Broken Hill) und im Mount Painter Inlier (Flinder Ranges) geschenkt.

---

* Bureau de Géologie et Géophysique Minière Bruno CAMPANA D. Sc., CH - 5725 Leutwil

Die beobachteten Strukturen scheinen nicht mit tangentialen Kräften zusammenzuhängen. Eher sind sie von innerer Aktivierung von Block-Teilen abhängig, die zu starken vertikalen Bewegungen führen.

Das Ergebnis ist eine diapirische Tektonik in Zonen intensiver Migmatisierung, mit steilen Fallwinkeln und mit engen axialen Flexuren des kristallinen Grundgebirges und im anliegenden Sedimentmantel. In einiger Entfernung von diesen Antiklinalkernen sind schwache und oft disharmonische Faltung die Regel.

1. Introduction

Dans un recueil d'essais géologiques publié par l'éditeur italien MONDADORI en 1975, 20 auteurs exposent avec une indubitable compétence les récentes découvertes des Sciences de la Terre et les nouvelles «théories globales» qu'elles proposent, en particulier la théorie de la *tectonique des plaques.*

L'excellence de ces essais est un peu ternie par le titre du volume. *«La riscoperta della Terra»*, à vrai dire plus commercial que scientifique et surtout par la page finale de conclusion où apparaissent des affirmations que peu de géologues apprendront sans sourire.

«La structure fondamentale du modèle de la tectonique des plaques (écrit DE ROSA, qui introduit le volume) est la présence d'une liaison continue entre la surface terrestre et l'intérieur de la Terre... Le concept de l'inéluctabilité de l'épuisement des ressources dites non-renouvelables, paraît dépassé par celui de la vitesse de renouvellement de ces ressources mêmes. Il n'existe pas de différence substantielle entre l'eau (ressource renouvelable caractéristique) et le cuivre, typiquement considéré comme non -renouvelable... Dans les deux cas prévaut le concept que la vitesse-limite de leur consommation ne doit pas dépasser la vitesse de leur renouvellement».

La théorie de la «tectonique des plaques» viendrait donc aider l'économie minérale mondiale: en effet, suivant DE ROSA, les ressources dont l'humanité a besoin proviendraient en continuité des dorsales océaniques. Mieux encore pourrions nous ajouter qu'elles seront localisées par l'exploration des satellites, ainsi que nous le promettent d'autres éditeurs à succès.

N'est-ce pas notre grand maître de la tectonique planétaire, Emile ARGAND (1924), qui nous mettait déjà en garde, il y a 50 ans, contre les excès des «théories globales»?

Il est possible au jugement de n'attacher aux théories que la signification d'hypothèses de travail, de les balancer les unes par les autres, de les amener au contact utile et par là même, de tempérer leurs excès... Nous entendons maintenir le primat de la tectonique concrète et conserver la nuance qui la distingue des théories de toute espèce...» écrivait-il dans sa Tectonique de l'Asie.

C'est cette mesure, cette modestie scientifique, qu'on retrouve (malgré les apparences) dans son élève le plus célèbre, Eugène WEGMANN. La mesure, la prudence methodologique, la primauté du concret et de l'observable, ressortent implicitement ou explicitement dans chacun de ses travaux. Ainsi:

«La nature fait toujours intervernir un grand nombre de facteurs, de sorte qu'il n'est souvent pas facile d'attribuer sa part à chacun. C'est la raison de l'insuccès des explications unicausales, longtemps à la mode dans les sciences de la terre» (1963).

«Les méthodes géophysiques et les méthodes géologiques travaillent, le plus souvent, à des échelles différentes, mais les résultats sont souvent exprimés par les mêmes termes. Il ne faut toutefois pas se tromper: la signification des mots est souvent différente dans les deux domaines» (1966).

«L'idée des «blocs continentaux» rigides n'est qu'une première approximation; elle doit être corrigée en y ajoutant une mobilité interne renouvelée dans le temps et dans l'espace, révélée par des phénomènes visibles dans les affleurements de la majorité des socles cristallins» (1964).

Cette démarche méthodologique de WEGMANN, son sens prononcé pour la tectonique concrète, sa maîtrise dans les études des socles précambriens, nous ont été précieuses et des plus profitables durant nos vingt années de recherches dans les anciennes chaînes australiennes. Cet article, comme le précédent, est pour nous l'occasion d'exprimer toute la reconnaissance que nous lui devons.

2. Cycles infrastructuraux des socles australiens

Les phénomènes de granitisation en Australie Méridionale, n'affectent pas seulement les fenêtres précambriennes d'Olary - Broken Hill et de Mount Painter, au bord oriental et septentrional du géosynclinal d'Adelaïde (Willyama et Mount Painter Inliers), décrites dans notre précédent article (CAMPANA, 1983). Ces phénomènes sont observables sur les immenses étendues du *Craton de Gawler* (Gawler Craton, fig. 2), où ils affectent les métasédiments et les roches volcaniques d'âge imprécis, supérieur toutefois à -1580 millions d'années (FLINT et PARKER, 1982).

Les déterminations d'âge absolu y montrent en effet *plusieurs cycles orogéniques*, (ayant mis en jeu des roches granitoïdes, des granites, des volcanites très épaisses et des sédiments plus ou moins métamorphiques), qu'on peut définir, par leurs «manifestations» et structures, comme des *cycles infrastructuraux* au sens de WEGMANN (1964).

Les plus anciennes roches granitoïdes connues dans le Craton de Gawler sont archéennes, datées de -2400 m. a. environ. D'autres formations granitoïdes montrent un âge compris entre -1820 et -1580 m. a., suivies par des granites, des porphyres et des granodiorites dont l'âge est compris entre -1580 et -1450 m. a.: ce sont les granites et les granodiorites de Mount Painter et de la zone d'Olary, illustrés dans CAMPANA, 1983.

Tout au N de l'Australie Méridionale, on trouve le *Bloc de Musgrave* (Musgrave Block, fig. 2), affleurant sur une surface d'environ 100 000 km^2. Ce bloc est fait de métasédiments et de formations volcaniques, traversées par des granites de -1100 m. a. Des roches basiques et ultrabasiques, très répandues dans ce bloc, montrent un âge d'environ -1050 m. a.

Signalons enfin une cinquième phase de granitisation, d'âge ordovicien (-480 m. a.).

A l'échelle du continent australien, l'histoire des socles précambriens, encore très imparfaitement connue, montre de plus d'intenses phénomènes de granitisation et de reactivation (DUNN et al., 1966), qui se manifestent sur les vastes portions du Bloc de Yilgarn et de Pilbara (Western Australia). Là, les déterminations d'âge absolu datent des granites de -3040 m. a. (Roebourne Beds), de -2900 et de -2700 m. a. (Yilgarn Series).

Dans le Northern Territory, les granites s'échelonnent sur plus de 1000 m. a., de -2550 m. a. (Rum Jungle Complex) à -1760 m. a. (Katherine River Group), et à -1470 m. a. (Mount Rigg Group).

Dans l'état de Queensland on connaît des granites de -1775 m. a., (Argylla Formation), de -1720 m. a. (Mount Isa Shale), et enfin de -1420 m. a. (Lawn Hill Formation).

Il est ainsi manifeste que les cratons australiens ont subi, au cours des 2000 m. a. qui précédent le Cambrien, des cycles infrastructuraux répétés. Cette activation est responsable d'une minéralisation très marquée: les formations de ces socles contiennent en effet des gîtes métallifères d'importance mondiale par leur richesse, leur nombre et leur variété.

Les socles précambriens d'Australie font donc l'objet d'études d'un très grand intérêt, depuis une trentaine d'années. Pendant cette période les services géologiques fédéraux et de chaque état, ont publié des cartes et des monographies géologiques et géophysiques générales couvrant plus d'un million de km^2 (BUREAU OF MINERAL RESOURCES, 1960, 1972. GEOLOGICAL SURVEY OF SOUTH AUSTRALIA, 1982).

De leur côté, les sociétés minières ont contribué à ces recherches par des campagnes d'exploration systématiques, aboutissant à des découvertes minières parmi les plus importantes de notre siècle (CAMPANA, 1964, 1968).

On ne peut affirmer que les théories globales seules ont une grande importance dans les études et les interprétations géologiques des socles cristallins.

En effet bien plus fructueuses ont été pour nous les méthodes d'analyses proposées maintes fois par WEGMANN (1930, 1935, 1951, 1963, 1966). En tant qu'instruments et guides de notre travail, nous pouvons les résumer ainsi:

- *L'observable* (à l'échelle régionale, à l'échelle de l'affleurement ou par des échantillonnages opportuns) est ce qui compte en premier lieu dans les études des aires cristallines précambriennes.
- *L'échelle des phénomènes ne peut jamais être négligée dans un compte rendu véridique.* A chaque ordre de grandeur correspondent des méthodes d'observation et des techniques d'investigation différentes.
- *L'extrapolation en profondeur des structures superficielles n'est pas recommandée.* Mais par contre il n'est pas satisfaisant d'étudier les structures profondes sans établir à quels phénomènes de surface il faut les relier. Il s'ensuit que les coupes géologiques profondes, montrant les socles et leur couverture sédimentaire sur des milliers de mètres d'épaisseur sont d'une importance particulière, dans les études des vieux bâtis géologiques.
- *Comparée à la durée de l'histoire des couvertures sédimentaires, celle des socles précambriens est beaucoup plus longue.* Pendant 1000 à 2000 millions d'années ils ont été le siège de mobilisations internes, plusieurs fois répétées dans l'espace et le temps, dont nous ne pouvons pas encore à l'heure actuelle bien connaître les causes. Cette mobilité des socles se traduit souvent par une tectonique diapirique.
- *La cartographie géologique des socles cristallins* est avantageusement complétée par des images représentant des stades successifs d'évolution. Mises en série, ces images intègrent de nombreuses données dans une représentation objective, puisqu'elle reste asservie à des données observables, sans recours à l'hypothèse incontrôlable.
- *La photographie aérienne* (verticale ou oblique), et la représentation d'affleurements significatifs par le dessin ou la photo, font partie des études des socles: elles remplacent souvent avec avantage des textes explicatifs détaillés.

Dans les pages qui suivent nous avons donc donné une large place à l'image.

3. La tectonique des vieux bâtis

Deux régions de l'Australie Méridionale offrent de rares possibilités pour l'étude des relations entre les déformations des socles cristallins et celles de leurs couvertures sédimentaires. Déjà décrites dans notre précédent travail (CAMPANA, 1983), ce sont des «fenêtres», au bord oriental et septentrional du Géosynclinal d'Adelaïde (fig. 1 et 2), nommées respectivement Willyama Inlier et Mount Painter Inlier. La première fait partie des Mts. Lofty Ranges, dans la zone d'Olary - Broken Hill. La deuxième appartient aux Flinder Ranges, tout au N de la chaîne.

Dans lex deux cas, les socles sont formés de roches cristallophylliennes variées (schistes cristallins, quartzites, amphibolites, migmatites et granites) recoupées par des filons basiques et d'innombrables pegmatites d'âge compris entre -1400 m. a. et -1800 m. a., peut-être en partie plus anciens. Elles appartiendraient donc au Précambrien moyen, dans la division chronologique américaine (EARDLEY 1963), ou au Protérozoique moyen-inférieur, suivant la chronologie canadienne et australienne (STOCKWELL 1963, DUNN et al. 1966), reproduite dans le tableau I.

La couverture sédimentaire, formant le Système d'Adelaïde, est faite de sédiments divers non métamorphiques (grès et conglomérats) en forte discordance angulaire, suivis par des dolomies, des schistes argileux, des arkoses, et surtout par des tillites, ou des lits tilloïdes à blocaux (fig. 3 et 4), d'origine principalement glacio-marine, pouvant atteindre de grandes épaisseurs (CAMPANA & WILSON, 1955).

3.1 La fenêtre d'Olary (Willyama Inlier)

La carte géologique de la région au N d'Olary (fig. 5) reproduite ici en noir et blanc à partir de la carte levée par l'auteur (1956), illustre les formations du socle cristallin et la partie basale de la succession sédimentaire. La carte nous dispense de toute description stratigraphique. Toutefois nous signalerons le degré de granitisation du soubassement, dans lequel les schistes, les quartzites, les amphibolites, passent aux schistes fespathisés, aux migmatites les plus variées, et finalement aux granites et granodiorites, par toute une série de termes intermédiaires. On notera également la zone en noir, avec amphibolites, cornéennes à épidote, skarns, roches à grenat et à trémolite, actinolite, diopside. Il est permis de considérer cette zone comme un f r o n t b a s i q u e , devant le front de migmatisation régionale.

La carte montre des exemples saisissants de plissement diapirique du socle, mis en évidence par des boursouflures ou des bourrelets anticlinaux, qui percent la couverture sédimentaire dans le style tectonique précisement illustré par WEGMANN (1930).

La couverture s'adapte passivement aux diapirs du socle, par des plis à direction longitudinale O – E, et par de brusques flexures transversale N – S. Très redressées au voisinage du socle, les couches sédimentaires adoucissent rapidement leur inclinaison vers le haut, pour former des cuvettes synclinales très évasées (fig. 5 et 6).

Il est clair que ce style tectonique ne répond pas aux principes du «plissement encadré». Le jeu des forces tangentielles ne saurait rendre compte, au moins à l'échelle régionale, des faits observables. Il faut bien admettre une activation endogène, à forte composante verticale, dans certains foyers du socle même. En mobilisant les matériaux profonds au cours du cycle géosynclinal, cette activation les a remenés aux niveaux supérieurs de l'édifice tectonique, à travers les métasédiments du socle, pour percer enfin la couverture sédimentaire, tectoniquement passive.

La succession des évènements est illustrée par la fig. 6. La légende qui l'accompagne expose dans les grandes lignes cette longues évolution, du Précambrien à l'Ordovicien, pendant quelque 1000 millions d'années. En comparant les profils paléotectoniques de la fig. 6 à la carte de la fig. 5, on saisira facilement le comportement de ce bâti tectonique dans l'espace, son progrès dans le temps, sa genèse profonde. Ce sont là des traits fondamentaux, que nous croyons être communs à bien des édifices structuraux des vieux socles cristallins.

L e p r o f i l 1 (fig. 6) représente donc la chaîne précambrienne arasée, il y –800 m. a., avec une surface topographique voisine d'une pénéplaine, sur laquelle viennent se déposer les conglomérats de base de la couverture. Une nouvelle phase géosynclinale se déclanche à cette époque, se traduisant par une subsidence accusée (formation du Géosynclinal d'Adelaïde). Une sédimentation continue est responsable du remplissage, pouvant atteindre 10 000 m d'épaisseur (P r o f i l 2). Le socle se déforme, avec des phénomènes de rhéomorphisme probables en profondeur. La phase de subsidence géosynclinale s'arrête aux temps cambriens.

L e p r o f i l 3 représente la chaîne, telle qu'elle nous apparaît aujourd'hui, *après les plissements ordoviciens*. Les matériaux du socle ravivés retournent à la lumière par des remontées diapiriques. Le remplissage géosynclinal est soulevé, et graduellement érodé, au cours des temps paléozoïques, mésozoïques, tertiaires et quaternaires.

3.2 La fenêtre de Mount Painter (Mt. Painter Inlier)

Les successions stratigraphiques observées dans la région d'Olary – Broken Hill, décrites dans les pages précédentes et dans un premier article (CAMPANA 1983), se retrouvent avec une remarquable continuité de faciès dans la «fenêtre de Mount Painter», un segment des Flinder Ranges qui occupe une aire de quelque 2000 km² (fig. 1, 2, 7). Sa géologie a été décrite par CAMPANA (1958). Il s'agit d'une zone relativement aride, où les séries sont admirablement exposées, et permettent ainsi des observations et des levés géologiques particulièrement précis.

Le socle cristallin

Le soubassement cristallin est formé de métasédiments d'âge Protérozoïque inférieur (Précambrien moyen). Ceux-ci sont représentés par les quartzites de Freeling Heights (fig. 8), roches à grain moyen ou grossier, à séricite et feldspaths, dans lesquelles s'intercalent des lits conglomératiques et à stratification entrecroisée, soulignée par des passées de minéraux lourds.

La succession métasédimentaire est envahie par les granites. On note des passages graduels, plutôt que des contacts, entre les quartzites feldspathiques et les granites (fig. 9): le processus de granitisation apparaît indubitable.

En fonction des relations géologiques, confirmées par des déterminations d'âge absolu, on y a reconnu des granites anciens, du Protérozoïque inférieur et des granites jeunes, d'âge cambro-ordovicien.

Les granites anciens comprennent des variétés massives, rosées, à feldspaths ovoïdes bien serrés, rappellant les granites de type «Rapakivi» (fig. 12: bloc de granites type «Rapakivi» dans tillite, et fig. 14: zone occupée par Sg 1). La zone de passage de ce granite aux métasédiments est assez étroite, mais le contact est généralement graduel. Les feldspaths ovoïdes, souvent concentriquement zonés, se retrouvent isolés ou groupés en essaims dans les quartzites, jusqu'à une distance de plus de 50 m des corps granitiques massifs. On obtient ainsi, par de nombreux termes intermédiaires, des lentilles irrégulières de gneiss oeillets.

Une deuxième variété de de la série des granites anciens est un granite à texture porphyrique, massif, rougeâtre à l'affleurement, qui occupe les zones bordières de la chaîne (entre Mt. Painter et Moulawatana), presque sans solution de continuité (fig. 7). Là ou le contact n'est pas touché par des failles, ce granite montre une disposition concordante avec les métasédiments: il en épouse les plis régionaux, se comportant lui-même dans l'ensemble comme un puissant horizon stratigraphique.

Signalons encore, parmi les granites anciens, des granodiorites à grain moyen ou grossier; des granites gneissiques variés; une variété de porphyre verdâtre, représentant peut-être une rhyolite recristallisée; un microgranite massif, et enfin des adamellites. L'âge des granites anciens se situe entre –1450 et –1580 m. a.

Les granites jeunes (cambro-ordoviciens) offrent des caractères pétrologiques et des conditions de gisement bien différentes. Ils percent le bâti cristallin dans sa partie plus centrale (fig. 7, 12, 14), et montrent au microscope et à l'analyse chimique une composition dioritique. La texture est sans stress, fraîche à la cassure, claire, équigranulaire. La roche est souvent associée à des leucogranites sodiques, ainsi qu'à granites pegmatoïdes potassiques.

Il y a peu de doute sur la genèse des granites jeunes. Les affleurements, bien exposés et polis par les eaux torrentielles, montrent le processus de granitisation métasomatique dans la plupart des cas. Le long du bord oriental de la chaîne, près de la grande faille qui la sépare de la plaine de Paralana, ces granites ont très nettement conservé les structures sédimentaires, par

exemple une stratification bien accusée. D'autre part, à l'intérieur de la masse granitisée, les lits sédimentaires concordants sont nombreux, et peuvent être suivis sur des distances considérables. On les reconnaît facilement à la fig. 15.

La couverture sédimentaire

Peu de régions précambriennes offrent une succession de sédiments non métamorphiques aussi spectaculaire que les séries du Système d'Adelaïde observables dans les Flinder Ranges. Ces séries affleurent admirablement dans la zone d'Arkaroola, à l'extrémité méridionale de la fenêtre de Mount Painter, où elles atteignent dans leur ensemble 10 000 m d'épaisseur (fig. 10 et 11).

On y a reconnu quatre grandes séries, dites (de la base au sommet) série de Willoura, de Torrens, de Sturt et de Marino. Nous en donnerons une brève description.

La série de Willoura, détritique à la base, débute par un conglomérat grossier, à galets de quartz, de quartzite et de granite porphyrique. Des quartzites (parfois à actinolite) suivent, dans lesquels s'intercalent des amphibolites massives. Viennent ensuite des marbres à actinolite et des amphibolites, avec lits de cornéennes à silicates calciques, auxquels succèdent des métaphyres amigdaloïdes, intercalés dans des quartzites à épidote, dans des grès et des schistes argileux. Des grès à grain moyen, avec délits de minéraux lourds, des quartzites massifs et des silts forment enfin le toit de la série de Willoura.

La série de Torrens, qui succède à la précédente, débute également par des sédiments détritiques: conglomérats arkosiques, quartzites arkosiques, silts, avec passées de minéraux lourds, fissures de dessication et ripple marks. La série continue par des dolomies bleuâtres à talc, suivies par des quartzites arkosiques bien lités, des marbres à trémolite, des amphibolites, des quartzites à silicates calciques, des schistes dolomitiques, et des arkoses dolomitiques, témoignant d'une sédimentation peu profonde, en partie lagunaire.

La série de Sturt, est la plus étendue et aussi la plus représentative du système géosynclinal d'Adelaïde.

Elle débute par une tillite grossière (fig. 12), composée d'une pâte argileuse ou sableuse, dans laquelle sont dispersés des éléments clastiques de toute dimension. Ces éléments reflètent la composition du socle cristallin sous-jacent, représenté dans la tillite de base soit par des quartzites, soit par du matériel granitique (fig. 12).

Cette tillite, à la base de la série de Sturt, succède aux formations de la série de Torrens sans discordance angulaire apparente (fig. 10 et 11). Elle représenterait un dépôt glacio-marin (de glaces flottantes), dans une grande mer polaire qui devait couvrir au Précambrien supérieur une large partie de l'Australie Méridionale et aussi, vers le N, de l'Australie Occidentale (CAMPANA & WILSON, 1955).

Toutefois, dans certaines zones de la fenêtre de Mount Painter (fig. 14), et aussi d'Olary-Broken Hill (fig. 3 et 4), cette tillite de base repose sur le socle cristallin même. C'est le cas dans les parages de Mt. Fitton, le long de l'Hamilton River, d'où provient la photographie de la figure 12. Là, une tillite très grossière surmonte directement le granite de type «Rapakivi» décrit plus haut, qui a fourni le matériel clastique de la tillite. Recristallisé par un léger métamorphisme régional, un auteur (plusieurs fois cité dans la littérature géologique) a cru voir dans ce matériel granitique recristallisé un effet de granitisation de la tillite (BOWES, 1953). Nous avons corrigé cette erreur, après des levés détaillés de la zone (CAMPANA, 1955).

La serie de Sturt se continue par une épaisse alternance de quartzites (avec à la base des silicates calciques), des grès bien lités, des lits de silts à blocaux, des schistes argileux à galets, qu'on peut interpréter comme le sommet des dépôts glacio-marins, vers la fin de la première glaciation marquée par cette série.

La série de Marino est formée à la base par des schistes argileux finement lités, avec intercalations dolomitiques et calcaires, des dolomies et des calcaires à algues, des grès dolomitiques et des calcaires pisolitiques, et enfin des schistes violets ou rougeâtres. On peut considérer cette succession comme des dépôts interglaciaires d'une mer peu profonde ou franchement lagunaire.

Une deuxième phase glaciaire est représentée dans la série de Marino par une tillite massive, à ciment dolomitique, surmontée par des quartzites rougeâtres, à stratification entrecroisée et ripple marks, associés à des grès arkosiques. C'est dans cet horizon géologique que le géologue sud-australien R. SPRIGG, a découvert, il y a 36 ans, la riche faune d'Ediacara, décrite par GLAESSNER (1975). Il s'agit de la première importante association d'animaux (fig. 12 a) découverte dans les terrains précambriens. Cette faune, rappelons-le, est composée de Coelentérés, d'Annélides et d'Arthropodes.

La série se termine par les quartzites dits «de Pound», une formation bien stratifiée, avec intercalations de schistes très finement lités, et parfois à stratification entrecroisée, avec délits de minéraux lourds. La formation se continue, sans discordance apparente, par le Cambrien fossilifère, qui n'est pas présent dans la région étudiée.

Les structures et leur évolution

La fenêtre de Mount Painter expose, comme la fenêtre d'Olary, des formations qui devaient se trouver à 10 – 20 000 m de profondeur aux temps précambriens. L'absence d'une couverture végétale épaisse y facilite des observations très nettes, particulièrement suggestives en photographie aérienne (fig. 14 à 19). On a ainsi un exemple idéal pour l'étude des structures profondes, de l'évolution de ces structures dans le temps et l'espace, et des mouvements du socle au cours du cycle géosynclinal.

Nous avons essayé de reconstruire les conditions paléotectoniques et sédimentologiques qui règnaient dans la fenêtre de Mount Painter, au Précambrien supérieur, par les profils de la figure 13.

Le profil 1 représente la phase initiale de la sédimentation géosynclinale, vers le début du Protérozoïque supérieur. Une chaîne cristalline ancienne arasée, datant du Précambrien moyen, s'affaisse. La couverture sédimentaire du Système d'Adelaïde vient la cacher sous des strates détritiques, débutant par les conglomérats et les grès grossiers de base, de la série de Willoura.

Le profil 2 montre la suite de la sédimentation géosynclinale. L'épaisseur de la couverture dépasse déjà 5000 m; le faciès glacio-marin de la série de Sturt apparaît dans la succession. Le socle s'enfonce. Les formations métamorphiques et les produits des granitisations précédentes ne changent pas d'état, dans leurs parties les plus superficielles; mais à des étages plus profonds on aura une mobilisation renouvelée dans des foyers migmatiques.

La subsidence est accompagnée pas des failles du socle, parfois à grand rejet. La figure 14 en est un témoignage direct: Fs est une dislocation du socle, progressant avec la sédimentation, et atteignant finalement, 1500 m de rejet. Puisque les sédiments et leur tréfonds cristallin sont fortement redressé l'image planimétrique actuelle (rendue par la photographie aérienne) représente assez fidèlement la section bathymétrique verticale à l'époque de la sédimentation.

Un fossé ouvert par la grande faille du socle (Fs, fig. 14), s'est graduellement rempli par les apports détritiques de la couverture (C, fig. 14), jusqu'au colmatage complet. C'est un bel exemple des grands mouvements de voussoirs des socles cristallins, au cours des cycles sédimentaires: mouvements aujourd'hui reconnus dans de nombreux appareils géosynclinaux.

Ce sont les jeux à forte composante verticale de ces voussoirs qui règlent, dans une très large mesure, les remplissages de couverture dans le Géosynclinal d'Adélaïde: d'où la présence ou l'absence totale, suivant les régions, des séries inférieures du système stratigraphique. La série de Sturt, dans la fig. 14, est ainsi directement transgressive sur le socle, sans les formations intermédiaires des séries de Torrens et de Willoura.

Le profil 3 de la fig. 13 représente l'état final de la chaîne, après les plissements cambro-ordoviciens: plissements qui furent suivis par le soulèvement et l'érosion progressive aux cours des âges suivants.

Le profil illustre le style tectonique dominant, au plus près des faits observables. Le socle (délimité à l'E par une grande faille bordière) a surgi des grandes profondeurs par des écailles et des plis serrés, brusques et très redressés, d'aspect diapirique. Les infrastructures des zones mobilisées, ainsi que les superstructures métasédimentaires, ont percé la couverture géosynclinale, suivant des mouvements essentiellement verticaux. Ainsi les formations de couverture, très redressées près des noyaux du socle (fig. 14, 16), adoucissent rapidement leur inclinaison pour s'approcher d'une disposition horizontale dans les cuvettes synclinales (fig. 16). On notera aussi (fig. 7) l'exemple frappant de tectonique superposée.

4. Le diapirisme des socles

Les figures 17 à 20 montreraient que le comportement diapirique du soubassement n'est pas limité aux zones bordières de l'appareil géosynclinal d'Adélaïde, dans les fenêtres d'Olary et de Mount Painter. Le phénomène est en effet plus général. Il se manifeste, sur quelque 10 000 km², dans la partie septentrionale des Flinder Ranges entre le 30me et les 31me parallèles. L'érosion n'a pas encore exposé le soubassement cristallin, comme c'est le cas dans les fenêtres d'Olary et de Mount Painter: mais le plissement très désordonné et disharmonique de la couverture sédimentaire ne peut s'expliquer que par un comportement diapirique du socle, comportement analogue à celui des deux fenêtres décrites dans nos articles. Ces phénomènes sont d'ailleurs bien connus, et décrits dans la littérature géologique. WEGMANN (1930) y a consacré un travail du plus grand intérêt pour nos recherches. Il y a composé entre autre dans un but de démonstration, un bloc-diagramme d'un diapir de socle: on le comparera avec profit aux dessins et surtout aux photographies de ce travail. Le stéréogramme de WEGMANN est reproduit ci-dessus (fig. 21), d'après le dessin original: sa beauté, sa force expressive, est à l'image de ce grand maître de la géologie précambrienne.

Bibliographie

(voir aussi liste bibliographique dans CAMPANA 1983)

ARGAND, E. (1924): La tectonique de l'Asie. Compte-rendu du XIII^{e} Congr. géol. intern. 1922.

BOWES, D. R. (1953): The transformation of tillite by migmatization at Mount Fitton, South Australia. Quart. J. Geol. Soc. London, 109: 455 – 481.

BUREAU OF MINERAL RESOURCES, Canberra (1960): Tectonic Map of Australia, 1: 2 534 400.

– (1972): Metallogenic Map Australia and Papua Guinea, 1: 5 000 000.

CAMPANA, B. & WILSON, B. (1955): Tillites and related glacial topography of South Australia. Ecl. Geol. Helv. 48, 1.

CAMPANA, B. (1955): The stratigraphy of the Nordern Flinder Ranges and the alleged granitization of Tillites. Aust. J. of Sc. 18, 3.

CAMPANA, B. & al. (1955): Geol. Atlas of South Australia. Série des cartes spéciales, Olary Province. Geol. Survey of South Austr., Adélaïdé.

CAMPANA, B. (1958): Geology of South Australia: The Flinder Ranges. J. Geol. Soc. Aust. 5, 2.

CAMPANA, B. & al. (1961): Geological Atlas of South Australia, feuilles Gardiner, Paralana, Moolawatana et Umberatana, 1: 63 360. Geol. Survey South Aust., Adélaïde.

– (1964): Discovery of the Hamersley Iron Deposits. Proc. Aust. Inst. Min. Met., 210, pp. 1 – 30.

CAMPANA, B. (1968): La découverte des grands gisements de fer et de bauxite en Australie. Bull. Ver. schweiz. Petrol. Geol. und Ing. 35, pp. 19 – 33.

– (1983): Evolution d'anciennes chaînes d'Australie. I. La granitisation des socles précambriens. Bull. Ver. schweiz. Petrol. Geol. und Ing. 49, pp. 37 – 48.

DE ROSA, E. (1975): Premessa e Conclusione di «La riscoperta della Terra». Mondadori ed. Milano.

DUNN, P. R. & al. (1966): A Proposal for Time-stratigraphic Subdivision of the Australian Precambrian. J. Geol. Soc. Aust. 13, 2, pp. 593 – 611.

EARDLEY, A. J. (1963): Time-scale for the Precambrian. Spec. Pal. Geol. Soc. Am., 76, p. 271 (Abstracts for 1963).

FLINT, R. B. & PARKER, A. J. (compilers) (1982): Tectonic Map South Australia, 1: 2 000 000. South Aust. Dept. Mines and Energy, Adélaïde.

GLAESSNER, M. F. (1975): La comparsa dei primi animali (dans «La riscoperta della Terra», pp. 115 – 124). Mondadori ed. Milano.

STOCKWELL, C. H. (1963): Third Report on Structural Provinces, orogenies and Time – classifications of Rocks of the Canadian Precambrian Shield. Geol. Surv. Pap. Can. 63 – 17, pp. 125 – 131.

WEGMANN, E. (1930): Über Diapirismus (besonders im Grundgebirge). Bull. Comm. Géol. Finlande, 92, pp. 59 – 76.

– (1935): Zur Deutung der Migmatite. Geol. Rundschau, 4, pp. 305 – 350.

– (1951): Méthodes d'analyse tectonique des socles cristallins. Arch. des Sci. Genève, 150.

– (1963): Paysages et structures. Bull. Soc. Neuchât. de Géogr. LIII, 1.

– (1964): Über zyclische Entwicklung im Rahmen der Krustenbewegungen. Geol. Rundschau, 54, pp. 733 – 758.

– (1966): Rapports entre les étages tectoniques et les déformations à la surface de la terre Proceedings of the Second International Symposium on Recent Crustal Movements. Annales Acad. Scient. Fennicae, ser. A, III Geol.-Geogr. 90, pp. 413 – 423.

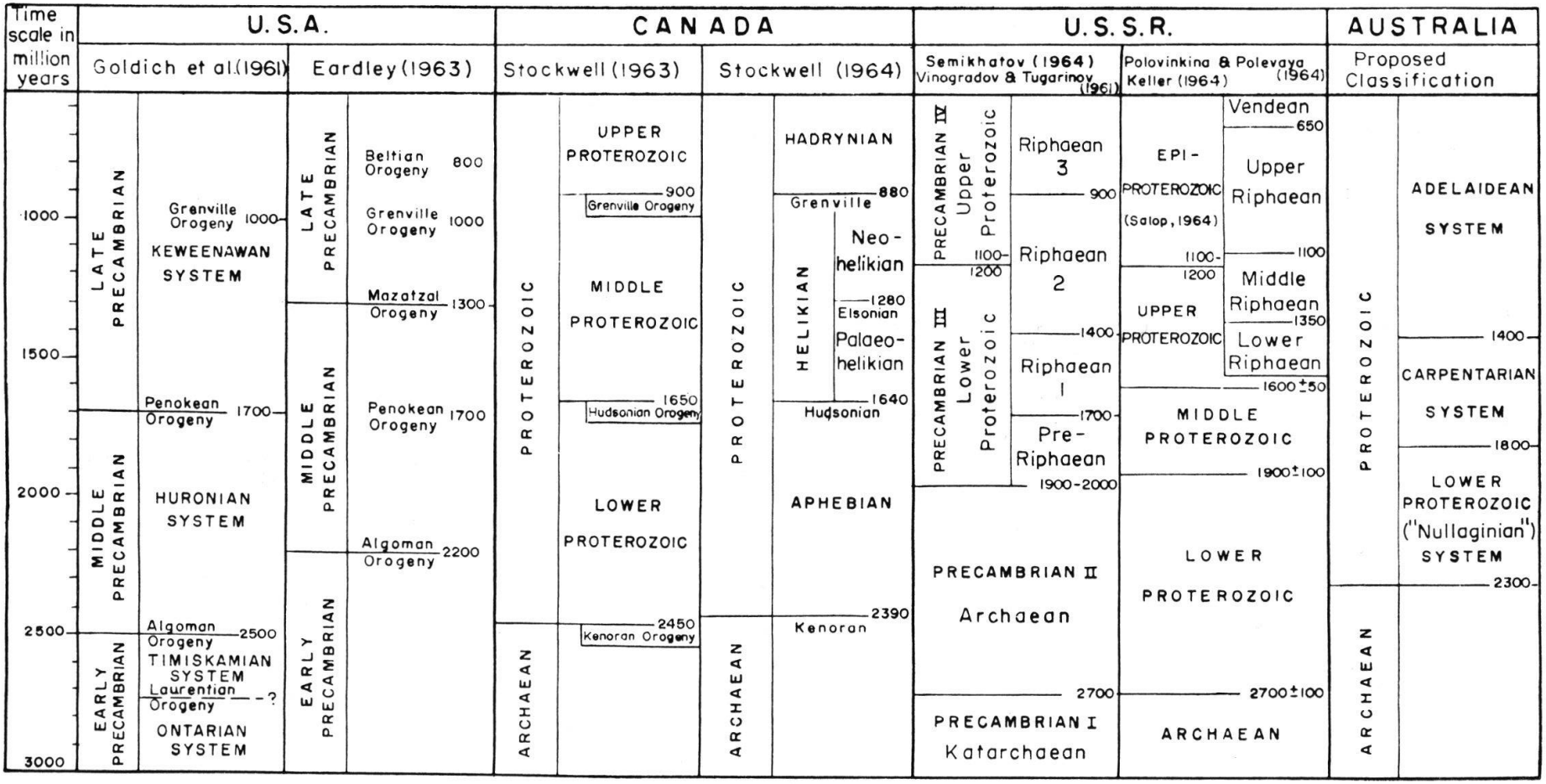


TABLE I – Comparaison des divisions chronologiques et stratigraphiques aux USA, Canada URSS et Australie

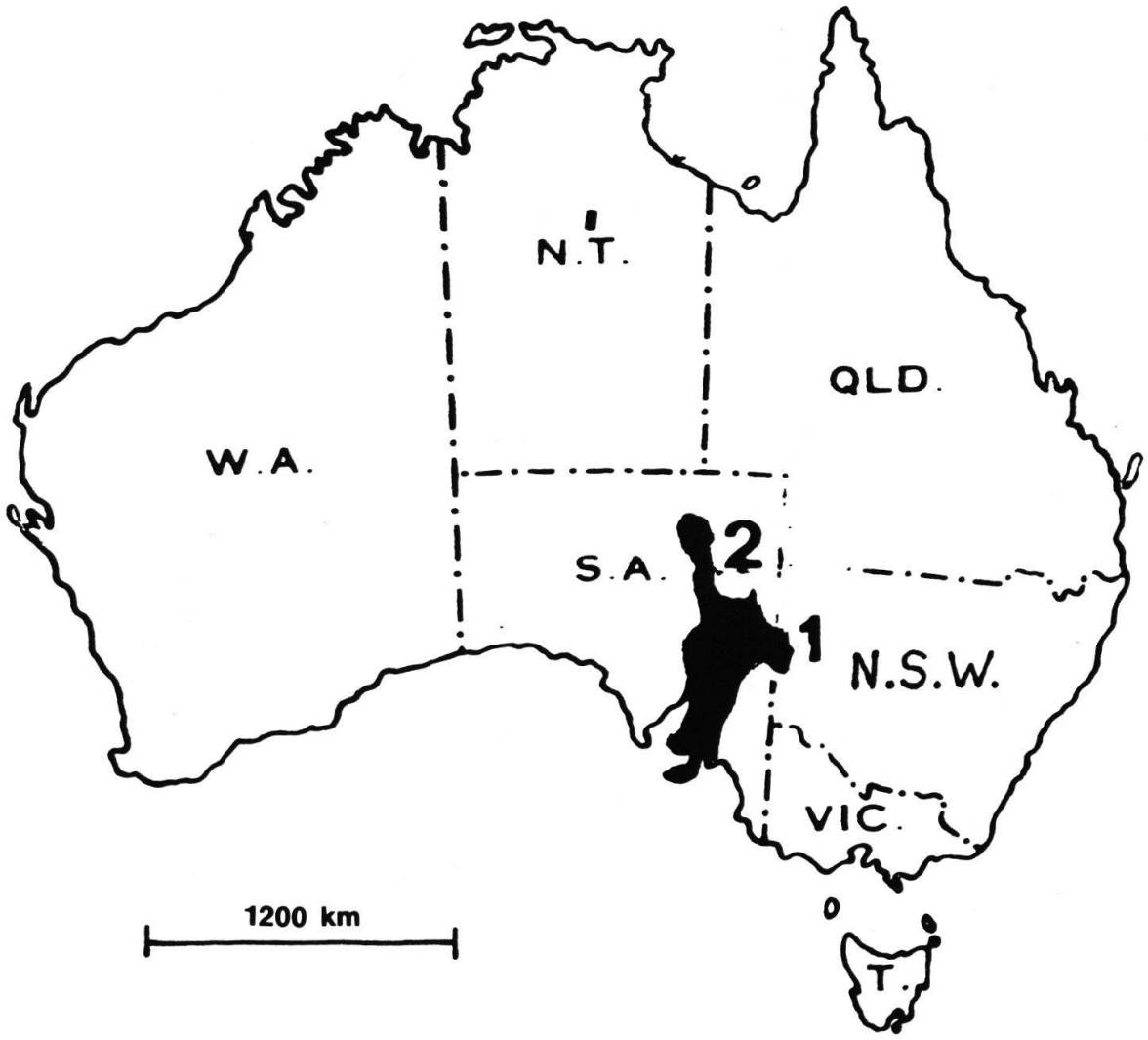


fig. 1 Situation

En noir: Géosynclinal d'Adelaïde, avec:

1. Zone d'Olary – Broken Hill (Mt. Lofty Ranges)
2. Zone de Mt. Painter (Northern Flinder Ranges)

S. A. = South Australia (Australie Méridionale)
W. A. = Western Australia (Australie Occidentale)
N. T. = Northern Territory
QLD. = Queensland
N. S. W. = New South Wales (Nouvelle-Galles du Sud)
VIC. = Victoria
T. = Tasmania

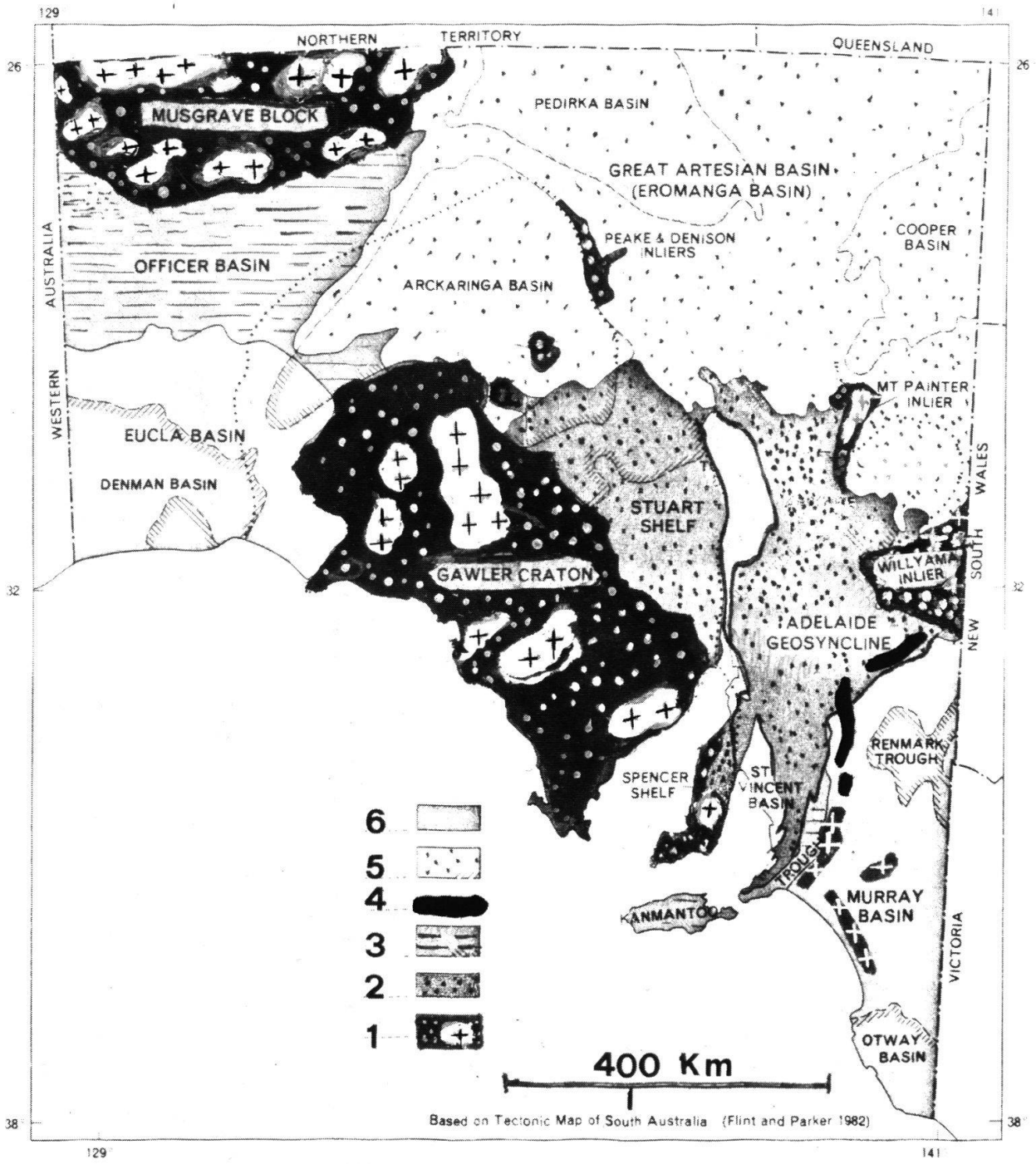


fig. 2 Eléments structuraux de l'Australie Méridionale

6. Bassins tertiaires non plissés
5. Bassins mésozoïques non plissés
4. Granites ordoviciens (–480 m. a.)
3. Bassins cambriens
2. Géosynclinal d'Adelaïde et Plateforme de Stuart, avec sédiments du Protérozoïque supérieur (Système d'Adelaïde) non métamorphiques.
1. Bloc de Gawler, avec métasédiments et formations volcaniques, granitisées en partie (–2400 m. a. et de –1820 à –1580 m. a.).

   Bloc de Musgrave, avec formations cristallophylliennes du Protérozoïque inférieur, granites de –1100 m. a. et roches basiques et ultrabasiques de –1050 m. a.

   Fenêtres du socle cristallin de Mount Painter et d'Olary - Broken Hill. Métasédiments du Protérozoïque inférieur. Granites anciens (–1580 à –1480 m. a.) et granites jeunes (–480 m. a.).

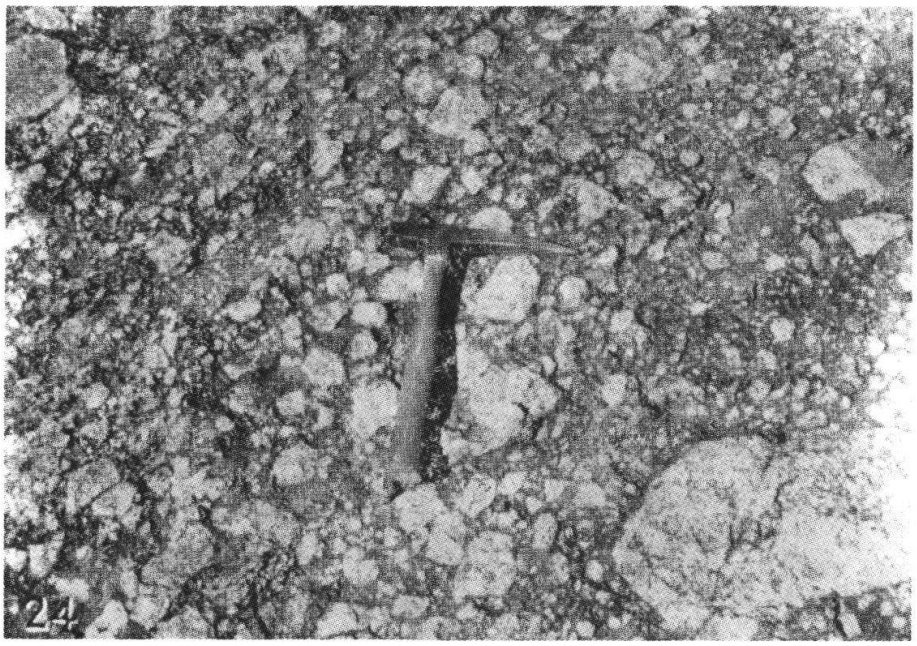


fig. 3 Tillite à matériel granitique

À la base de la série du Précambrien (Proterozoïque) supérieur du géosynclinal d'Adelaïde. Région de Boolcoomata, Australie Méridionale.

fig. 4 Tillite avec bloc erratique

Il s'agit de dépôt glaciaire transporté par de la glace flottante dans la mer précambrienne du géosynclinal d'Adelaïde. Région de Boolcoomata, Australie Méridionale (d'après Campana et King 1958).

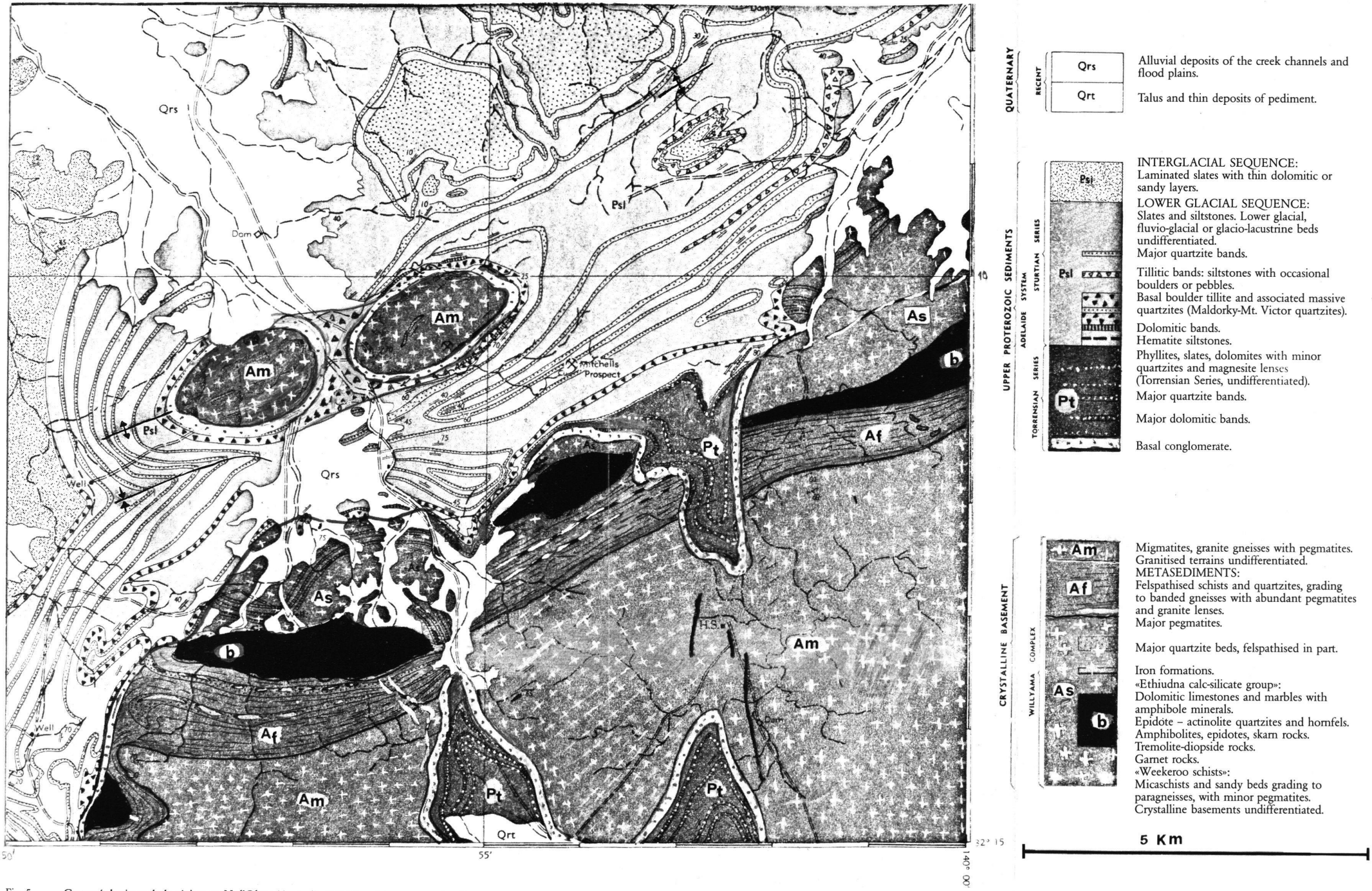
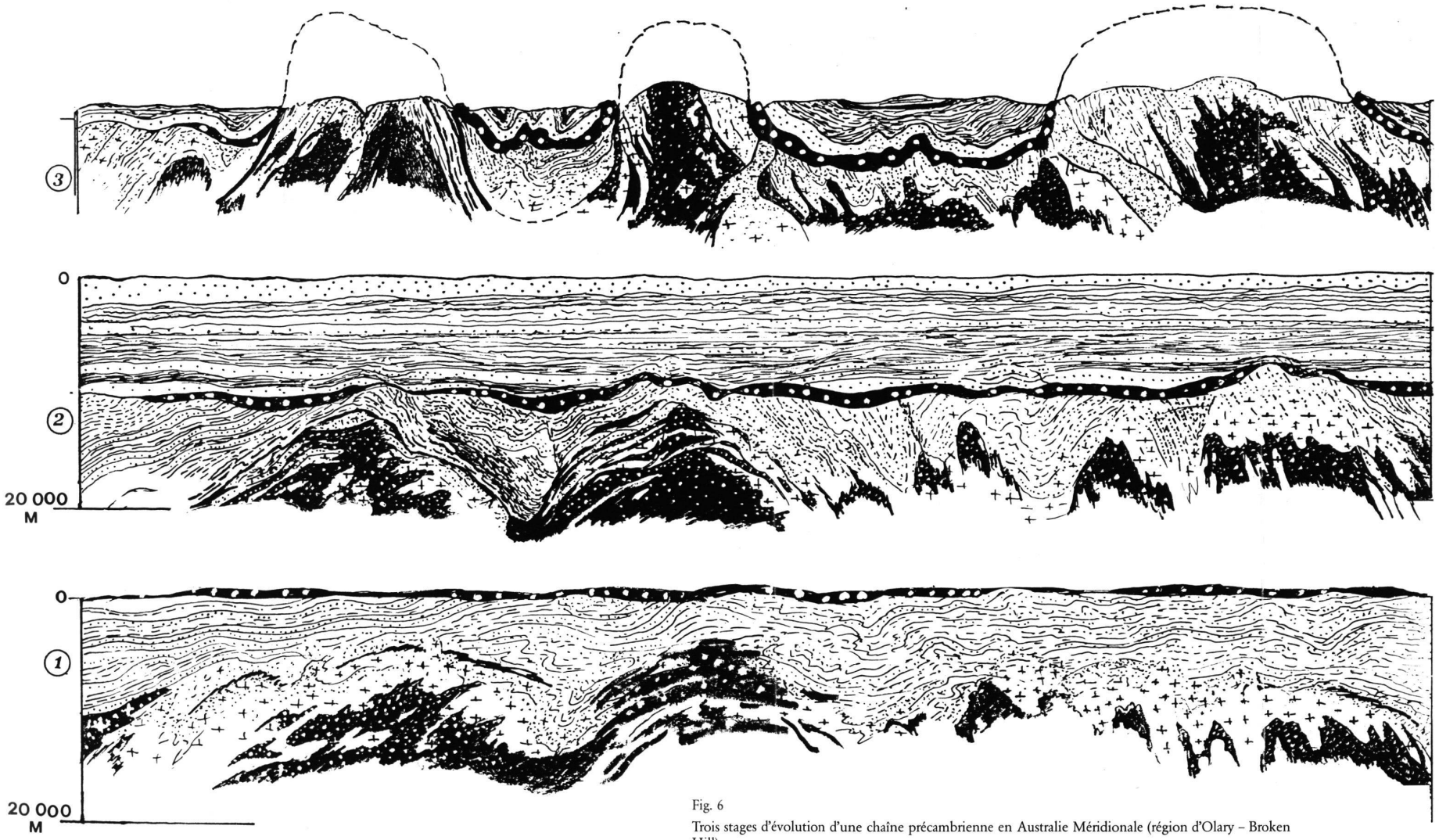


Fig. 5 Carte géologique de la région au N d'Olary (Australie Méridionale), montrant le plissement disharmonique du socle et de la couverture sédimentaire, et le comportement diapirique du socle granitisé (levés par B. CAMPANA, 1956).



③ Surface actuelle

Plissement calédonien (Ordovicien) avec déformation du socle et remontée diapirique des matériaux anciens. Soulèvement tertiare et quaternaire.

② Surface cambro-ordovicienne

Grès, tillites, schistes argileux, dolomies, quartzites, conglomérats de base (– 600 – 800 m. a.).

Discordance précambrienne
Chaîne précambrienne après subsidence.

① Surface précambrienne (– 800 m. a.)

Schistes cristallins, quartzites, en partie granitisés.

Etage des migmatites et des granites anatectiques en remontée.

Fig. 6

Trois stages d'évolution d'une chaîne précambrienne en Australie Méridionale (région d'Olary – Broken Hill).

① et ② représentent au moins deux cycles orogéniques, qui ont mobilisé le socle cristallin, granitisé les métasédiments, et conditionné la remontée des matériaux des étages tectoniques inférieurs.

② Représente également la subsidence au cours du Précambrien supérieur, amenant la formation du Géosynclinal d'Adelaïde. Une série sédimentaire, pouvant atteindre 10 000 m d'épaisseur s'y dépose, débutant par des tillites grossières ou des conglomérats de base, et se terminant par des quartzites épais, d'âge précambrien tout à fait supérieur (– 600 m. a.).

③ Représente la chaîne telle qu'elle apparaît aujourd'hui, après un cycle orogénique d'âge paleozoïque inférieur, érosion et stabilisation du socle.

On notera, dans le dernier profil, que les mouvements tectoniques sont toujours d'origine profonde. Ils ont lieu dans le socle cristallin, et se manifestent par plis diapiriques. La couverture réagit passivement à la déformation profonde (voir aussi Fig. 5).

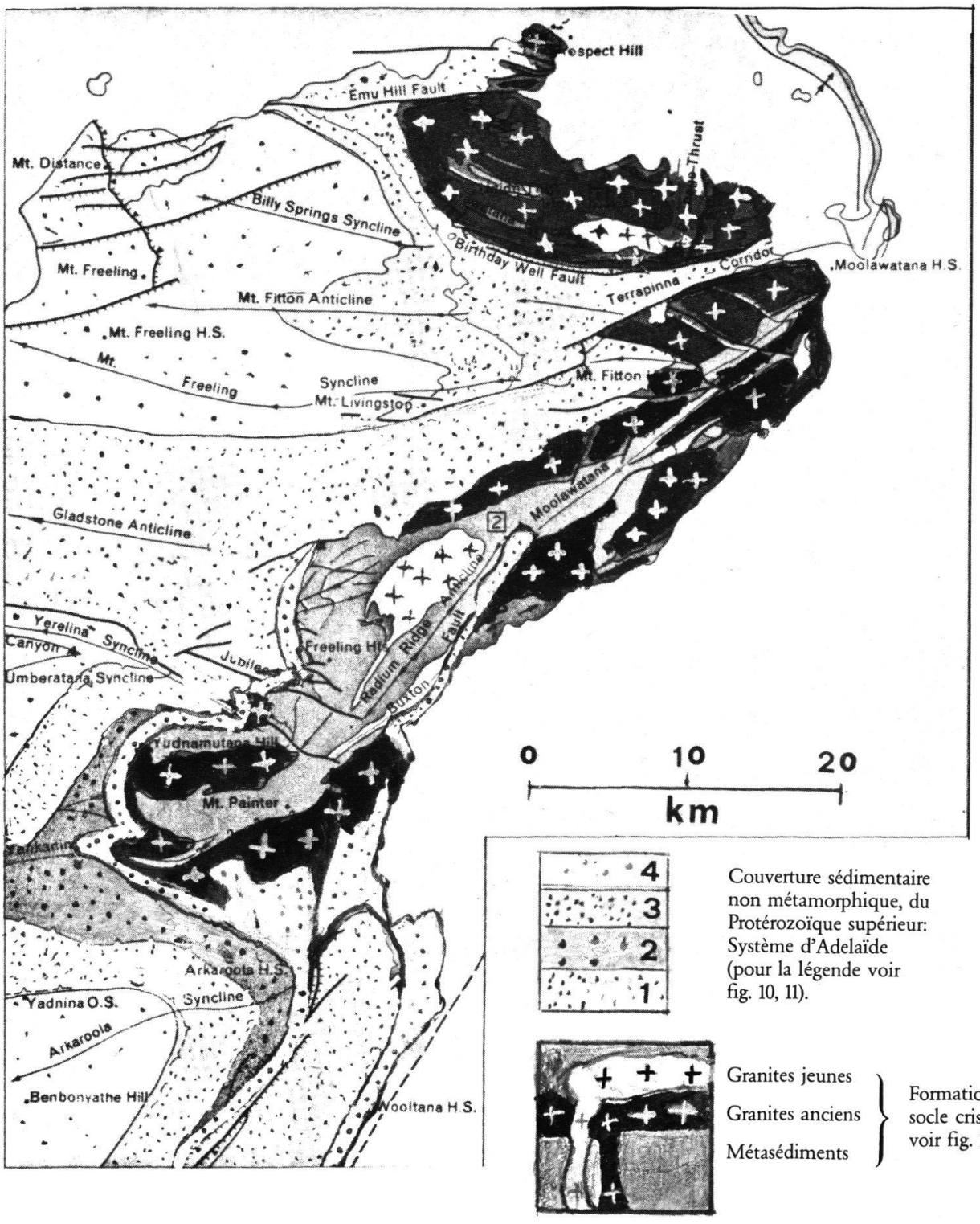


fig. 7 Carte tectonique de la région de Mount Painter, Flinder Ranges, Australie Méridionale.

On y note la disharmonie du plissement, avec traits marqués de tectonique superposée, entre le formations du socle cristallin et celles de la couverture sédimentaire. Pour les rapports entre les différentes formations, voir fig. 10, 11, 13, 14, 15. (Levés par B. Campana & al. 1954 – 1957).

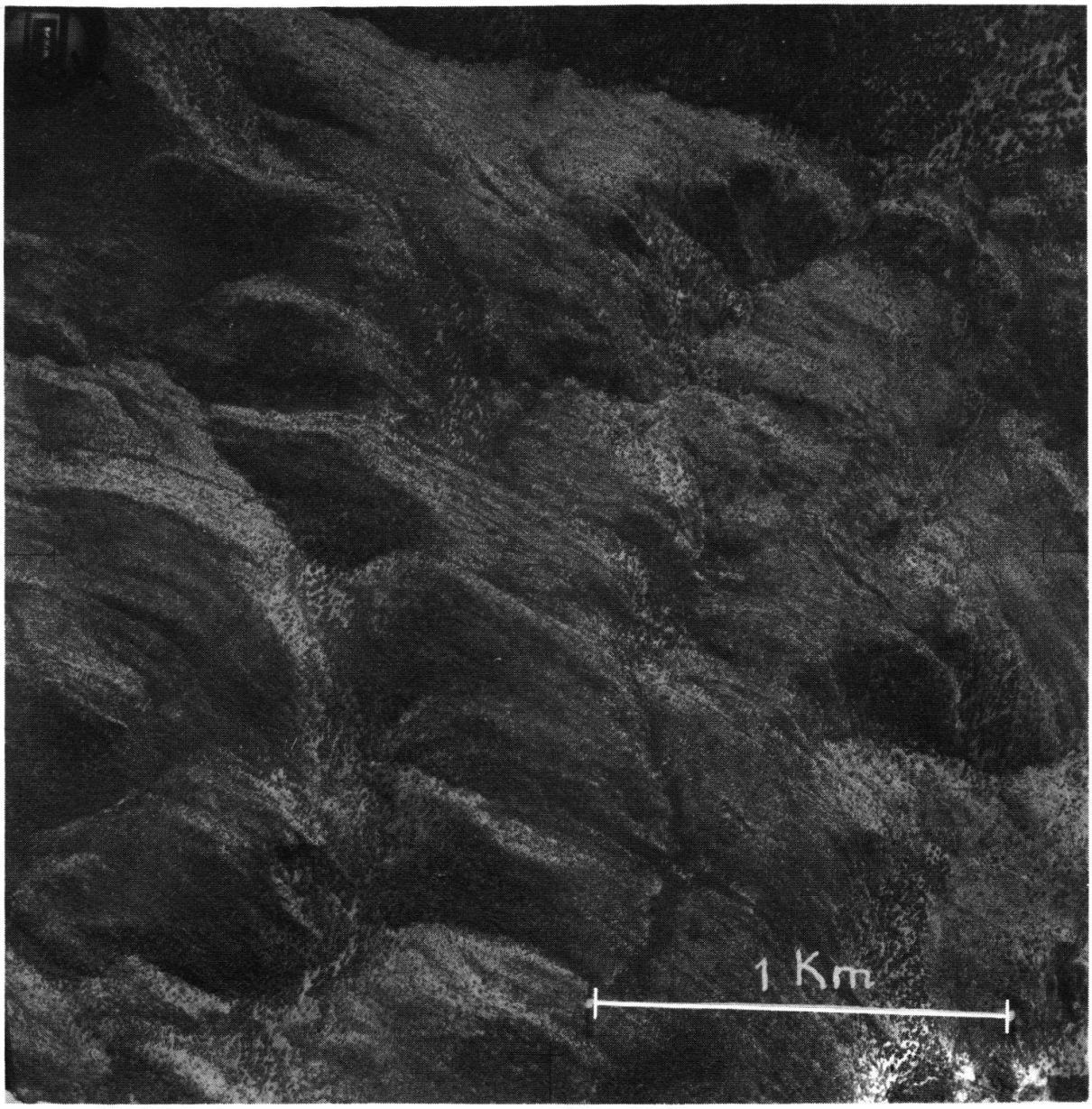


fig. 8 Photo aérienne du socle cristallophyllien dans la fenêtre de Mt. Painter (Flinder Ranges septentrionales), non granitisé: quartzites felspathiques, schistes gréseux, lits à galets, avec passsées à minéraux lourds, à stratification entrecroisée et ripple marks: nommés quartzites de Freeling Heights.

Âge: Protérozoïque inférieur (Système de Carpentaria, Mount Painter Complex), probablement supérieur à –1800 m. a.

Région de Mount Painter, Australie Méridionale. (Photo: Geol. Survey of South Aust.)

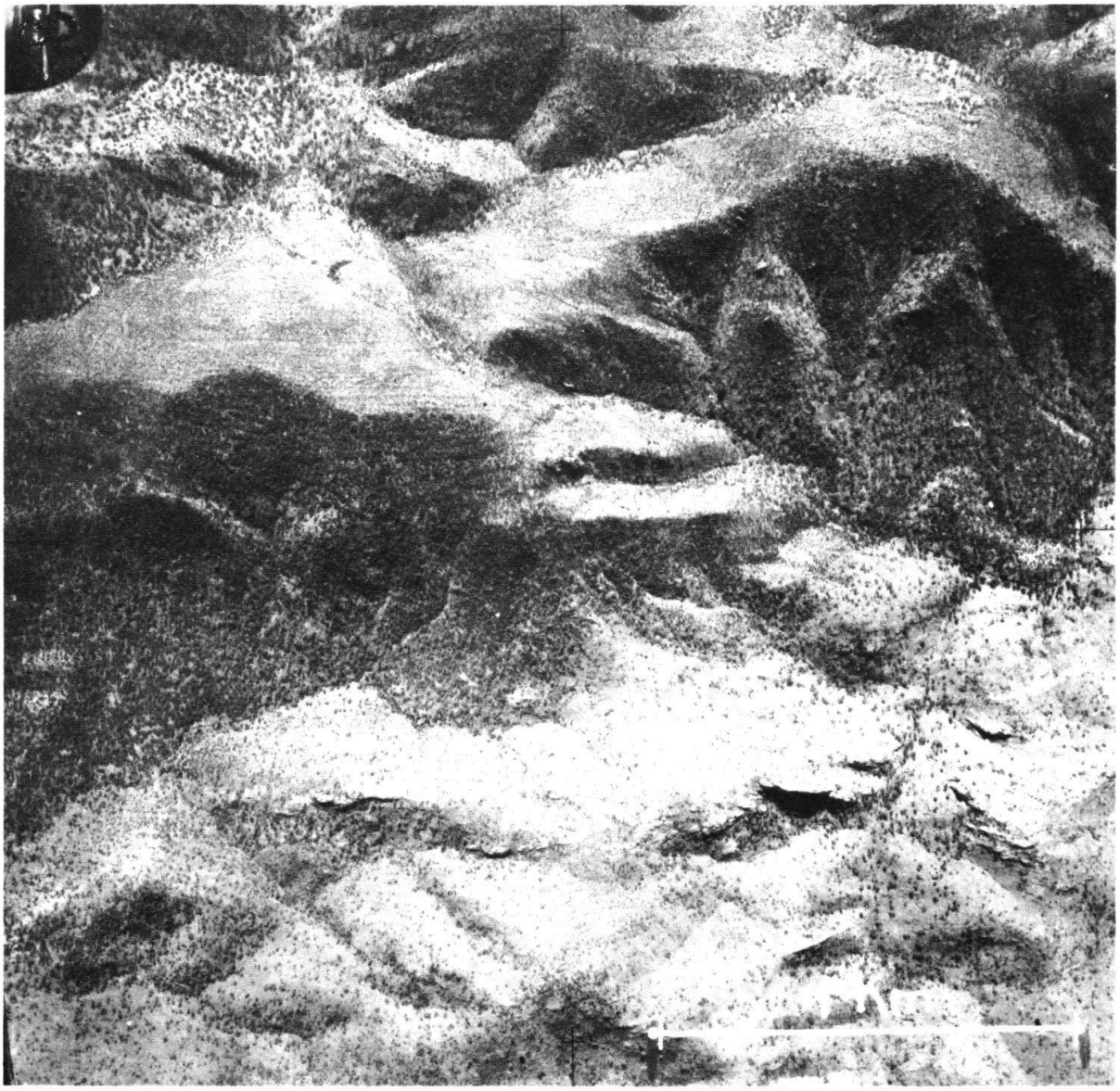


fig. 9 Mêmes formations et même région qu'à la fig. 8, avec zone granitisée (granite ancien) au bas de la photo. Le granite est uranifère. Les variétés du granite ancien comprennent une roche rosée granitique, d'aspect «rapakivi», avec des zones d'adamellite; un microgranite massif, clair; une granodiorite massive blanchâtre, etc.

fig. 10

La photo doit être étudiée avec les fig. 13, 14, 15 des zones avoisinantes, pour saisir le tectonisme diapirique profond, qui a permis au socle cristallin sa percée abrupte à travers la couverture sédimentaire de grande épaisseur.

Explications de la fig. 10

Fig. 10 est une vue oblique aérienne, du S au N, de la région de Mount Painter, Flinder Ranges, South Australia, prise de 7 000 m d'altitude.

La zone foncée au NE de la photo est le socle cristallin S, fait surtout de quartzites micacés et de micaschistes, largement granitisés (Mount Painter Complex).

Sur le socle cristallin reposent en discordance angulaire les formations de couverture du Système d'Adelaïde, avec:

1. Conglomérat de base, quartzites, roches volcaniques (mélaphyres), marbres à trémolite et actinolite, grès et schistes argileux versicolores: Série de Willoura.
2. Dolomies, phyllites, marbres, calcschistes, amphibolites: Série de Torrens.
3. Tillites, silts, quartzites } Série de Sturt
4. Dolomies et calcschistes }
5. Schistes argileux verts et violets, dolomies
6. Calcschistes et dolomies
7. Quartzites clairs, bien stratifiés, (Pound Quartzite) surmontés par le Cambrien fossilifère. } Série de Marino

Le socle S est d'âge Protérozoïque moyen (de –1450 à –1580 m.a. pour les granites anciens).

Les formations de couverture datent du Protérozoïque supérieur. Les tillites montrent un âge de –600 à –700 m.a.

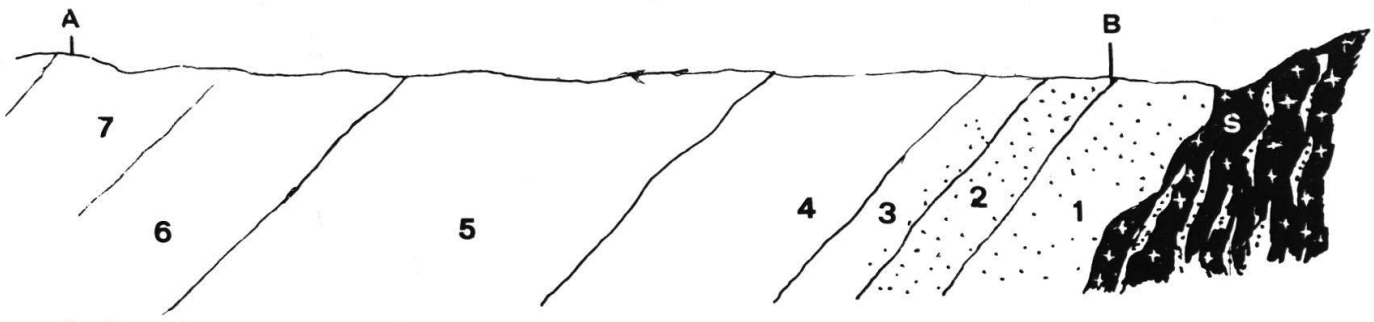


fig. 11

Explications de la fig. 11

A-B est la coupe géologique de la même région, du socle cristallin au sommet de la couverture sédimentaire (Système d'Adelaïde) C, décrite ci-dessus.

C'est une succession géosynclinale épaisse de plus de 10 000 m, que l'aridité de la région expose de la base au sommet.

Le socle cristallin S comprend aussi bien la superstructure (Oberbau de WEGMANN), que l'infrastructure (migmatites et granites de différent âge).

Les formations sédimentaires en pointillé sont légèrement métamorphiques, et représentent la zone de métamorphisme régional (Übergangszone du schéma de WEGMANN, 1935).

Fig. 12 Tillite grossière de base (Précambrien supérieur)
avec blocs du socle granitique («rapakivi») sur lequel la tillite est deposée.
Australie Méridionale, Flinder Ranges, Hamilton River (Campana, 1956).

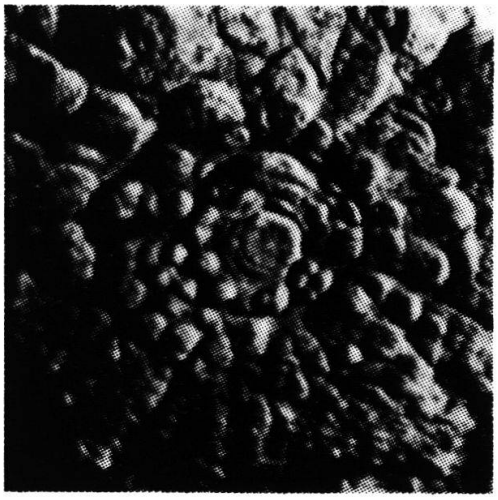


Fig. 12 a
Méduse de la faune précambrienne (– 700. a. environ) d'Ediacara,
Australie Méridionale (d'après GLAESSNER, 1975).

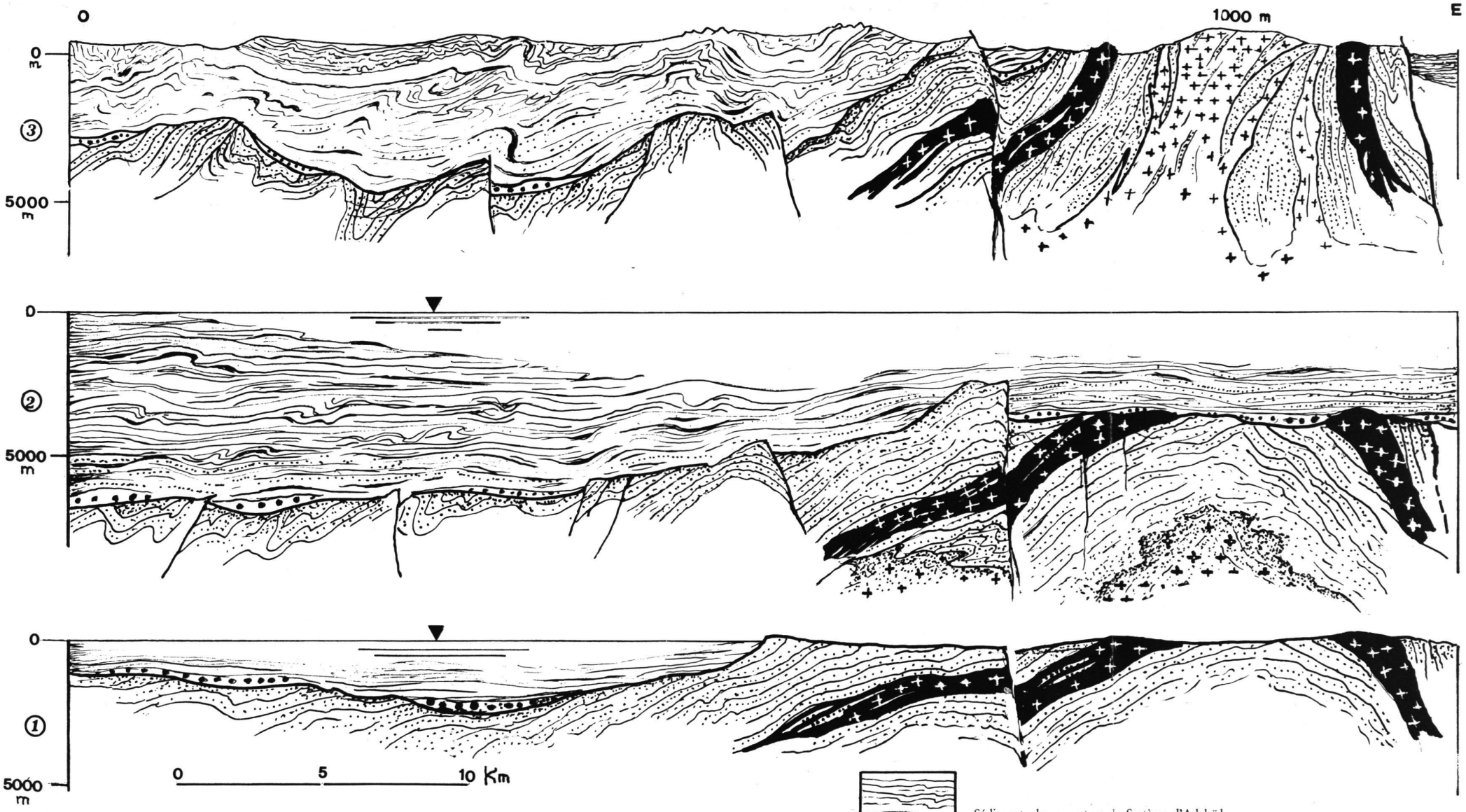


Fig. 13

Trois stages dans l'évolution des Flinder Ranges (région de Mount Painter)

① Début de la sédimentation géosynclinale du Système d'Adelaïde, par subsidence de l'ancienne chaîne arasée. Les granites anciens sont déjà formés, et exposés à l'érosion.

② Approfondissement du géosynclinal, sédimentation continue d'une série glacio-marine et marine de 10 000 m d'épaisseur Mobilisation de matériaux en profondeur.

③ Orogénie ordovicienne. Vaste plis de fond, montée diapirique des matériaux du socle mobilisé dans les anticlinaux, plissement disharmonique de la couverture sédimentaire.

Sédiments de couverture du Système d'Adelaïde:

conglomérats, quartzites, tillites, schistes, dolomies. Mêmes formations, légèrement métamorphiques: silicates calciques, scapolite, amphiboles.

Granodiorite

claire d'âge ordovicien (– 480 m. a.).

Granites anciens:

du type Rapakivi, porphyrique, rose, ou massif à grain fin, granodiorite, adamellite d'âge Protérozoïque moyen (ca. – 1450 - 1580 m. a.).

Socle cristallin des quartzites et des micascistes du Protérozoïque inférieur.

«Des segments orogéniques coupés par un niveau d'érosion, faisant voir en même temps les étages supérieurs et le sous-socle, seront appelés à jouer un très grand rôle . . . La chaîne des Carélides a révélé la nécessité de pouvoir relier les structures du sous-socle aux étages supérieurs . . . Le champ est vaste et il reste beaucoup à explorer.» (Wegmann, 1947).

Photo aérienne dans la zone de Mount Painter, Flinder Ranges, South Australia, entre Freeling Heights et Mount Fitton.

Elle illustre très clairement les relations entre le socle cristallin (composé de Ss, Sg 1 et Sg 2), d'âge Protérozoïque inférieur – moyen (de –1520 m. a. à –1800 m. a.), et la couverture sédimentaire C, également précambrienne (tillites de –700 m. a.), surmontée par le Cambrien fossilifère.

Ss: quartzites micacés, micaschistes, amphibolites métasédimentaires, du socle cristallin, partiellement granitisés par:
Sg 1: granite ancien (–1450 – –1580 m. a.), massif, rosé, du type «rapaviki»
Sg 2: série granitique plus jeune: granodiorite à grain moyen, datant de l'Ordovicien (ca. –480 m. a.)
D: grande discordance angulaire
C: couverture sédimentaire du Système d'Adelaïde, débutant ici par des tillites (–700 m. a.) et des roches à scapolite et amphiboles (lignes pointillées), qui représentent une zone de léger métamorphisme régional.
Fs: est une grande faille du socle cristallin progressant probablement avec la sédimentation des roches de couverture. Le rejet est de l'ordre de 1500 m.

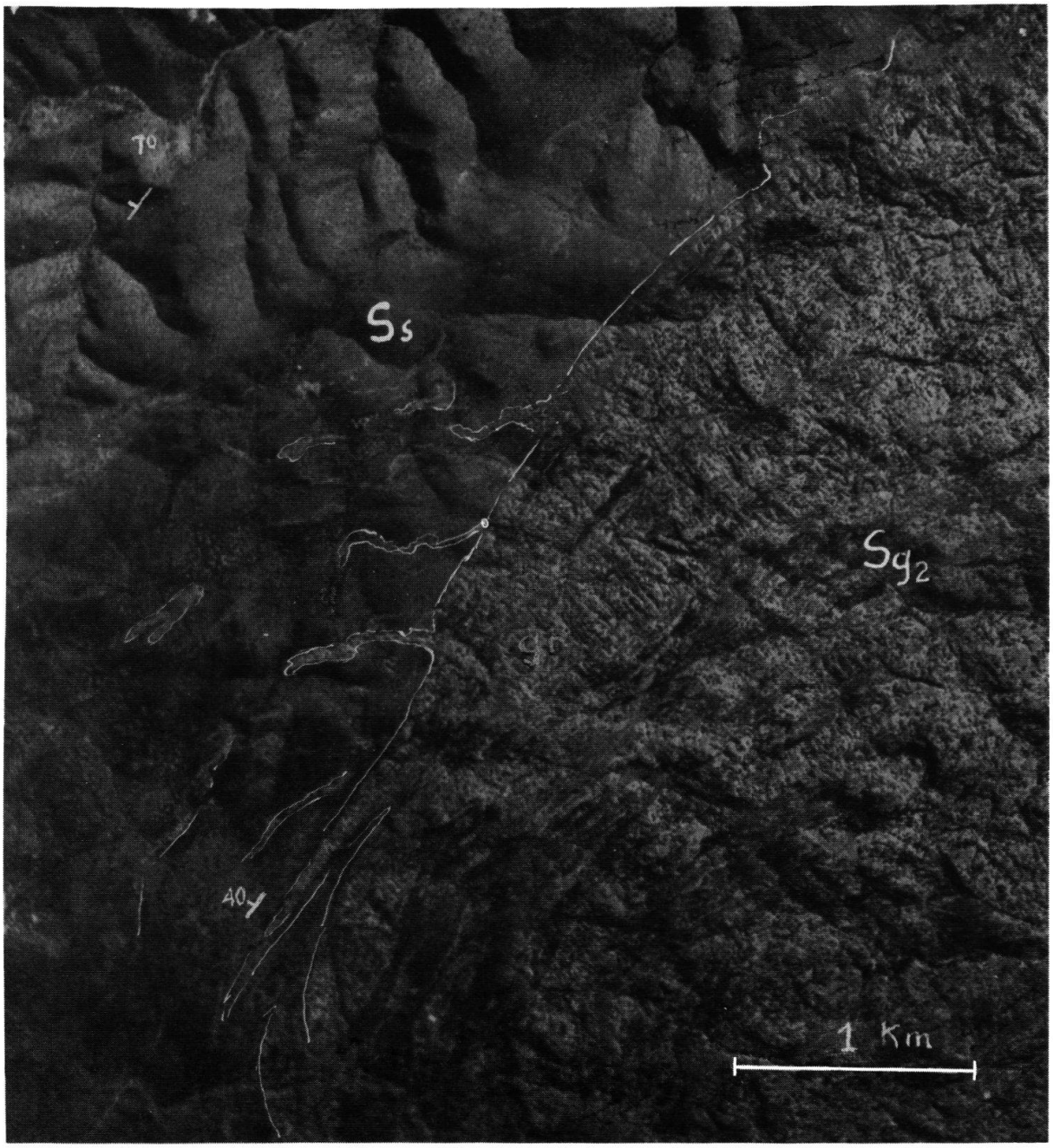


fig. 15 «Les socles cristallins... ne sont pas passivement déplacés, soulevés ou abaissés, mais il portent à leur intérieur des foyers qui peuvent devenir actifs à leur tour transformant profondément leur structure» (WEGMANN, 1966).

Evolution d'une structure cristalline profonde du socle, par granitisation de quartzites micacés dans la zone de Mt. Painter, northern Flinder Ranges, Australie Méridionale.
Sg2 = granodiorite et pegmatites sodiques, avec enclaves de métasédiments résistants.
Ss = quartzites micacés, avec schistes et lits basiques.
On remarque la concordance et la granitisation progressive au centre de la photo: le même lit sédimentaire granitisé peut être suivi sur 10 km au bord N - O de la masse granitique. On note aussi, vers le bas de la photo, des structures et des couches sédimentaires dans le corp granitisé à comportement diapirique.

La succession métasédimentaire est d'âge précambrien moyen (supérieur à -1600 m. a.). La structure anticlinale, dont le noyaux est granitisé, est d'âge paléozoïque inférieur. La granitisation est datée de l'Ordovicien.

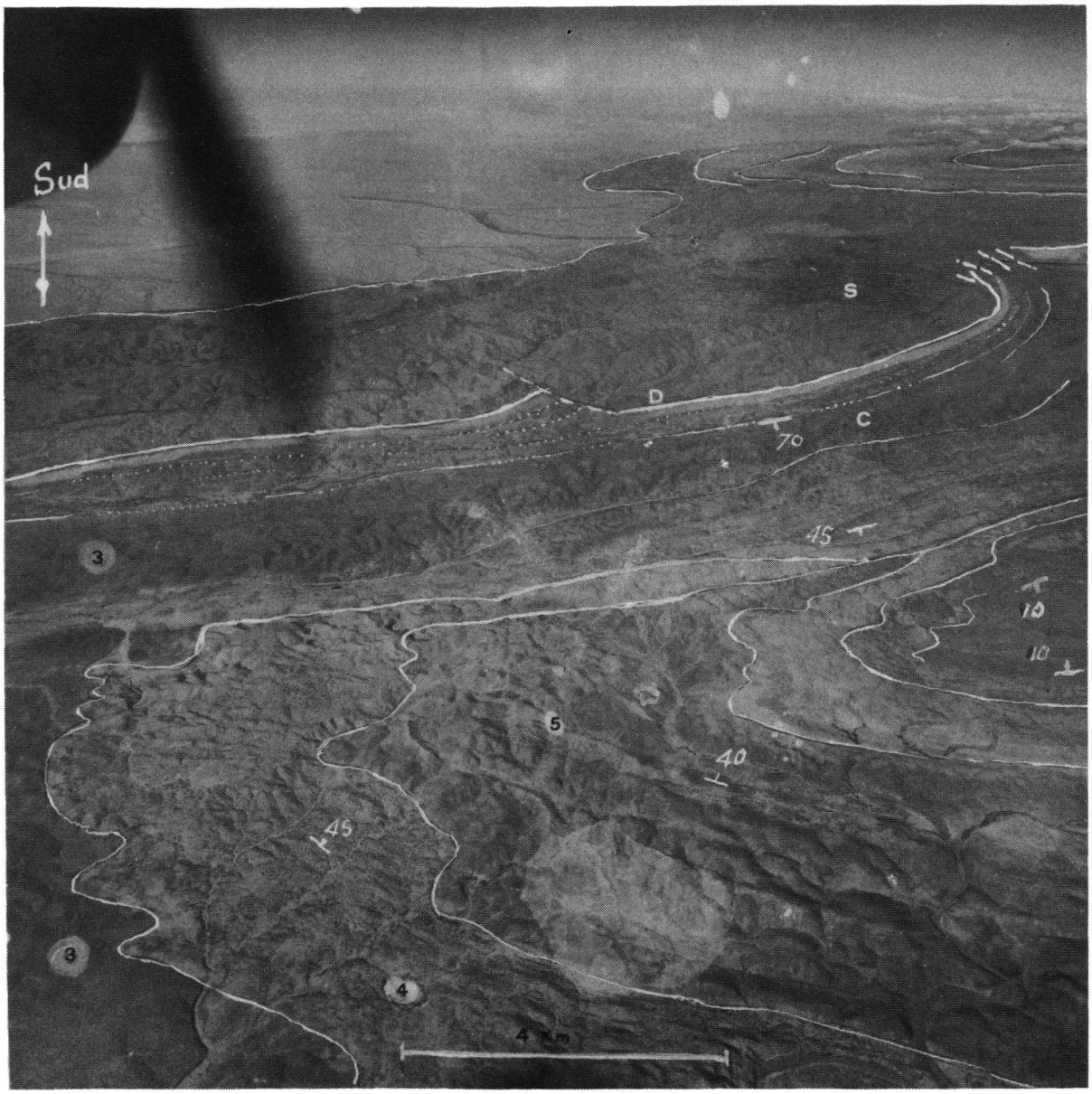


fig. 16 Vue oblique aérienne du N au S de la région de Mount Painter, Flinder Ranges, South Australia, prise de 7000 m d'altitude.

S = Socle cristallin (Oberbau métamorphique et Unterbau granitisé de WEGMANN).

D = Discordance angulaire.

C = Couverture sédimentaire (Système d'Adelaïde): pour la légende voir fig. 10, 11.

En pointillé: zone de transition (Übergangszone), ou zone de métamorphisme régional (à scapolite, amphiboles).

La photo met en évidence le tectonisme diapirique de la région, avec les formations sédimentaires très redressées près de la discordance angulaire.

Les plis de couverture, très désordonnés, s'aplanissent graduellement vers le haut, les couches s'approchant de la position horizontale dans le synclinal du milieu droit de la photo.

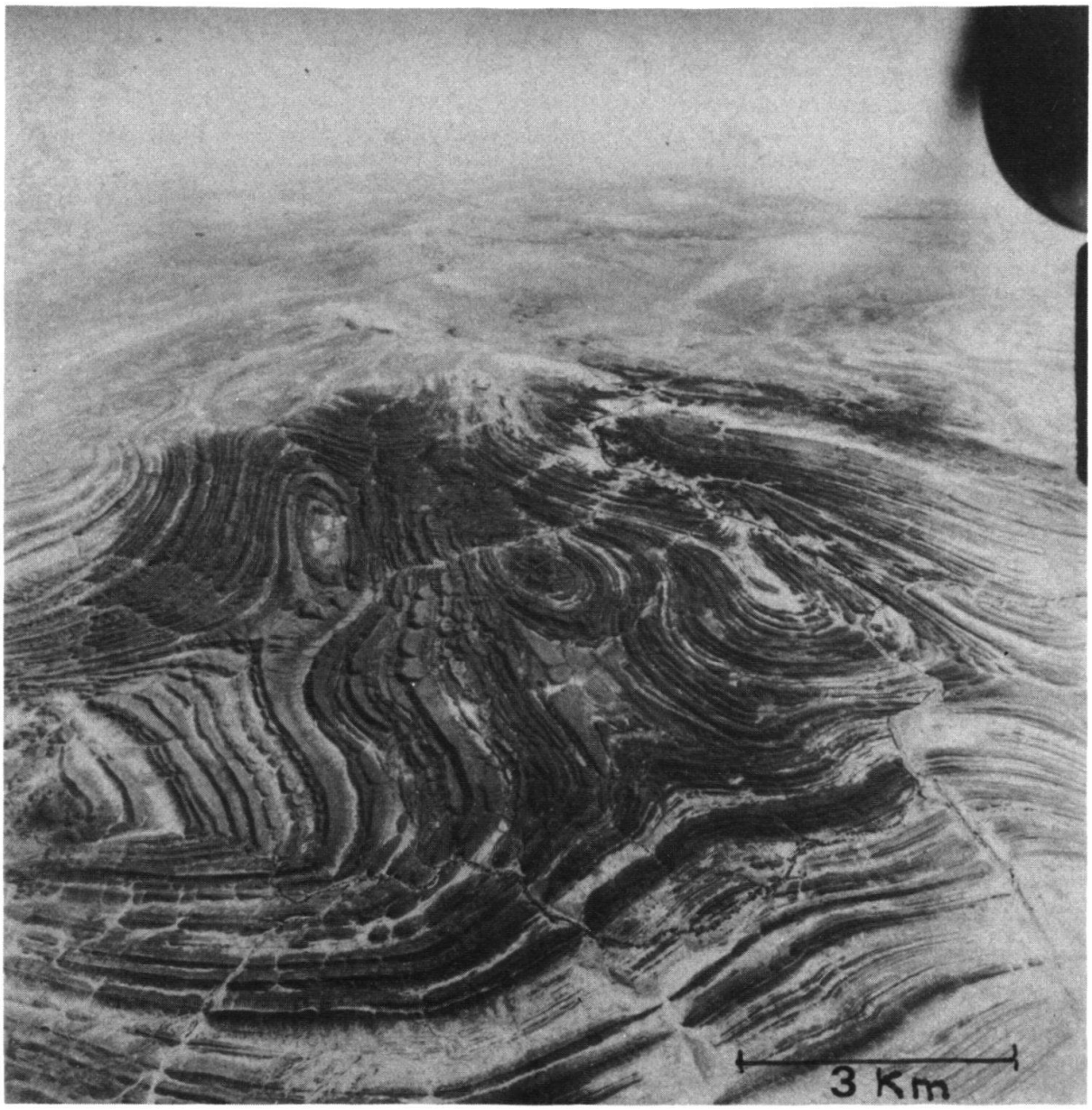


fig. 17 «L'idée des «blocs continentaux» rigides n'est qu'une première approximation, elle doit être corrigée en y ajoutant une mobilité interne renouvelée dans le temps et dans l'espace... Une explication du comportement de la suprastructure n'est pas possible sans connaître les styles de mouvement de l'infrastructure» (WEGMANN, 1964).

La photo aérienne montre le plissement disharmonique des formations précambriennes du Système d'Adelaïde (Australie Méridionale), dans la chaîne calédonienne de F l i n d e r R a n g e s : plissement passif de la couverture sédimentaire, t e c t o n i s m e d i a p i r i q u e du socle.

fig. 18 Plissement disharmonique dans la chaîne calédonienne (ordovicienne) des Flinder Ranges, Australie Méridionale. Il est considéré comme conséquence du diapirisme du socle.

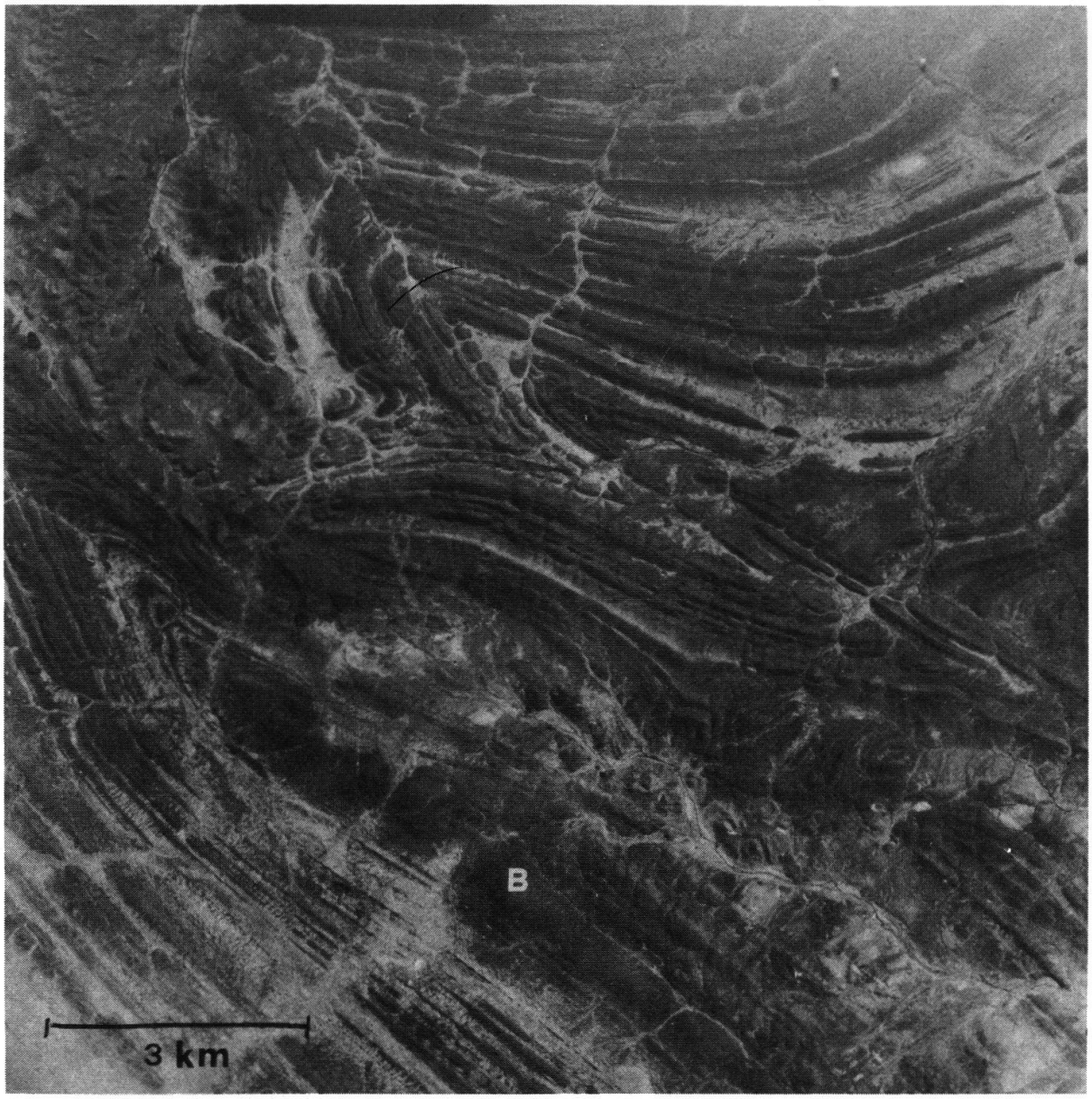


fig. 19 Plissement et mise en place d'un filon basique B, Flinder Ranges, Australie Méridionale.

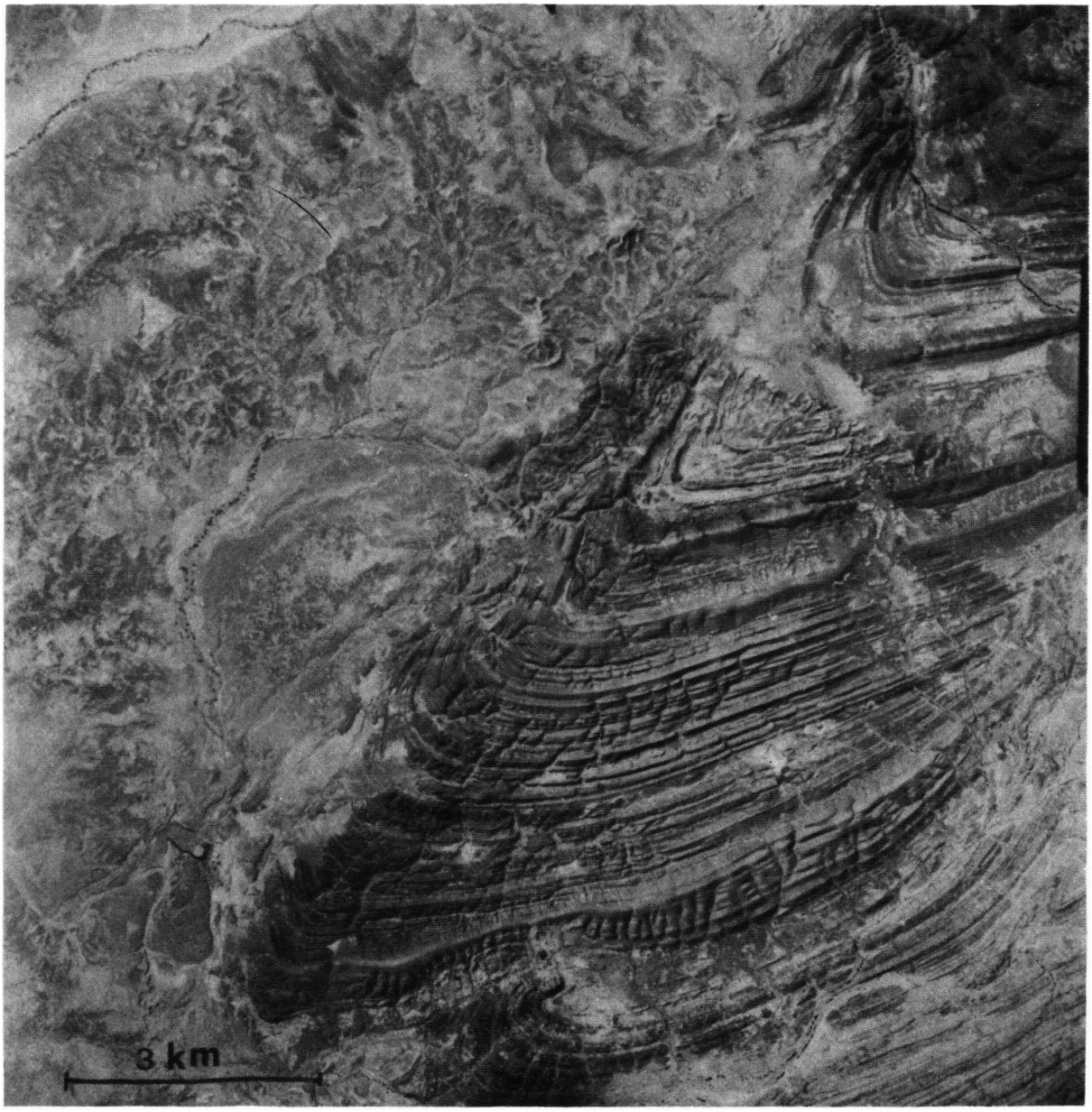


fig. 20 Type de pli tronçonné, dans les Flinder Ranges, Australie Méridionale.

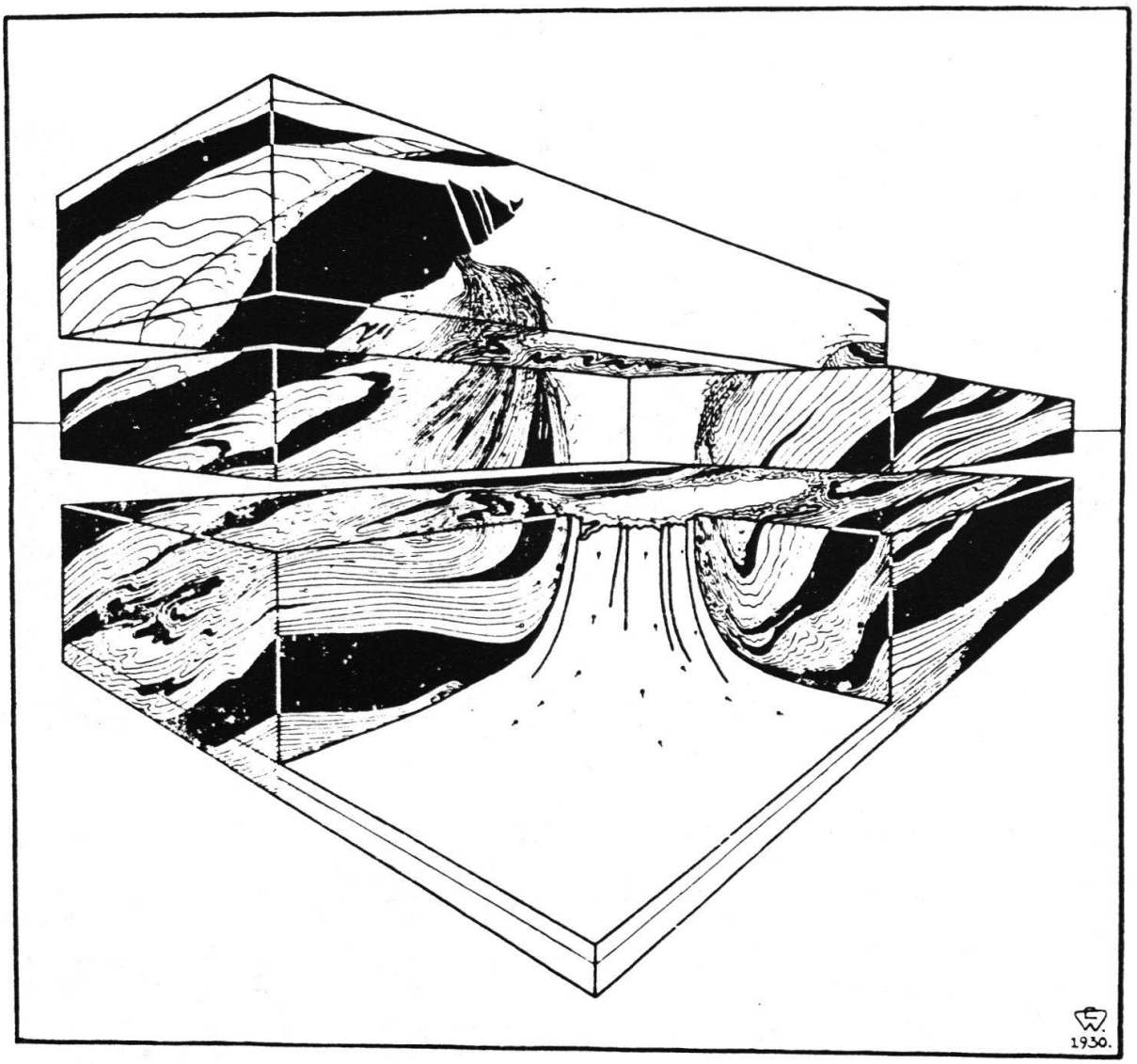


fig. 21 Stéréodiagramme d'une structure diapirique du socle cristallin, d'après WEGMANN (1930). Le texte explicatif, traduit en français, est le suivant: «La plaque du socle consiste dans une chaîne plissée, avec différentes intrusions syncinématiques, qui montrent des aspects ophiolitiques et ophiolitoïdes. Des profondeurs monte du matériel activé. Sa limite est une zone plus ou moins large; par clarté de dessin elle est représentée par une ligne.

Dans le bloc inférieur la masse montante a été découverte, en montrant les directions de l'étirement, et l'axe des plis. Au dessus, une carte géologique du type des socles cristallins. Dans le deuxième bloc le diapire est de nouveau coupé. Dans le bloc supérieur le matériel devenu homogène forme des corps laccolitiques, tout en haut, entre le socle cristallin et la couverture sédimentaire.

Fig. 21 Schematische Darstellung eines einfachen Diapirs

Die Sockelplatte besteht aus einem gefalteten Gebirge mit verschiedenen synkinematischen Intrusionen (schwarz); diese zeigen ophiolitische und ophiolitoide Formen. Aus der Tiefe steigt aktiviertes Material. Seine Grenze ist meist eine mehr oder weniger breite Zone; sie musste aber in der graphischen Darstellung, der Deutlichkeit halber, als eine Linie gezeichnet werden.

Im untersten Blocke wurde die Oberfläche der aufsteigenden Masse freigelegt, und darauf die Streckungsrichtungen und Faltenaxen gezeichnet. Darüber eine geologische Karte vom Grundgebirgstyp. Im zweiten Blocke ist auch das Diapir aufgeschnitten. Im obersten Blocke bildet das homogenisierte Material lakkolitische Körper, zu oberst zwischen Grundgebirge und Deckgebirge.