

PALÆOVERTEBRATA

MEMOIRE EXTRAORDINAIRE 1972 MONTPELLIER

P. ELLENBERGER

Contribution à la classification des Pistes de
Vertébrés du Trias :

Les types du Stormberg d'Afrique du Sud (I).

Publié avec le concours de l'ECOLE PRATIQUE des HAUTES ETUDES
Laboratoire de PALEONTOLOGIE des VERTEBRES

- TABLE DES MATIERES -

	<u>Pages</u>
- Avant - propos	2
- Hors-texte (Dalle de la Subeng)	4
- Historique	5
- Le bassin du Karroo et le Stormberg du Lesotho (carte)	13
- Méthode suivie et définitions : relevés, figurations, mensurations et terminologie, systématique (Schéma)	14
 <u>LE STORMBERG INFÉRIEUR</u> (faciès Molteno et Red Beds inférieur)	
- Préambule : note sur le Beaufort, avant-coureur du Stormberg	23
- Les pistes de vertébrés du Beaufort terminal ("Trias moyen" ?)	24
A _o - Les tridactyles	
B _o - Les tétradactyles	
C _o - Les pentadactyles	
- Les pistes de vertébrés du Stormberg inférieur ("Trias supérieur" "Keuper")	30
I _o - Zone A/1	30
A _o - Les tridactyles	
B _o - Les pentadactyles	
II _o - Zone A/2	33
A _o - Les tridactyles	
B _o - Les tétradactyles	
C _o - Divers	
III _o - Zone A/3	44
A _o - Les tridactyles	
B _o - Les tétradactyles	
C _o - Les pentadactyles	
D _o - Divers	
IV _o - Zone A/4	78
A _o - Les tridactyles à doigt médian élané	
B _o - Les tridactyles aviformes	
C _o - Les tridactyles à doigt médian écourté	
D _o - Les tétradactyles	
E _o - Les pentadactyles	
F _o - Divers	
V _o - Zone A/5	96
Les tridactyles	
VI _o - Zone A/6	98
Les tridactyles (aviformes)	
VII _o - Zone A/7	101
L'annonce des petites faunes du Stormberg supérieur	
- <u>APPENDICE</u> : - Bibliographie sommaire	105
- Liste des types représentés et leurs gisements (ensemble du Stormberg), - Légende des planches (Dessins) et figurations des ichnotypes du Stormberg	112
- Planches photographiques (Trias, Stormberg inférieur)	130
- Dépliant : I Tableau phylogénique des types du Stormberg inférieur II Evolution des tridactyles au Stormberg supérieur	152

- AVANT - PROPOS -

C'est avec une grande reconnaissance que nous adressons nos remerciements au Laboratoire de Paléontologie des Vertébrés de l'Université des Sciences & Techniques du Languedoc, et tout spécialement à L. Thaler, Maître de Conférences et ses assistants J. J. Jaeger et M. Vianey-Liaud, pour le privilège que nous avons eu à travailler sous sa direction, bénéficiant de toutes les commodités de recherche qui nous étaient indispensables pour la mise au point de ce travail de longue haleine.

A chacun en particulier, ainsi qu'à ceux qui suivent, nous voudrions exprimer notre plus vive gratitude pour l'esprit et pour le travail d'équipe qu'il nous a été donné de connaître tout au long de notre stage, et dès sa phase préliminaire (préparation au "Symposium International de Géologie du Gondwana" en Afrique du Sud, durant l'été dernier). Nous remercions R. Lavocat, directeur de laboratoire à l'Institut de l'École Pratique des Hautes Études, ainsi que J. Michaux, maître-assistant et J. Sudre, assistant ; J. -L. Hartenberger et B. Sigé, attachés de recherche au C.N.R.S., H. Cappetta, stagiaire de recherche. - Nous ne saurions oublier le personnel du Laboratoire dont la bonne volonté, la serviabilité et la compétence nous ont été d'un grand secours en toutes occasions.

Si la partie essentielle des travaux et des recherches du Laboratoire a porté sur les petits mammifères, et tout spécialement les rongeurs, depuis l'Eocène jusqu'au Villafranchien et au Quaternaire ancien (un domaine qui nous est cher !), nos études ont eu comme point de mire, les mammifères de l'Ere Secondaire et leur origine primordiale lors du buissonnement évolutif presque extraordinaire qui s'est dessiné au Trias, soit au début du Mésozoïque.

La découverte de Masitisitherium primordialis (non encore publié) et que nous avons tenté de dégager grain après grain grâce à l'outillage de précision du Laboratoire, a été l'un de nos premiers travaux poursuivis avec l'amorce de l'étude de sa dentition (à la fois de "rongeur" et d'"insectivore"), et sa tendance à la double articulation (double condyle). - Cette découverte faisait suite à celle que nous avons faite précédemment de la petite niche écologique (niveau plus récent) d'où sont sortis Frythrotherium et Megazostrodon, trouvailles faites sur nos indications par nos amis C. Gow et L. Rudner.

Grâce au Laboratoire nous avons décidé d'approfondir par le biais de l'ichnologie l'exploration systématique du milieu écologique qui a vu s'éteindre les Reptiles pré-mammaliens, Pélycosaures ou "Théromorphes" accompagnés de la plupart des Thérapsidés. Extinction suivie de la montée en flèche - aux côtés de quelques Anapsidés (dont les Cotylosauriens) et des Lépidosauriens - de l'important groupe des Archosauriens dont : les Thécodontes (avec les Pseudosuchiens), les Crocodiliens (peu abondants), les Saurischiens (en très grand nombre), et les Ornithischiens (déjà !). Mais bientôt les Archosauriens à leur tour déclinent ; car subrepticement, se multiplie l'invasion grandissante de petits Thérapsidés à la "démarche" nouvelle (dont les Ictidosaurés) et finalement de ces petits "insignifiants" qu'on appelle les Mammifères, et qui semblent avoir trouvé là leur berceau (l'ichnologie va jusqu'à nous faire entrevoir leur "menu" en plusieurs cas !).

Nous remercions le Laboratoire de nous avoir permis d'étudier, à loisir et dans sa latitude, ce nouveau "petit monde" avec la contemplation inhabituelle de quelques étranges biocénoses commençantes, au sein du débordement de vie que représente le Trias. Nous sommes heureux aussi, grâce à cette aide, d'avoir pu poursuivre l'ichnologie comparée dans les niveaux du même âge en France. Dalles de Sanary, de Générargues, de Corbès, de Lodève pour le Trias ; de Sanary, Lodève, St-Laurent-de-Trèves pour l'Infra-Lias ; de Toulon, St-Affrique, Lodève pour le Permien. Il est intéressant de noter partout à la fois la grande ancienneté du diphyllétisme qui a séparé les "tridactyles" (Coelurosauriens, Carnosauriens, Platéosauriens, etc.) d'une part, des

"tétradactyles", volumineux quasi-quadrupèdes, de l'autre (Chirothéridés attardés, Mélanorosauridés corpulents, etc.). Leur commune origine "Pseudosuchienne" ne peut que se trouver reculée d'autant à un passé qui pourrait être antérieur au Trias inférieur. Mais nous allons y revenir dès l'Historique.

Un dernier mot de remerciement au Muséum National d'Histoire Naturelle, et spécialement au Professeur J.-P. Lehman, ainsi qu'à L. Ginsburg, de l'Institut de Paléontologie qui conjointement avec le C. N. R. S. ont eu la bonté de financer notre récent séjour de fouille et de découverte sur le terrain, en Afrique du Sud. - Nous ne saurions oublier l'aide que nous a apportée au long de cette campagne J. Fabre du C. R. Z. A., membre fondateur du Groupe Français d'Etude du Gondwana.

Notre gratitude s'adresse spécialement enfin à notre frère François Ellenberger du Laboratoire de Géologie Structurale d'Orsay pour son aide renouvelée sur le terrain, tant pour la construction de coupes que pour maints relevés minutieux faits avec lui sur plusieurs de nos grandes dalles.

* *

*



PLANCHE I

HISTORIQUE

1.- En Afrique du Sud le domaine ichnologique était resté inexplo- ré, neuf. Aucun travail suivi n'avait jamais été tenté jusqu'à présent dans ce secteur, tout au long de la puissante série gondwanienne du Karroo de notre sub-continent. - Quelques missionnaires de la Société des Mis- sions Evangéliques de Paris avaient remarqué dès le siècle dernier un petit nombre d'empreintes tridactyles au Lesotho. Th. Arboussset avait noté dès avant 1850 celles de Makhoarane (Morijsa). D.F. Ellen- berger en avait vu dans le Sud du pays, vers Masitisi, en 1880 envi- ron. H. Dieterlen découvrait vers 1900 celles de Tsikoane et Leribe. S.S. Dornan enfin (1907, 1908) disait avoir aperçu des traces tétra- dactyles (non relevées) à la rivière Tsoaing; le même amateur notait l'existence de traces tridactyles dans deux ou trois endroits de plus (Qalo, etc.). Toutes les traces tridactyles (Cave Sandstone) étaient censées appartenir à la même bête. - Plusieurs géologues sud- africains dont S.H. Haughton (1924) et A. Du Toit (1954) citent, sans beaucoup y ajouter, les mêmes informations. - G.M. Stockley (1940, 1947) fait de même, le domaine de l'Ichnologie étant apparemment de peu d'envergure, et la monotonie de nos tridactyles décourageante. Seul à notre connaissance V. Huene (1932) a tenté de donner un nom à une trace, - (trace isolée, déposée au Musée de Bloemfontein et d'âge mal défini, "Cave Sandstone" (?) - "Ichnites euskelosauroides").

C'est dans une ambiance de désaffection relative pour le Stormberg y compris du côté strictement paléontologique que l'au- teur de ces lignes a commencé son exploration ichnologique. Bien peu estimaient, semble-t-il, que cette formation pauvre put soule- ver un jour de tels problèmes, en particulier phylogéniques ! - Et c'est au sein du territoire du petit royaume Bantou indépendant et montagneux du Lesotho que l'auteur de ce rapport, après sa jeu- nesse dans le pays, a voulu, depuis, tenter un balayage méthodique de la formation locale du Stormberg, au travers des aléas de sa vie de missionnaire et d'éducateur.

2.- Le Karroo terminal.

La formation continentale du Karroo affleure, on le sait, en Afrique australe, en au moins deux bassins résiduels, dont l'un semble s'étendre de Rhodésie (et des confins du Malawi) jusqu'au Sud-Ouest africain, mais est masqué en grande partie par les sa- bles du Kalahari (d'âge "Tertiaire") (1). L'autre plus apparent va du Transvaal au Cap en passant par le Lesotho.

Ce dernier bassin s'allonge dans un axe Nord-Est à Sud- Ouest sur 1300 à 1400 km, avec une largeur de 600 à 700 km. Il for- me sur la carte une série d'auréoles, ovales, correspondant à

(1) Les sables cénozoïques du Kalahari semblent paradoxalement renouve- ler sur notre formation du "Karoo" le faciès qui, au Mésozoïque, y avait créé le Cave Sandstone du Stormberg. (Un bassin résiduel du Karroo s'aperçoit également au Congo-Kinshasa).

des cuvettes sédimentaires emboîtées dont l'épaisseur est très variable. Les auréoles les plus externes sont celles des étages de Dwyka(1) ("Carbonifère supérieur" (2), de 600 m à 10 m de puissance au Nord), et Ecca ("Permien inférieur", de 430 m à 0 au Nord). L'auréole suivante, 1100 km x 450 km, est celle du Beaufort inférieur ("Permo-Trias") dont la puissance est considérable vers le Cap, 2500 m, mais s'abaisse à 300 m au Nord-Est (Zones à Tapinocephalus, Endothiodon et Cistecephalus). Une auréole concentrique plus modeste, 600 km x 250 km, est celle du Beaufort moyen ("Trias inférieur"), 300 m à 150 m (Zone à Lystrosaurus), surmonté du Beaufort supérieur ("Trias moyen"), qui passe de 300 m à 100 m à peine vers le Nord (Zone à Procolophon et Cynognathus).

Les séries continentales sédimentaires du Karroo, dont l'ensemble peut varier de 7000 m à 800 m d'épaisseur du Sud au Nord, sont ainsi couronnées par la petite auréole terminale de l'étage du Stormberg, 400 km x 250 km, dont les affleurements bien circonscrits se trouvent dans et aux alentours immédiats du Lesotho. Cet "étage" dont la puissance atteint normalement de 300 m à 400 m, peut exceptionnellement atteindre 1100 m au Sud-Ouest, pour s'amenuiser à quelques 150 m au Nord-Est. On lui a attribué (3) un âge "Trias supérieur" pour les faciès Molteno et Red Beds, et un âge "Rhétien-Lias" pour le Cave Sandstone et sa suite les Laves du Drakensberg, - puissante formation éruptive qui, peut-être par isostasie, écrase le Stormberg en son milieu, en un plateau ovale (Nord-Est à Sud-Ouest) de 300 km x 150 km. - Les Laves du Drakensberg, qui ont peut-être primitivement recouvert l'ensemble (?) du continent, peuvent avoir été anéanties par une érosion régressive qui les a attaquées de par l'Est (Crétacé inférieur), puis de par l'Ouest, avec création d'un pendage dans cette direction tout au long du Tertiaire (4). C'est grâce au peu qui reste de ce manteau protecteur que le Stormberg friable a pu subsister au Lesotho.

Si les étages intermédiaires du Karroo, dont le Beaufort inférieur, ont fourni aux chercheurs sud-africains une faune exceptionnellement riche et originale, le Karroo terminal en compensation a longtemps donné l'impression d'être le "parent pauvre" et de s'éteindre dans la monotonie et la quasi-insignifiance (sauf de rares exceptions) n'ayant donné en effet que 24 espèces en tout et pour tout du côté paléontologique .

Cela était dû peut-être au mauvais état ou au petit nombre des affleurements dans un pays montagneux de steppes et de buissons,

-
- (1) Reposant en discordance sur un modelé glaciaire qui a raboté du Nord-Est au Sud-Ouest le socle (Voir Hamilton and Cooke, p. 330 ss)
 - (2) Du Toit 1954, p. 343 ss, 353 ss. Hamilton and Cooke, p. 267 etc. (cf. Rogers, Hall, Haughton, Wagner: "Geology of the Union of South Africa")
 - (3) La flore du Molteno est typiquement Keuper (= "Rhétien" d'Argentine et Nlle-Zélande). Le Cave Sandstone reposant sur un banc à Semionotus, Keuper supérieur, est peut-être "Rhétien" pour Du Toit, ibid. p. 343: "It is therefore certain that the Cave Sandstone is not younger than Rhaetic and is probably of Upper Triassic age".
 - (4) Hamilton and Cooke, p. 333-335.

aux nombreux éboulis de pentes. Cela était dû surtout au fait que le Lesotho du Roi Moshoeshoè Ier, très peu connu, a les frontières assez jalousement gardées par les habitants, qui y mènent une vie rude dans leurs vallées, à 1600 m d'altitude, entourées de plateaux s'échelonnant de 2400 m à 3500 m; avec un climat aux alternances de froid et de neige, de sécheresse et de bourrasques violentes. Pays de montagnards épris de liberté depuis toujours, les Bushmen d'abord et les Basotho aujourd'hui, pays où aucun Européen ne peut venir s'installer ! - Or, c'est bien dans ce petit pays que nous est apparue l'une des clés de voûte de l'édifice du Gondwana, du point de vue de l'histoire des vertébrés - peut-être un peu grâce à l'ichnologie.

3.- Le Stormberg.

Nous avons donc entrepris (il faut le dire sans beaucoup d'espoir au début !) une étude systématique de cette formation continentale, subdivisée un peu arbitrairement, on le sait, en unités basées plus sur la couleur que sur les fossiles.

- le "Molteno" était traditionnellement déclaré "azoïque" - hormis ses flores en général pauvrement conservées dans des lentilles intercalaires au sein des grès grossiers miroitants et des argiles versicolores verdâtres à rosées. Site éponyme : le petit bassin minier de Molteno (Province du Cap).
- les "Red Beds", pseudo-étage fondé sur une prépondérance marquée des faciès de couleur rouge foncé, aux lits très instables et changeants latéralement, avait fourni un nombre limité d'os dinosauriens rarement en connexion et difficilement déterminables faute de membres, de ceintures pelviennes et de crânes (1), - le fameux Tritylodon longaeus s'y révélant de berceau, malheureusement inconnu alors (2). - La flore était réputée absente ou quasi-nulle, hormis des "bois silicifiés" (en fait éboulés des montagnes !). - Les "Red Beds" se séparaient d'une manière mal définie du Molteno à la base, et se perdaient insensiblement dans les bancs de plus en plus épais des faciès Cave Sandstone au sommet (grès pouvant être soit blancs, soit rouges).
- le Cave Sandstone, ainsi nommé de par son apparence dans le pay-

(1) La liste complète des restes de Vertébrés identifiés dans le Stormberg (l'holotype n'étant quelquefois qu'un os) comprenait (Du Toit, 1954; Haughton and Brink, 1954); "Molteno" : Cynidiognatus. - "Red Beds" : Sphenosuchus; Erythrochampsia ; Aetonyx, Gryponyx, Dromicosaurus, Massospondylus, Thecodontosaurus, Plateosauravus, Euskelosaurus, Eucnemesaurus, Melanorosaurus, Lycorhinus, Pachygenelus, Tritheledon, Tritylodon; (Ceratodus ?). - "Cave Sandstone" (?) : Notochampsia, Pedeticosaurus; Aristosaurus, Gyposaurus, Thecodontosaurus, Geranosaurus, Semionotus.

(2) "Thaba - Chou" (?), "Thaba- Nchu" (?) (Voir Ellenberger et Ginsburg 1965).

sage actuel (1) ne renfermait qu'un petit nombre de fossiles d'âge controversé, des empreintes de pas de tridactyles vers le milieu, et au sommet des troncs d'arbres silicifiés (non déterminés).

- couronnant le Stormberg sédimentaire, la puissante masse des Laves du Drakensberg, était considérée à juste titre (?) avec ses coulées, cinérites ou "agglomérés" volcaniques, comme azoïque par principe.

4.- Campagne méthodique.

Malgré la suspicion des Chefs tribaux (2), l'auteur de cette recherche s'est attaqué au triple front des faciès (avec les flores), des faunes (en petits nids isolés en des zones mal connues) et enfin des dalles à pistes. Dès ses premières coupes détaillées à travers l'épaisseur du Stormberg (et au prix d'interminables marches ou chevau-chées), il put constater que les difficultés ne demeureraient peut-être pas insurmontables, voire inextricables; et qu'il lui serait éventuellement possible d'échafauder une stratigraphie objective et nouvelle pour ce complexe du Stormberg, en tablant sur les pistes d'animaux qui paraissaient abondantes, et - bien mieux - marquer des niveaux repères dans chaque coupe, par delà les fluctuations de faciès.

5.- Découverte d'un "Stormberg inférieur".

Dans les niveaux les plus inférieurs classés "Molteno" un peu pour la commodité (couleur verte, etc., on l'a vu), et déclarés azoïques, l'Ichnologie lui révéla un "paléo-paysage", - un "paléo-spectacle" pour employer un terme lancé par l'auteur de ces lignes (voir Sc. et Avenir, Juillet 1966), une strate de faune, bien étrange, avec des bipèdes tridactyles, gauches, tous inconnus, en recul au sein d'une flore à fougère inédite ("Flore de Kolo"). Et cela devant une invasion grandissante de puissants polydactyles plantigrades : pesants, quelquefois semi-quadrapèdes, pour devenir enfin complètement quadrapèdes. Les uns, alors, avec de larges "mains" presque aussi grandes que les "pieds" et projetées de côté en dehors de la piste à la marche (donnant de ce fait à celle-ci une largeur de 1,80 m !). Les autres, au contraire, marchant sur une piste rectiligne évoquant, en plus modeste, celle des Sauropodes futurs du Jurassique supérieur (piste d'une largeur totale de 0,20 m à 0,40 m seulement). Or, en même temps qu'une nouvelle flore à fougères se développe ("Flore de Morija") ("Flore à Rhexoxylon"), surgissent au sein de ce

-
- (1) Les grès massifs couronnant les "inselbergs" de la plaine montrent des "cavités" (souvent éoliennes d'origine) qui ont servi d'habitat aux Artistes Paléolithiques depuis la culture de Still Bay (-15.000 environ); puis Magosienne (-9.000 environ) jusqu'au XIXème siècle Bushman.
 - (2) L'usage de la langue locale (Sotho) ne fut pas inutile, - une langue de l'Age du Fer, -non plus qu'un peu de plaidoirie, avec l'apologie de la Paléontologie et d'un Musée National que nous voulions créer, au Lesotho, pour le bien de la Tribu.

biotope des pentadactyles énormes dont les 4 membres forment une piste impressionnante de 1,00 à 1,30 m de large aux vastes arcs de cercle, convexité vers l'avant, et formés par les 5 ongles qui seuls ont marqué le sol, à défaut de la plante. Ces géants caractéristiques sont sans doute assimilables à des dinosauriens, plus qu'à des "pré-mammaliens géants" comme essayaient de l'imaginer, un peu incrédules, nos collègues d'Afrique du Sud, dont le Curateur du Musée de Bloemfontein dès 1954 (Dans la salle d'honneur de ce beau Musée, un moulage a été placé de l'une de nos grandes dalles, avec un tel essai chimérique de reconstitution de la "bête", tandis qu'au Musée de Capetown notre ami le Dr Crompton préférerait plus pertinemment ne mettre que le moulage de la même dalle sans l'auteur escompté, - qui est plus probablement un "proto-sauropode" géant). Une révision d'ensemble des théories sur l'origine des Sauropodes ne s'en est pas moins ensuivie, bouleversant des idées admises de longue date. Dès le Trias moyen il existe donc des tridactyles adaptés à une stricte bipédie alors que tétradactyles, ou pentadactyles, d'autres Dinosauriens montrent déjà la plus franche quadrupédie. Les Sauropodes ne dérivent donc pas des bipèdes. Voir Ellenberger et alia 1955, 1956 (1), 1958, 1960, 1964 ; Charig et alia 1965 ; Colbert 1964 ; etc...

Vers la fin du Molteno (considéré comme azoïque), de nombreux animaux se voient encore, remarquables dans leurs ébats divers, grâce à l'Ichnologie : jusqu'aux "Amphibiens" et aux "Lacertiliens" ou aux "Rhynchosauridés", - avec finalement, chez les "Dinosauriens", une élimination progressive apparente des formes lourdes et amatrices de l'eau, et cela au seul profit des tridactyles, bipèdes, et relativement lestes (2), dans les zones de passage Molteno - Red Beds. - Phénomène de renversement des strates de faunes évocateur de ce que nous avons constaté en France dans l'Ichnologie du Keuper d'une part - dalles d'Anduze - et l'Ichnologie du Rhétien et Hettangien de l'autre. - De minuscules traces aviformes commencent à se répandre dès lors dans notre Stormberg inférieur, annonçant des Ornithischiens mineurs, ou les "Proto-Aviens" au sens large (petits os creux), du Stormberg supérieur.

Cependant, et en parallèle avec ce film saisissant du Molteno, plusieurs trouvailles osseuses étaient faites par l'auteur de ces recherches dans ce même Molteno (en théorie azoïque !), découvertes qui venaient compléter d'une manière assez intéressante les paléopaysages successifs déjà fournis par l'Ichnologie : restes d'Amphibiens, de Mélanorosauridés trapus, Euskélosauridés ! ... - Gisements que vient finalement explorer sur notre invitation expresse (et avec l'aide bienvenue du C.N.R.S. !) une valeureuse équipe Française : quatre fois nos amis vinrent avec le même zèle nous prêter main-forte sur nos terrains à 10.000 Km de la France, soit en 1955-56, 1959, 1963, 1970. - Ainsi par exemple plus de 1150 os purent être extraits un à un d'un marécage à Dicroidium à Maphutseng, où un véritable troupeau de quadrupèdes lourds, devanciers des Sauropodes du Jurassique supérieur, s'était embourbé en ce Keuper inconnu (Molteno) (Fouilles Ellenberger, Fabre, Ginsburg, Mendrez).

(1) 1956^b p. 101 : "Ce stade bipède généralement admis dans la phylogénie des Sauropodes devrait être rejeté ... ou supprimé" ...

(2) Théropodes : Coelurosauriens, Carnosauriens, "Prosauropodes" - Thécodontosauridés ..., Anomoepodidés, "Trisauropodidés", etc, tous bipèdes. Plus de Sauropodes, ni de gros "Ornithopodes".

Un patient examen des couches du Molteno supérieur et de leurs pistes étranges (voir n° 69 A) permettait à l'auteur de ce rapport de mettre également la main sur quelques-uns eux-mêmes des ultimes héritiers des Pré-mammaliens du Karroo avec des Cynodontes des groupes Scalenodontoïdes d'abord, puis Belesodon à la limite terminale du Molteno. La Flore de Morija de son côté se révélait plus riche que prévu avec quelques 40 espèces, parmi lesquelles les Dictyoptéridées ("Dictyophyl- lum ellenbergeri", Greber 1960) (Fouilles J. Fabre, F. Ellenberger).

Mais c'est dans les niveaux postérieurs au Molteno que l'on eut plus de surprises encore peut-être. Les Red Beds inférieurs avec leurs "humides" argilites violacées lui parurent pour le faciès et pour la faune ne former que partie intégrante du Molteno (Faune à "Mélanosauridés" lourds qui paraissaient s'y perpétuer encore, au milieu des nouveaux théropodes ou "prosauropodes" légers. Flore ultime à fougères Dicroidium) - Tout cela en contraste évident avec les Red Beds supérieurs xérophiles et le Cave Sandstone éolien. Il fallait ainsi démembrer les Red Beds en tant qu'étage et former du Molteno et des Red Beds inférieurs l'Etage du "STORMBERG INFÉRIEUR", sur la base de tous nos critères complémentaires, ce qui était censément nouveau (F. et P. Ellenberger, L. Ginsburg, 1967).

6.- Le monde du "Stormberg supérieur".

Dès les Red Beds supérieurs et jusqu'au Cave Sandstone, il apparaissait en effet qu'on avait affaire à un autre monde, un "Etage" différent de celui du Stormberg inférieur. Ce "STORMBERG SUPERIEUR" (comme le rapporteur soussigné l'a désigné officiellement au Symposium International de Géologie du Gondwana en 1970) se caractérise : par son faciès aride prépondérant (loess et sables éolisés); sa flore xérophile à Equisétinées, Salisburiées, Zamitées et Conifères (jusqu'à présent totalement inédite); sa faune plus encore, que notre équipe française a commencé à mettre au jour avec les découvertes d'Ornithischiens ("Fabrosaurus australis", et ceux plus anciens de Masitisi), ses Tritylodontidés archaïques (comme "Masitisitherium primordialis" nov.) ou évolués (comme "Likhoeleia ellenbergeri" Ginsburg), ses Thérapsidés très petits, ses Crocodiliens, ses Poissons de flaques temporaires, ses Dinosauriens élancés et coureurs (Mosethe) et ses Mammaliens primitifs (à l'étude). - Des équipes étrangères vinrent aussi demander à l'auteur (de ce rapport) son guidage bienveillant dans un terrain vraiment inconnu pour eux (équipes d'Afrique du Sud : Crompton, Gow, Rudner, etc. ; de Grande-Bretagne : Charig et Attridge, Kermack et Musset ; des U.S.A.). Et c'est ainsi que nous avons découvert les mammifères les plus anciens peut-être du monde entier, les minuscules "Erythrotherium parringtoni" et "Megazostrodon rudnerae" (ordre des Triconodontes) avec l'aide de nos amis.

Cependant, notant dans ses coupes de subtiles détails d'environnements pour chaque découverte nouvelle, l'auteur de cette recherche (répondant à la Paléontologie auprès des Chefs tribaux du Lesotho pendant des années), a abouti à redécouvrir finalement le lieu précis

d'origine de "Tritylodon longaevus" Owen (1). Sa prospection ichnologique dans les niveaux loessoïdes ou gréseux du Stormberg supérieur lui a permis de récolter une prolifération (discrète certes, mais frappante) de traces de minuscules polydactyles en association avec des arthropodes, leur nourriture, - et parfois avec des insectes. - Certains types, à formule phalangienne mammalienne notamment, se développent dans les gisements, parallèlement aux Ictidosaures, Tritylodontidés, etc., et aux petits Lépidosauriens.

Ces petits vertébrés quadrupèdes deviennent de plus en plus lestes, avec la marque de la fourrure ou du poil probable (?) pour quelques pistes; on les voit devenir sauteurs à l'approche du "Cave Sandstone" (comme le seront plus tard les Marsupiaux). Dans les petits niveaux de cinérites sableuses intercalés dans les "Laves du Drakensberg", on en voit survivre, évolués, avec des marques de pas, de saut ou de galop, aux côtés d'une nouvelle flore insoupçonnée et inédite, à conifères : "Sphenolepidium (?) leloalengensis" nov. sp., et plus tard : "Pinus (?) vulcaniamniensis" nov. sp. rappelant "Pinus prodromus" de l'Oolithique du Spitzberg.

7.- Mise au point du travail.

Ce tableau (un historique un peu schématique), ne donne qu'une idée incomplète des activités passées, celles de nos devanciers, celles des chercheurs qui ont bien voulu s'intéresser à notre domaine depuis, et le programme de travail que s'est fixé le signataire de ce rapport.

Ce travail est, on le voit, centré essentiellement au départ sur la détermination des types ichnologiques du Stormberg : actuellement 64 pour le Stormberg inférieur (précédés de 3 types de Beaufort terminal), augmentés de 97 pour le Stormberg supérieur et 6 pour les Laves du Drakensberg.

Avec la "vision originale" que donne l'Ichnologie pour tout le Karroo terminal, nous envisageons la constitution de zones paléontologiques nouvellement définies, basées sur l'Ichnologie (répartition de l'ichnofaune par gisements et biostratigraphie ichnologique basée sur cette répartition même).

Notre programme de recherches corollaires, en cours de réalisation, souligne d'ores et déjà les parallèles apparents de cette ichnologie du Karroo avec celle du reste du Gondwana d'une part (dont l'Amérique du Sud), et de l'autre avec celle de l'Europe (dont la France, etc.). Par contre, on est frappé de son éloignement par rapport à l'ichnologie du Connecticut (U.S.A.) pourtant supposée relativement contemporaine: entre nos 170 espèces du "Trias-Rhétien" et les 112 espèces de R.S. Lull, il paraît n'y avoir que deux espèces communes !... - Nous poursuivrons

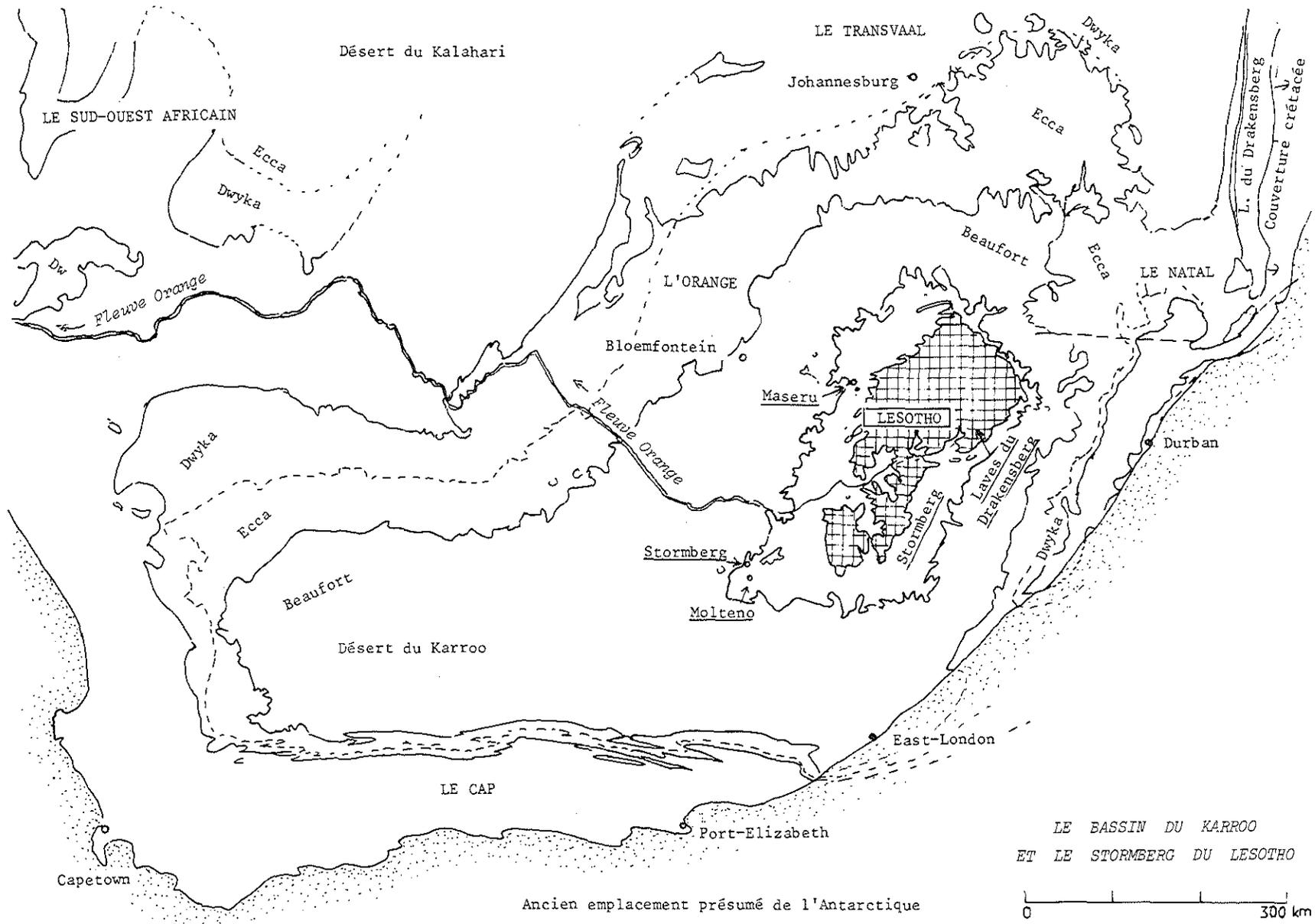
(1) A Thaba-Tsoeu (près de Mafeteng), Lesotho, niveau "75" (Voir P. Ellenberger et L. Ginsburg, 1965).

la comparaison avec d'autres provinces géologiques du monde, dont l'Asie (Chine ?). Essai de chronologie comparée.

Un programme ultérieur et complémentaire comprendra une interprétation des pistes, et la place probable de ces animaux divers dans la systématique pure. L'évolution des Vertébrés avant la dislocation du Gondwana et la naissance des mammifères et des "proto-aviens". Une évolution parallèle s'est-elle produite dans d'autres parties du monde ? - Stratigraphie du Gondwana terminal.

* *

*



MÉTHODE SUIVIE ET DÉFINITIONS.

- RELEVÉS DES EMPREINTES ET DES PISTES.

Les ichnotypes (holotypes ou syntypes) ont été recueillis dans la mesure du possible selon le processus suivant :

- (a) La coupe géologique (stratigraphique et paléontologique) a été établie en général sur une puissance de 100 m à 150 m, et raccordée aux coupes voisines déjà établies (travail sur le terrain complété d'après les photos aériennes stéréoscopiques).
- (b) Des photographies ont été prises - généralement stéréoscopiques - de la piste dans son ensemble, et dans ses pas (ou couples) principaux.
- (c) Un relevé a été fait au dixième de l'échelle, sur papier millimétré, de la dalle dans son extension (après carroyage complet de celle-ci).
- (d) Un nouveau relevé a été fait cette fois-ci à l'échelle x 1 (grandeur naturelle), sur papier transparent, de l'ensemble de la piste ou de ses sections essentielles. Les enfoncements relatifs ou absolus de chaque partie de la sole pédieuse y sont notés (en millimètres), ainsi que la localisation et la nature des divers coussinets, et éventuellement la hauteur du talus positif entourant la trace, ou la bordant.
- (e) Un moulage (plâtre ou latex) a été fait de l'ensemble de la piste ou de ses principales parties pour obtenir un épirelief (ou un hyporelief, si l'original est une contre-empreinte naturelle). Chaque trace est examinée sous ce jour nouveau en éclairage rasant (avec nouvelles photos ou relevés à l'échelle).
- (f) Constitution de types standards par comparaison et par superposition des décalques de toutes les empreintes (ou fusion de photos). L'élimination partielle des détails accidentels aura dû se faire alors. Détermination des places, formes et dimensions exactes de chacun des coussinets digitaux inter-articulaires (plis de la peau), ou articulaires ; articulations des métapodes ; examen de la marque du talon, ainsi que de l'appui éventuel des doigts I et V.
- (g) Une mensuration détaillée des empreintes est commencée alors sur les dessins des ichnotypes à l'échelle et sur le modèle standard. Tous les éléments caractérisant, soit le pied (pes) soit la main (manus) sont passés en revue (voir plus bas).
- (h) Une mensuration détaillée des éléments de la piste achève cette première phase du travail : Elle est faite sur le relevé de la piste à l'échelle (et le plâtre), et sur le relevé au 1/10e de l'échelle pour les pistes de grande amplitude.

Une appréciation globale en ressort sur la nature apparente de l'animal, les irrégularités des pas, les petites oscillations, hésitations ou autres événements constatables sur la piste (nage, accostage, repas, glissades, difficultés de marche, etc.).

On peut noter dès lors le caractère de stabilité de la bipédie ou au contraire son instabilité (appui externe des mains) ou la nature de la quadrupédie (voir plus bas). L'enjambée, l'angle des pas, la largeur de la piste, comme le caractère varus ou valgus des 4 membres, sont autant d'éléments qui permettront de préciser la diagnose.

- (i) Une fois faite la fiche signalétique, la comparaison avec les fiches des types divers plus ou moins analogues des niveaux contemporains antérieurs ou ultérieurs, mènera à un perfectionnement de la diagnose et l'on pourra tenter une systématique simple. Mais pour cette vision d'"espèces" et leurs groupements en "genres", patience certes mais prudence sont nécessaires. Tous les atouts doivent être mis en jeu (voir plus bas : espèces et genres) : découverte osseuse, squelettes des pattes reconstruits et replacés dans les empreintes seuls pourront mener à une tentative de systématique pure.

MÉTHODE DE FIGURATION DES EMPREINTES ET DES PISTES.

Les relevés au 1/10^e d'une 60^{aine} de nos ichnotypes (qui représentent des pistes complètes en principe) ne pouvant évidemment trouver place dans le cadre modeste de cet ouvrage, nous avons dû nous contenter de ne reproduire le plus souvent qu'un pas unique, de préférence et pour la commodité un pied gauche, avec l'indication de la direction du pas précédant et suivant, et la mesure (en centimètres) de la demi-enjambée (avec dans quelques cas celle de l'envergure).

Les contours majeurs sont en traits pleins avec quelques courbes de niveau. Les enfoncements maxima (15 mm et plus) sont normalement en hachuré et les enfoncements mineurs en pointillé. Exceptionnellement un talus positif entourant l'empreinte a été aussi représenté en pointillé (Figures 36, 38, 39, 52-A).

Tous les dessins des types de "macro-faune" (animaux dont le pied (pes) dépasse 80 mm de longueur) sont à l'échelle du 1/10^e (sauf le n^o 68 C qui est en grandeur naturelle); tous les dessins des types de faune plus petite ("micro-faune" si l'on peut dire) sont à l'échelle x1.

MÉTHODE DE MENSURATION DES EMPREINTES ET DES PISTES, TERMINOLOGIE.

I.- Nos fiches signalétiques s'inspirent partiellement des travaux de R.S. Lull (1953), Heyler et Lessertisseur (1963), G. Demathieu (1970) et H. Haubold (1971). Cf. Casamiquela (1964).

R.S. Lull a eu le grand mérite d'établir pour l'étude du Trias du Connecticut des fiches simples, logiques, qui nous ont paru raisonnables.

Mais il n'explique qu'insuffisamment sa méthode de mesure de longueur des doigts. Les dessins de types ne paraissent que sous la forme de contour en général absolu, l'intérieur de la trace reste vide ; on ne sait ni la profondeur d'enfoncement, ni l'existence même, dans bien des cas, des coussinets, de tous ordres ; l'anatomie du pied demeurant inconnue. - Lull utilise des termes qui par leur homophonie, prêtent à équivoque ("pes angulation" et "pace angulation").

Heyler et Lessertisseur dans la très belle étude qu'ils ont eu l'amabilité de faire de notre Permien de Lodève (F. et P. Ellenberger, 1959) ont amélioré la méthode et les fiches de diagnose de Lull par d'excellentes figures explicatives qui concernent les empreintes, mais aussi les pistes, ce qui paraît fondamental. - Toutefois si leurs dessins comme ceux de Lull insistent bien sur les contours apparents, il nous semble que les enfoncements relatifs des diverses parties du pied, ici encore, sont mal indiqués. La méthode, sans doute au point pour les Stégocéphales aux doigts très peu mobiles et aux mouvements stéréotypés, paraît s'avérer imparfaite pour l'étude ichnique des Reptiles, beaucoup plus alertes pour la plupart, changeant dans leur allure ou leur démarche. Des Anapsidés (Cotylosauriens, etc ...) aux Lépidosauriens (Rhynchocéphales, Squamates) et surtout aux Archosauriens, on passe par une véritable gamme de groupes divers, que l'on ne peut tenter d'identifier ichnologiquement que dans la mesure où une bonne diagnose du dessous du pied (et de la main) met en lumière leurs éléments les plus déterminants. - Si l'on prolonge la ligne aux Synapsidés (Théromorphes et Thérapsidés), pour passer de là à l'éclosion des petits proto-mammaliens qui surgissent, nous l'avons dit, dès la fin du Stormberg inférieur - on voit combien la méthode adaptée au Permien devient insuffisante. Casamiquela (1964, cf. pp. 89 ss) semble avoir pressenti ces difficultés dans l'ichnologie de son Jurassique d'Argentine. - A temps nouveaux il convient d'apporter des procédés nouveaux : ces petits êtres souples, mobiles, aux phalanges bien distinctes, utilisant tel ou tel doigt préférentiellement, à la démarche parfois galopante (Casamiquela id., p. 205), au train avant plus marqué que l'arrière, ne se plient pas facilement à l'étude.

G. Demathieu fait preuve d'une très grande minutie dans sa méthode d'étude du matériel abondant et inédit qu'il a pu collecter sur la bordure nord-est du Massif Central. Les dalles y sont malheureusement rares et c'est à l'aide de diagrammes reposant sur des chiffres étonnamment précis et nombreux qu'il établit ses diagnoses. Mais les mesures exactes de ces longueurs de doigt, laissent parfois perplexes, car il s'agit de longueurs apparentes et non réelles. L'extrapolation de la longueur du médian n'est guère aisée pour les tridactyles (Ex. 1970 B, p. 179) ; il en va de même pour les mesures précises des angles que font les doigts entre eux ; l'arrière du pied est ordinairement inconnu. L'articulation des doigts sur les métatarses semble incomplètement marquée pour plusieurs des ichnotypes de son étonnant "Trias moyen". - Par contre, des essais de reconstitution du squelette du pied, tels que celui qu'il propose (1970 B, p. 151 ss), nous apparaissent fondamentaux : c'est sans doute la seule manière de tenter de comprendre la vraie nature du pied et de la main. Dans notre "Trias supérieur", maintes

empreintes paraissent assez nettes pour que nous ayons pu tenter de mesurer directement les éléments phalangiens et métapodiens à leur vraie grandeur (?). Dans quelques cas il nous a fallu extrapoler ces mesures d'après des squelettes de pieds et de mains un peu empiriques (Ex.: pour le genre Pentasauropus, grands onguligrades pentadactyles, - aux pieds varus et aux mains valgus). Rien, une fois de plus, ne remplacera la découverte authentique de tels squelettes dans les gisements associés aux dalles.

H. Haubold (1971) reproduit, en les systématisant, les concepts développés par ses devanciers; il confronte les terminologies. Les très nombreux dessins de cet ouvrage, qui est vraiment une somme, souffrent malheureusement du même manque déjà constaté antérieurement (Lull). Les traits anatomiques de la sole pédieuse font le plus souvent défaut; les divers coussinets qui sont propres à chaque espèce n'apparaissent point. Il faut se contenter d'une forme générale réduite à un simple périmètre vide de contenu dans bien des cas. - La systématique pure échafaudée sur cette ichtnologie nous semble plus qu'intéressante, grandiose; mais elle nous apparaît quelquefois un peu précipitée et aventureuse étant donnée l'immense carence dont souffre la Paléontologie quant aux squelettes un peu complets de vertébrés, et de pattes de vertébrés, dans notre Trias supérieur en particulier.

II.- Nomenclature des principaux éléments de base des diagnoses.

a)- EMPREINTES (TRACES) (footprint, imprints, stampe) :

- . Relief: Nous qualifions un relief de "positif" (terme utilisé adjectivement), lorsqu'il est en bosse. Exemples : le talus entourant une trace est positif; de même est positif le relief des traces des doigts lorsqu'il y a eu succion de la vase à la marche; de même lorsqu'un petit tassement préférentiel s'est fait sous l'impact du pied, durci alors que tout le pourtour s'est dissous (aspect que l'on rencontre parfois dans le Molteno, ou au Keuper de Corbès, France); le relief d'une contre-empreinte naturelle est lui aussi habituellement positif. - A l'opposé est "négatif" tout ce qui est en creux.

Pour désigner une dalle originale, ou au contraire sa contre-empreinte naturelle et encore son moulage, Haubold utilise dans un sens tout différent (et substantivement) ces termes : "un positif", "un négatif" : il nous semble que les concepts, d'hypo-relief (Vertiefung) et d'épirelief (Ausfüllung) peuvent prêter moins à confusion.

- . Pes désignera l'empreinte du pied. Manus désignera l'empreinte de la main.
- . Longueur du pied (L) ou de la main (L'): Ces mensurations seront prises pour la longueur fonctionnelle du pied ou de la main à la marche, mais mieux encore à l'arrêt. Il faut tenir compte du "talon" ou du "faux talon" (et de la "paume").

- Largeur du pied (I) ou de la main (I') : Cette donnée plus objective et plus facilement mesurable est en fait quelque peu variable sur une piste suivant que l'animal est en sol mou ou humide, ou bien sec ; suivant qu'il se déplace lentement ou accélère, etc. Mais cette variation même est caractéristique de l'espèce. Il est nécessaire d'établir un type standard, cependant.
- Longueur des doigts (numérotés de I à V à partir du pouce). Nous tentons de la mesurer de la griffe (ou ongle) à l'avant, au point d'origine ou d'insertion du doigt à l'arrière (articulation sur le métatarse). Ce point particulier est en général visible pour les 4 doigts des tétradactyles, dont l'arrière du pied (métatarses) est également perceptible. - Pour les tridactyles ce point apparaît nettement pour le IVe doigt seulement avec l'amorce de l'empreinte du métatarse correspondant (c'est la mesure que nous donnons). Ce point apparaît plus rarement pour le IIIe doigt, de sorte que nous devons nous contenter de la mesure de sa 1^{re} phalange visible (pour connaître sa longueur exacte il faudrait rebâtir le squelette du pied). Le IIIe doigt ne laisse en général s'imprimer au sol que 2^{es} phalanges, c'est le chiffre objectif que nous présentons ; pour avoir la mesure réelle de ce doigt médian il faut noter que, dans les squelettes connus, le IIIe métatarse est plus long que les métatarses latéraux. Notons enfin que plus un tridactyle digitigrade bipède se hâte, plus les dernières phalanges de ses 3 doigts sont nettes et ont enfoncé le sol. - On voit combien une véritable diagnose ne devrait se faire que sur une piste, ou plusieurs pistes entières du même type (syntypes), où les divers éléments de l'anatomie du pied paraissent tour à tour (voir piste n° 53 A,B,C par exemple ; ou pour les tridactyles n° 64 A,B,C du Stormberg supérieur).
- Formule phalangiennne : Elle ne peut être obtenue d'une manière convaincante que lorsque les coussinets sont visibles : coussinets "phalangiens" s'ils s'avèrent séparés par les plis de flexion des doigts, coussinets "inter-phalangiens" ou "articulaires" en certains cas (dont ceux de l'origine des doigts). Pour les polydactyles digitigrades ou surtout onguligrades comme Pentasauropus, à la sole rarement et imparfaitement marquée, on peut tenter de procéder par anatomie comparée.
- Angle de divarication des doigts : c'est l'angle formé par les droites tracées dans l'axe médian moyen de chaque doigt ; les doigts étant parfois courbes, l'angle n'est pas identique à l'extrémité des doigts ou à leur origine (nous prendrons un chiffre moyen). - La divarication des métatarses ou des métacarpes entre eux forme habituellement un éventail plus fermé que celui des doigts, et orienté souvent différemment. Ces données sont intéressantes en systématique pure.
- Centres des empreintes (Messpunkt). Haubold choisit un tel centre de l'empreinte au point d'origine supposé de la 1ère phalange du doigt médian. Il nous semble plus pratique et plus sûr de considé-

rer le centre de symétrie de l'ensemble de la sole pédieuse.
Pour les "artiodactyles" d'allure, le point indiqué par Haubold est très excentré.

b) - PISTES (VOIES) (track, gang)

- Axe de la piste (midline, Mittellinie) : c'est la direction du mouvement du corps à la marche. On le trouve pratiquement en joignant les centres des pieds gauches les uns aux autres et les centres des pieds droits les uns aux autres (d'où les parallèles d'écartement des pieds) : la parallèle située à mi-distance représente l'axe de la piste. Cet axe est très rarement une ligne droite, l'animal a souvent soit tourné, soit hésité.
- L'enjambée (stride, Doppelschritt) est la distance du centre d'un pied gauche par exemple au centre du pied gauche suivant. L'enjambée varie notablement au cours d'une piste donnée, ce qui peut être une caractéristique de l'espèce (fortes accélérations, etc.).
- Le pas (pace, Schritt) est la moitié de l'enjambée. La distance du centre d'un pied gauche au centre d'un pied droit est l'envergure (distance sensiblement plus longue que le pas, pour les animaux au corps large, etc.).
- L'écartement (trackway width, Gangbreite). L'écartement postérieur (E.P.) est celui des pieds : c'est la distance entre la parallèle reliant les pieds gauches entre eux et la parallèle reliant les pieds droits entre eux. L'écartement antérieur (E.A.) est celui des mains.
- Le couple (set of imprints, Einzelfährte) est l'ensemble d'une empreinte de main et de l'empreinte du pied qui, en général, l'a suivie immédiatement. L'espacement du couple se mesure entre les centres de ces empreintes (on mesure parfois la projection de cette distance sur l'axe de la piste).
- Le terme "ped-angulatio", pour "pedis angulatio" (ad alterum) (P.A.) représente une notion pratique et en partie nouvelle, c'est l'angle aigu formé à l'avant par les droites d'envergure et d'enjambée. Plus un animal a la démarche leste, sur une voie étroite, plus ce chiffre tend évidemment vers 0°. Le "pace angulation" s'obtient comme suit : $\text{pace angulation} = 180^\circ - 2 \times \text{ped. angulatio}$.

Il en va de même pour "manus angulatio" (M.A.).

- Le terme "ped. orientatio" ("pedis orientatio") (P.O.) et "manus orientatio" (M.O.) définissent le caractère valgus ou varus des membres. C'est l'angle que forme, avec l'axe de la piste, la bissectrice de l'angle de divarication totale des doigts (ou à son défaut l'axe longitudinal médian de l'empreinte).

SYSTÉMATIQUE.

Notre systématique ne peut être pour le présent qu'une systématique simple. Une systématique basée sur l'ichnologie ne peut remplacer, pour la connaissance des vertébrés, les apports fondamentaux de la systématique paléontologique ou zoologique pure, cela va de soi.

Mais si la systématique peut se définir comme la "Science de la classification des formes vivantes" (Dictionnaire Robert, "Société du Nouveau Littre", Paris 1967), notre paléo-vision du monde animal triasique par le côté ichnique, - par le dessous des pattes -, n'est peut-être dès lors pas inutile.

Il serait d'ailleurs plus juste de ne pas parler seulement du dessous des pattes, mais aussi du dessous des membres, ou même du corps, parfois du dessous de la mâchoire, du dessous du bout de la queue, et surtout du dessous fugace des activités coutumières d'un animal en pleine vie dans un cadre écologique très spécifique qui est le sien.

Si la systématique cherche, on le sait, à établir sur telle ou telle phylogénèse, sa tentative de classification naturelle, il ne semble pas impossible que plus d'un "phylum" découvert par l'ichnologie, ne mène à la découverte ultérieure d'un authentique phylum paléontologique jusque là imprévisible.

Nous nous contenterons en attendant, dans notre actuelle "Classification des pistes de Vertébrés du Trias" d'une présentation typologique, dans le sens étroit du terme. Entendons une élaboration des types ou ichnotypes facilitant l'analyse paléontologique future de la réalité complexe qui a été celle de la vie au temps de notre Trias supérieur Gondwanien.

Nos types -terme un peu trop fixiste ! - seront en conséquence basés sur l'ensemble des caractères décrits dans la nomenclature que l'on a vu plus haut. - Ces caractères constitueront nécessairement notre instrument de connaissance ou diagnose, par abstraction rationnelle, mais aussi par expérimentation.

Dans la réalité, c'est de la variété même des empreintes du même animal dues au faciès, aux difficultés de marche, aux arrêts, au poids, à l'âge et peut-être au sexe, - et qui sont la base de l'étude morphologique -, que nous obtiendrons par décantation l'ichnotype idéal standard, renfermant le maximum d'"information" pour un animal donné.

Aux côtés de nos syntypes, il sera bon de considérer les possibles plésiotypes.

D'une façon plus précise encore, au sein d'une strate, l'ensemble des individus qui nous paraîtront avoir le même dessous de patte, le même caractère varus ou valgus, la même démarche, la même longueur de pattes (en-jambée), la même largeur relative du bassin (écartement postérieur), ou une

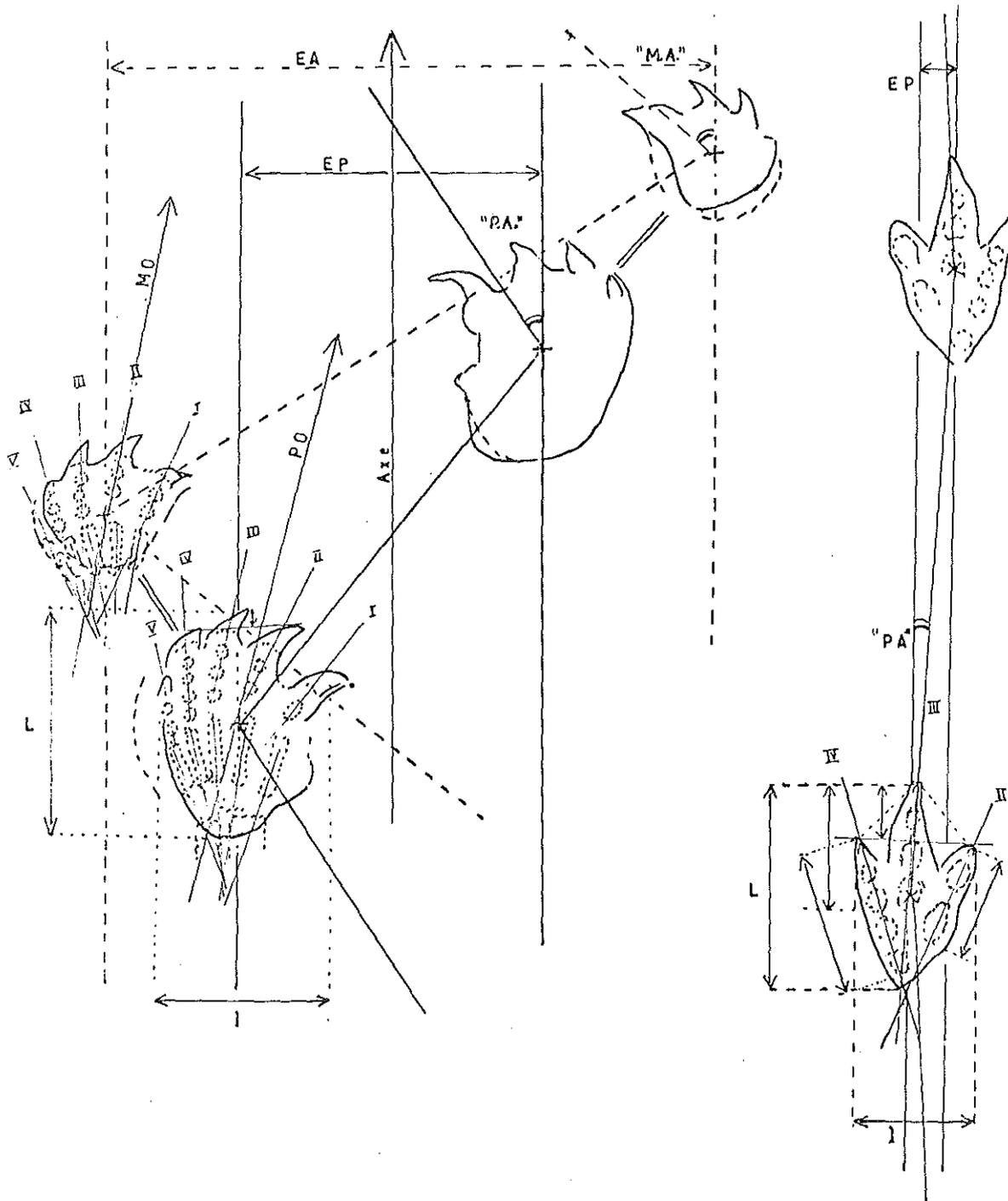
largeur de garrot d'un même ordre (écartement antérieur), la même longueur de queue (queue reposant au sol) - autant de caractères communs - constitueront nos types ou ichnotypes d'espèces.

Les ichnotypes d'espèces qui, à leur tour, nous paraîtront proches les uns des autres dans un groupe ou phylum ichnique, mais se distingueront par une ou deux différences caractéristiques importantes constitueront nos genres ou ichnogenres.

- ABRÉVIATIONS.

Nos abréviations seront peu nombreuses et coutumières.

Citons : nov. gen., nov. sp., s. str., s. lato, ainsi que v. (variété), ss (suivantes), cf. (confer), voy. (voyez), Fig. (figure), p. (page), etc..



L'ICHOLOGIE DU STORMBERG INFÉRIEUR ("KEUPER")

Croquis montrant les principales mensurations
expliquées dans le texte et utilisées dans les diagnoses

LE STORMBERG INFÉRIEUR

PRÉAMBULE : NOTE SUR LE BEAUFORT,
AVANT COUREUR DU STORMBERG.

Les pistes de l'Etage du Beaufort Terminal (TRIAS MOYEN ?)

En dépit des recherches nombreuses qui ont été faites en son sein, le monde du Beaufort d'Afrique du Sud, porte d'entrée au Stormberg, ne semblait avoir fourni nulle part de pistes de Vertébrés Supérieurs. On le sait, plus de 700 espèces y ont été décrites (S.H. Haughton et A.S. Brink, 1954). Aucune piste de Vertébré n'y avait été mentionnée(1).- La zone terminale du Beaufort (zone à Cynognathus) se fait remarquer par son appauvrissement en fossiles : l'ichnologie vient de nous y révéler pourtant, et c'est là peut-être la promesse de découvertes à venir, l'existence d'au moins trois types de vertébrés probablement inédits : les tridactyles, les tétradactyles et les pentadactyles mineurs, - ces derniers pouvant être en relation avec les ultimes prémammaliens du Karroo. Ces animaux vivent dans une flore à Dicroidium et Conifères (Dadoxylon), annonciatrice à maints égards de la flore du Molteno. Le faciès de cette zone - où nous avons du reste eu la bonne fortune de trouver récemment, parallèlement à un œuf de reptile (?), un nouveau spécimen de Cynognathus, et surtout un petit reptile proche d'Euparkeria, - se montre bien spécifique du Beaufort, avec ses argilites rouge vif et ses plaquettes de grès verdâtre à végétaux.

(1) Dans le Trias Inférieur à Lystrosaurus, Watson aurait aperçu en 1960 à Middleburg une piste non déterminée pouvant être celle d'un Anomodont (cité par Haubold 1971, p. 41).

A. - LES TRIDACTYLES.

Genre Trichristolopus nov. gen

C'est autant dans la forme particulière de ses pieds que par leur déplacement au sol à la marche que le genre Trichristolopus trouve sa définition. Le pied, tridactyle de fait, a légèrement pivoté à la marche (comme pour Rotadactylopus). A l'arrêt on remarque une pulpe digitale aux phalanges et aux articulations peu distinctes ; les trois doigts sont pour ainsi dire parallèles et précédés de griffes sans doute crochues et dont seule la pointe a touché le sol. A la "nage" les griffes ont balaféré le sol. A l'arrière du pied les doigts se terminent en une sorte de rectangle qui représente une large articulation avec les métapodes. La construction du pied paraît assez primitive, et fait supposer une certaine divarication des métatarses.

Trichristolopus dubius nov. sp. (Fig. 2)

Syntypes : Dalle de grès vert à végétaux formant surplomb dans l'abri rupestre F. Christol (d'où le nom générique) près de Hermon ou Patisi dans l'ancien Lesotho, à 4 m au-dessus d'un conglomérat à os et dents. ("Euparkeria", etc).

L'hypodigme y comprend 3 pistes partielles (soit une empreinte "à l'arrêt", et plusieurs empreintes rapides, mal définies).

Diagnose : Le pied (pes gauche) montre un parallélisme frappant des doigts, surtout de III et IV. La pulpe du doigt IV, écourtée à l'arrière, y dessine un petit angle droit tandis que le doigt médian et surtout le doigt II s'y prolongent par des coussinets plantaires paraissant dus à l'empreinte au sol des métatarses. Cet animal n'en demeure pas moins un digitigrade d'allure archaïque, et de plus griffu.

- PES : Longueur du pied, 210 mm (du doigt I, ? mm ; de II, 130 mm (?); de III 140 mm ; de IV, 125 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 41 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 170 mm. Divarication totale II-IV, 25° (II-III, 13° ; III-IV, 12°). Les coussinets de phalanges sont non-séparés et peu distincts. L'arrière du pied est marqué surtout pour le II. Le "talon" ou "faux-talon" rectangulaire est surtout visible vers l'intérieur du pied, plus lourd (?). La formule phalangienne semble être ?-3-3-4-?. Le non-développement du doigt médian bien parallèle et sa quasi-égalité avec les doigts II et IV fait pressentir l'existence des doigts I et V.
- MANUS : La main ne nous est point apparue.
- PISTE : Enjambée, 1,20 m (Pas = 0,60 m à 0,65 m), Ped. angulatio, 15°?. Davantage à la "nage". Ecartement, 0,50 m : la démarche se fait donc de façon variable, surtout lorsque les griffes rayent le sol à la course ou à la "demi-nage".

Plésiotype : Néant .

Derivatio nominis et discussion : "dubius" veut dire flottant, qui va d'un côté et de l'autre. Cet animal du Beaufort peut aussi bien évoquer les futurs Psilotrisauropus et Pseudotrisauropus des zones A/3 et A/4 (reptiles ?), que d'hypothétiques Synapsidés tridactyles et pratiquement bipèdes, tels que les héritiers de Laoporus tridactylus au talon du reste un peu plus allongé, du Permien de l'Arizona à Coconino (Haubold, p. 39s). Il est probable que cet animal est un reptile, faux tridactyle, dont les doigts I et V encore développés sont devenus moins fonctionnels qu'à l'origine.

B. - LES TÉT RADACTYLES,

Genre Rotadactylopus nov. gen.

Le type de ce genre est fondé sur un couple pes-manus en empreinte originale finement conservée qui sert d'holotype à l'espèce. Ce "genre" tétradactyle, qui doit comprendre de nombreuses autres "espèces" dans le Karroo, rappelle de loin Chirotherium du Trias Moyen d'Europe. Cependant les coussinets digitaux paraissent plus effilés, pour pes et pour manus ; d'autre part le "talon" arrondi et écourté délimite une sole pédieuse pratiquement circulaire pour pes en tous cas (d'où le nom générique tiré de "rota", la roue d'un chariot) ; quatre doigts sont alignés, le manquant étant apparemment le 1er. L'étalement des 3 métatarsiens II-III-IV paraît pour ce tétradactyle, du même ordre que celui que nous constatons pour le tridactyle Trichristolopus. Il ne paraît pas exclu que ces animaux dérivent d'un ancêtre commun plus ou moins lointain (?)

Rotadactylopus archaeus nov. sp. (Fig. 1)

Holotype : Plaque gréseuse verte à la sortie du pont d'Aliwal North sur territoire de Rouxville. L'hypodigme y comprend un couple pes-manus, in situ, sur une piste au dégagement possible.

Diagnose : Le pied (droit) montre 4 doigts de longueur presque égale et quasi-parallèles, munis de griffes dont au moins trois (III-IV-V ?) ont opéré une faible rotation circulaire à la marche (vers l'extérieur). - La main (droite) est peu marquée. Il semble qu'il y ait une tendance à la bipédie.

- PES : Longueur du pied, 250 mm (du doigt I, ? mm ; de II, 100 + mm ; de III, 120 + mm ; de IV, 120 + mm ; de V, 100 + mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 16 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 200 mm. Divarication totale II-IV, 22° (II-III, 7° ; III-IV, 7° ; IV-V, 8°). Les coussinets de phalanges sont étroits et assez légèrement imprimés au sol. Le "talon" arrondi, un peu plus marqué a causé sous sa pression un petit talus semi-circulaire à l'arrière du pied, tandis que l'intérieur du pied semble avoir à peine effleuré le sol. Il y a là une tendance nettement plantigrade, chez cet "artiodactyle" d'aspect.
- MANUS : Longueur de la main, 140 + mm (du doigt I, ? ; de II, (7 + mm ?) ; de III, 9 + ? mm ; de IV, 10 + ? mm ; de V, 10 + ? mm : projection de III en avant du bout des doigts latéraux, ? mm. Largeur de la main entre III et IV : 130 mm (III-V, 170 mm). Divarication totale (20 - 25° ?). On remarque la prédominance de la IVème griffe et un talus circulaire à l'arrière des doigts IV et V.
- PISTE : L'enjambée n'est pas connue (une fouille supplémentaire serait nécessaire) ; la démarche se fait apparemment en bipédie avancée, la main petite et légère, bien que bâtie sur le modèle du pied,

ne paraît être qu'une adjuvante peut-être occasionnelle.

Plésiotype : (recherche en cours).

Derivatio nominis et discussion : Ce type, ancien, évoque déjà plus qu' "archaïquement" les futurs "proto-sauropodes" de la zone A/3 ("Sauropodopus") tout en conservant un peu l'allure des Chirothéridés du Trias Moyen ; pour la légèreté des coussinets, il évoque notre Psilochirotherium levis du Muschelkalk de Sanary-sur-Mer. - Cependant peut-être des Synapsidés, tels que Laoporus ambiguus (voir Haubold, p. 38), pourraient-ils lui être comparés ? La question est ouverte. - La sole pédieuse bien arrondie à l'arrière du pied comme chez les vrais Sauropodes, avec la présence de 4 doigts raccourcis subégaux (II - III - IV - V, et non I - II - III - IV comme chez les Chirothéridés), apparaît des plus intéressantes en ce Trias moyen du Gondwana.

C. - LES PENTADACTYLES.

Genre Tikoepentapodiscus nov. gen.

Ce 3ème genre (voir la diagnose plus détaillée sous l'espèce) annonce un petit pentadactyle des couches du Beaufort Moyen à Supérieur, d'apparence pré-mammalienne, peut-être apparenté à Dicynodontipus (cf. Haubold, p. 42), mais nettement distinct de lui. Le nom générique nouveau peut se traduire par "petit pied à 5 doigts de la rivière Tikoè". Ce mot paléolithique Bushman "Tikoè" est à prononcer avec un claquement de langue (avec succion) ce mot désignant aussi la bâton à déterrer les termites du repas - un régal quotidien - pour nos aborigènes.

Tikoepentapodiscus fabri nov. sp. (Fig. 3; x 1 et x 10)

Syntypes : Dalle de grès verdâtre au pont de la rivière Tikoè, alias Koch, à 11 Km au Sud de Ventersburg.

L'hypodigme y comprend 1 piste incomplètement visible avec 2-3 pas successifs qui servent de syntypes.

Diagnose : Le pied (gauche ?) montre les 3 doigts médians à peu près parallèles et de même longueur pourvus d'ongles écarrés mais non crochus, les coussinets, non séparés, forment pour les doigts II, III et IV une sorte de fuseau régulier. Les doigts externes sont l'un très large et volumineux (I ?), l'autre en retrait et écourté (V ?).

- PES : Longueur du pied, 62 mm (du doigt I, 43 mm ; de II, 52 mm ; de III, 53 mm ; de IV, 47 mm ; de V, 26 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 5 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 43 mm. Divarication totale II-IV, 34° (I-II, 10° ; II-III, 9° ; III-IV, 8° , IV-V, 7°). Les coussinets de phalanges sont difficiles à décompter (peut-être sont-ils 2-3-3-3-2). L'arrière du pied est assez nettement marqué. Le "talon" se montre relativement large et carré, représentant une solide articulation des doigts sur les métapodes, l'animal étant relativement plantigrade de ce fait.
- MANUS : Nous n'avons pu apprécier correctement l'allure de la main, peut-être a-t-elle fait les 3 griffures longitudinales que l'on aperçoit sur la piste.
- PISTE : Enjambée, 0,40 m à 0,44 m (Pas = 0,20 m à 0,22 m), Ped. angulatio, 10° ? . Ecartement, 0,05 m. La démarche se fait donc d'une manière rectiligne (autant que l'on puisse en juger).

Plésiotype : Certaines des pistes du Stormberg, en particulier Moltenotetrapodiscus vetus, de la zone A/2.

Derivatio nominis et discussion : En hommage à Jean Fabre qui, à plusieurs reprises, est venu nous prêter main forte au Lesotho (Flore, sédimentologie, etc). Des genres de pistes mineures telles que Tikoepentapodiscus doivent être bien plus fréquentes dans les niveaux du Beaufort inférieur et moyen où abondent des Pré-mammaliens si divers. L'étude ichnologique de cet étage attachant ne fait que commencer. Si le pied figuré se révélait être un pied droit et non un gauche, il évoquerait de près Synaptichnium ou même Brachychirotherium (Haubold p. 53, Demathieu 1970 p. 120), et serait alors fort comparable à l'empreinte d'un Thécodonte Pseudosuchien tel que Euparkeria auquel le squelette du pied correspond bien (Formule phalangienne 2-3-4-5-4). On pourrait lui comparer Synaptichnium motutongense du Stormberg supérieur.

LES PISTES DE VERTÉBRÉS DU STORMBERG INFÉRIEUR
("TRIAS SUPÉRIEUR" : "KEUPER" ?)

Les premières zones du Stormberg Inférieur ont fourni relativement peu de traces ; peut-être faut-il impliquer la nature du faciès ou de l'environnement.

Dès la zone A/3 leur nombre s'accroît considérablement ainsi que leur variété, pour décliner à nouveau lors de la zone A/5.

D'emblée nous constatons la présence simultanée de tridactyles (bipèdes) et de pentadactyles (quadrupèdes au moins épisodiquement). Les tétradactyles semblent rares dans les débuts du Stormberg (un seul type découvert). La flore est, elle-même, relativement pauvre, avec une prédominance de conifères (Dadoxylon). Ce n'est que lors de la zone A/3 que la flore paraîtra redevenir exubérante (18 espèces de fougères à Morija dans cette zone aux côtés d'une vingtaine d'autres espèces végétales) -

Au même moment, dans ce milieu du Moiteno que tous les ouvrages ou travaux paléontologiques s'étaient accordés jusqu'à présent à désigner comme azoïque, dépourvu de faune, (hormis le seul Cynidiognathus longiceps, lui-même contesté), l'ichnologie nous montre au contraire une vie animale se développant dans des proportions surprenantes au long des zones successives. On y constatera bientôt la prédominance, inattendue et à peu près totale, des Reptiles "Sauropsidés" (Lepidosauria et Archosauria, dont les "Dinosauriens" Saurischiens et Ornithischiens) sur les anciens "Thérapsidés" (et leurs Synapsida ou "Pré-mammaliens", Pélycosauriens et Thérapsidés). - Dès le début, dès l'extrême base du Stormberg, dans cette biosphère peut-être ingrate, à coup sûr changeante, on aperçoit l'annonce de la montée en flèche des Dinosauriens qui envahiront le milieu jusqu'à la fin du Stormberg inférieur (Keuper moyen ?)

I. - Zone A/1

La zone A/4 (Molteno Inférieur A) se remarque à ses argilites vertes et bariolées. Les restes de flore et de faune osseuse y sont rares.

A. - LES TRIDACTYLES.

Genre Senqutrisauropus nov. gen.

Le type de ce genre comprend une ou deux petites empreintes tridactyles en creux à la surface d'une dalle basale à Morobong. Le nom générique peut signifier "pied dinosaurien tridactyle de la rivière Senqu (le nom paléolithique du Fleuve Orange avec un claquement de langue à la 2e syllabe). Diagnose ci-dessous. L'éventail très ouvert des 3 doigts II-III-IV semble s'articuler sur des métatarses très resserrés.

Senqutrisauropus priscus nov. sp. (Fig. 4)

Holotype : Dalle de grès verdâtre ancien in situ, à stratification entrecroisée et restes de bois fossile à Morobong.

L'hypodigme y comprend une piste incomplète, mal définie : un pied (gauche) est net. Un autre pied semble avoir glissé. En association avec l'espèce Pentasauropus morobongensis (voir plus bas).

Diagnose : Ce petit pied tridactyle a les doigts effilés, pointus (griffus), très écartés (divarication II-IV = 85°), fusiformes (coussinets de phalanges sans discontinuité, avec un appui supplémentaire à l'arrière du doigt IV (ou III).

- PES : Longueur du pied, 102 mm (du doigt I, ? mm ; de II, 50 mm ; de III, 75 mm ; de IV, 70 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 48 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 107 mm. Divarication totale II-IV, 85° (II-III, 45° ; III-IV, 40°). Les coussinets de phalanges sont indistincts et forment des sortes de pulpes digitales unies incurvées (III et IV) ou brève (II). L'arrière du pied n'a pas touché le sol. Le "talon" est pratiquement absent hormis le léger appui des métapodes dont nous avons parlé à l'arrière de l'articulation du doigt IV ou III (?).
- MANUS : La main n'est pas visible.
- PISTE : Enjambée, Ped. angulatio, écartement, ne sont pas nets ; la démarche semble être oscillante (dandinement).

Plésiotype : (recherche en cours).

Derivatio nominis et discussion : Ce type, à la suite de Trichristolopus, est le plus ancien tridactyle actuellement connu pour le Karroo (d'où le nom d'espèce "priscus"). Il diffère de ses successeurs d'Afrique du Sud. Il diffère également des tridactyles archaïques décrits par G. Demathieu, qui penche pour

l'existence dès avant le Trias Moyen d'un groupe qui aurait produit dès cet âge des Pseudosuchiens très avancés dans la réduction des doigts- peut-être même déjà des Coelurosauriens (Demathieu 1967, p. 185 - Voir Qemetrisauropus princeps de la zone A/3). L'allure est celle de Carnosauriens.

B. - LES PENTADACTYLES.

Genre P e n t a s a u r o p u s nov. gen.

Le type de ce genre de pentadactyles digitigrades semi-bipèdes si particulier sera décrit plus bas. Ichnologiquement parlant on a ici la première apparition évolutive d'un genre vraiment étrange dont on verra les espèces grandir dans les zones ultérieures (la diagnose du genre est donnée avant P. motle- joi, n° 39, zone A/3 - Voyez aussi A/4).

Pentasauropus morobongensis nov. sp. (Fig. 5)

Syntypes : Dalle de grès verdâtre in situ à la base de la coupe du Molteno à Morobong.

L'hypodigme y consiste en 1 piste complète assez bien définie comprenant 3 ou 4 couples pes-manus (le 4ème est pauvrement conservé) en association avec Senqutrisauropus priscus.

Diagnose : Les empreintes pentadactyles du pied formant des arcs de cercle réguliers tournés un peu vers l'intérieur de la piste, se superposent partiellement aux empreintes pentadactyles de la main en arcs de cercle réguliers légèrement tournés vers l'extérieur de la piste. Ce digitigraden'a pas laissé la marque de ses phalanges ni de la sole plantaire (plantes ou paumes). Les extrémités des doigts paraissent plutôt porter des ongles, bien arrondis, que des griffes.

- PES : Longueur du pied, 200 mm ? (du doigt I, 100 mm ? ; de II, 120 mm ? ; de III, 150 mm ? ; de IV, 150 mm ? ; de V, 130 mm ? ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, néant). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 210 mm. Divarication totale I-V, 50° ?° (II-III, ?° ; III-IV, ?°). Les coussinets de phalanges sont invisibles ainsi que toute trace pulpeuse des doigts. L'arrière du pied a "plané" au-dessus du sol. Le "talon" n'a pas laissé de trace pour aucun des pas. L'animal semble parfaitement digitigrade ou mieux onguligrade aussi bien du train avant que du train arrière.
- MANUS : Longueur de la main, 210 mm ? ; Projection de III en avant du bout des doigts latéraux, nulle. Largeur de la main entre I et V : 220 mm. Divarication totale I-V : 50° ?°. La main ressemble au pied,

mais est tournée un peu différemment vers l'extérieur de la piste (valgus).

- PISTE : Enjambée, 0,44 m à 0,48 m (Pas = 0,22 m à 0,24 m), Ped. angulatio, 50°, Manus angulatio, 40°. Ecartement postérieur 0,40 m. Ecartement antérieur 0,30 m. La démarche semble être lente et faite par un animal au corps peu élané.

Plésiotype : Voir toutes les autres espèces du genre dans les zones ultérieures.

Derivatio nominis et discussion : en évocation du site géographique de cette dalle de Morobong, à 100 m sous la limite Molteno-Red Beds, sur les rives du fleuve Orange.

II. - Zone A/2 .

La zone A/2 (Molteno Inférieur B) aux marnes versicolores devenant par place rougeâtres, avec des bancs de grès subaqueux verdâtre et un banc à os roulés et ferruginisés et galets transportés, - nous a fourni essentiellement des reptiles bipèdes et tridactyles.

A. - LES TRIDACTYLES .

Genre Q e m e t r i s a u r o p u s nov. gen.

Nous groupons au sein de ce genre nouveau plusieurs types de pistes appartenant à des bipèdes tridactyles de taille moyenne à grande, tous de l'époque du Molteno Inférieur. Leur démarche est rectiligne ; ils se caractérisent par leur sole pédieuse quasi-symétrique courte et arrondie à l'arrière par suite d'un raccourcissement du IVème doigt dont les 4 phalanges télescopées dessinent un arc de cercle à la convexité tournée vers l'arrière externe du pied la corde faisant un angle de 35° avec l'axe du déplacement ; les phalanges du doigt médian forment de leur côté un arc de cercle régulier à la convexité tournée vers l'extérieur de la piste, légèrement à l'arrière, la corde faisant un angle de 6° avec l'axe du déplacement. - Le IIème doigt se montre fort renflé et étalé avec une convexité vers l'intérieur de la piste.

Ces trois doigts forment un éventail bien ouvert sur l'articulation nettement moins large des métatarsiens qui paraissent ainsi resserrés entre eux.

Le nom générique se réfère à la découverte à Qeme par Fr. Ellenberger de ce type de dinosaure tridactyle archaïque.

Qemetrisauropus princeps nov. sp. (Fig. 6)

Syntypes : Dalle de grès verdâtre à stratifications entrecroisées, située dans la plaine inférieure de Qeme.

L'hypodigme y comprend 5 pistes complètes identiques, bien définies en association avec une piste plus petite ($\times \frac{2}{3}$) qui pourrait être un juvénile (même forme du pied). Aucune autre faune ne nous y a paru accompagner ce type (biocénose réduite).

Diagnose : Nous donnons pour ce tridactyle, comme indice de référence, les mesures de l'extension maxima visible des coussinets des phalanges, en essayant d'approcher la longueur réelle de chaque doigt.

- PES : Longueur du pied, 350 mm (du doigt II, 180 mm ; de III, 230 mm + ; de IV, 230 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 150 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 250 à 260 mm. Divarication totale II-IV, 50° (II-III, 23° ; III-IV, 27°). Les coussinets de phalanges sont larges et profonds à l'avant du pied. L'arrière du pied est arrondi formant un court "talon" (métatarses III et II (?)) situé sur l'axe médian du pied à l'arrière. Le doigt II est, chez cette espèce, particulièrement étalé et arrondi vers le bord interne du pied. Les 3 griffes apparaissent petites mais aigües.
- MANUS : La main est inconnue.
- PISTE : Enjambée, 2,64 m à 3,00 m (Pas = 1,32 m à 1,50 m), Ped. angulatio, 4-5°. Ecartement, 0,08 à 0,10 m : la démarche se fait donc d'une façon presque rectiligne sur une piste particulièrement étroite, révélant chez son auteur un animal très haut sur pattes, élancé et parfaitement adapté à son milieu qui, au Stormberg basal à flore de Conifères, paraît assez sec.

Plésiotype : On a une espèce analogue à Thabana-Boroko dans la même zone.

Derivatio nominis et discussion : en évocation de la démarche distinguée et comme princièrre de ce premier grand tridactyle. Cet animal souple et lesté fait penser en ce Trias Moyen à Supérieur à l'allure des Carnosauriens de la fin du Molteno et de plus tard, dont il semble avoir aussi les métatarsiens courts et puissants ou ramassés. Au Stormberg supérieur dont le climat paraîtra à nouveau sec (flore xérophile), on aura peut être par une branche évolutive différente un type d'animaux assez analogues. Peut être par convergence, cette démarche spéciale se perpétuera on le sait jusqu'aux grands Carnosauriens du Jurassique et du Crétacé. L'origine de ces tridactyles déjà si spécialisés ne saurait être cherchée au Trias Moyen. Il faut remonter en fait pour leur phylogénie au moins au Trias Inférieur et peut-être avant. Nous conférerions volontiers à ces animaux du Trias l'appellation de "Trisauropodiens".

Qemetrisauropus minor nov. sp. (Fig. 7)

Syntypes : Dalle de grès verdâtre lisse sur des stratifications entrecroisées au lieu dit Thabana-Boroko (Maphutseng).

L'hypodigme y comprend 4 à 5 pistes incomplètes, identiques. En co-existence (biocénose probable) avec 4 autres types inédits de la faune du Molteno Inférieur.

Diagnose : L'aspect général est le même que pour Q. princeps, mais en plus petit. Le pied, réduit, est en même temps de forme plus oblongue. Les 3 doigts sont plus resserrés, formant une sole pédieuse allongée, tout en conservant une cambrure typique.

- PES : Longueur du pied, 240 mm (du doigt de II, 120 mm ; de III, 140 mm ; de IV, 130 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 90 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 142 mm. Divarication totale II-IV, 41° (II-III, 20° ; III-IV, 21°). Les coussinets de phalanges sont assez nets, les doigts III et IV arqués, le doigt II large et renflé vers l'intérieur de la piste. L'arrière du pied se termine en pointe. Le "talon ou en tous cas son amorce se situe sur l'axe médian du pied et révèle l'articulation particulière à ce genre des métatarses (III et IV ?) avec leurs doigts correspondants. La formule phalangienne est (?) - 2-3-4 - (?).
- MANUS : La main est inconnue.
- PISTE : Enjambée, 2,80 m (Pas = 1,40 m, Ped. angulatio, 4° environ. Écartement, 0,10 m : la démarche apparaît pratiquement rectiligne.

Plésiotype : Le juvénile de Qeme ne peut être confondu avec cette espèce mineure de Thabana-Boroko.

Derivatio nominis et discussion : "minor" signifie "moindre ou inférieur". Il semble que cette espèce soit particulièrement leste et rapide. Son enjambée légère, qui égale celle du gros Q. princeps, en fait un coureur encore plus adapté que lui peut-être au cadre de vie qui a prévalu au début du Molteno, - une écologie encore bien mal connue à la flore relativement xérophile.

Genre Anatrisauropus nov. gen.

Ce genre très particulier de tridactyles bipèdes a pour caractéristique l'élongation du IIe doigt qui se place en parallèle avec le doigt médian et se jointe à lui en une seule sole pédieuse (partie du pied). Au contraire le doigt IV, allongé lui aussi, diverge considérablement des deux autres, ainsi que l'"ongle" qu'il porte (vers la partie externe du pied). On discerne sur le

bord interne un bourrelet supplémentaire qui pourrait être l'amorce du doigt I (qui ne s'est pas appuyé au sol). Les 3 doigts forment ainsi un éventail très irrégulier, à la suite de leurs métatarses groupés en un faisceau resserré.

Anatrisauropus rappelle un peu génériquement Apatichnus de Lull (p. 83s), mais en plus grand ; il s'en distingue aussi par l'épaississement de la sole pédieuse et l'orientation presque rétrograde de ses griffes latérales d'où le nom générique "ana" pour ce tridactyle aux griffes tendant à revenir vers l'arrière.

Lull fait de son Apatichnus un Anomoepodidé possible. Ce ne pourrait en être ici qu'une forme ancestrale, bien lointaine.

Anatrisauropus ginsburgi nov. sp. (Fig. 8 A)

Syntypes : Dalle de grès de Thabana-Boroko à Maphutseng.

L'hypodigme y comprend 3 pistes incomplètes aux côtés de la faune variée de cette dalle.

Diagnose : Aux données génériques exposées ci-dessus, A. ginsburgi se caractérise en plus par les données suivantes :

- PES : Longueur du pied, 220 mm (du doigt I, ? mm ; de II, 110 mm environ ; de III, 130 mm ; de IV, 150 mm avec le bourrelet d'articulation des métapodes ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 80 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 175 mm. Divarication totale II-IV, 63° (II-III, 15° ; III-IV, 48°). Les coussinets de phalanges sont difficiles à percevoir dans la sole pédieuse élee. L'arrière du pied montre un petit "talon" écourté semblant résulter de la marque au sol des articulations fort rapprochées les unes des autres des métapodes II et surtout III et IV. Les ongles de II et IV forment entre eux un angle de divarication atteignant 160°.
- MANUS : La main est inconnue, l'animal étant bipède.
- PISTE : Enjambée, 2,48 m ou (Pas = 1,24 m), Ped angulatio, 5° à 10°. Ecartement, 0,15 m ? : la démarche paraît assez rectiligne.

Plésiotype : On peut comparer avec les espèces du Sud-Ouest Africain et de France, nettement différentes.

Derivatio nominis et discussion : en hommage à Léonard Ginsburg que nous remercions d'avoir consacré bien des jours et bien des forces à la paléontologie du Lesotho. - A. hereroensis est décrit ci-dessous. Nous décrivons séparément la forme géante A. camisardi du Keuper de Corbès (France).

Anatrisauropus hereroensis nov. sp. (Fig. 8^B)

Syntypes : Dalles de grès "faciès Stormberg" du Sud-Ouest-Africain à Okahia, Kalkveld, au lieu dit Otjihaenamaparera (En langue de l'Age du Fer : "le lieu des grandes traces de pas"). Zone inconnue.

L'hypodigme y comprend plusieurs pistes complètes bien définies, dont l'une a été en partie moulée par P. Buys (5.5.1967) et que nous avons aimablement montré le Curateur au Musée de Windhoek auquel nous adressons nos remerciements. Nous citons ici en complément d'information cette espèce nouvelle à la conservation magnifique, sous réserve d'une plus ample étude ultérieure.

Diagnose : La diagnose faite sur les plâtres (moulages au "latex") nous révèle la partie avant du pied presque identique à A. ginsburgi, sauf que les ongles pointus II et IV y divergent à presque 180° au lieu de 160°. L'arrière est différent.

- PES : Longueur du pied, 250 mm (du doigt I, ? mm ; de II, 120 mm ; de III, 130 mm ; de IV, 160 mm (avec le bourrelet d'articulation des métapodes) ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 100 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 200 mm. Divarication totale II-IV, 75° (II-III, 14° ; III-IV, 61°). Les coussinets de phalanges sont épais et inégaux au sein de la sole pédieuse. L'arrière du pied est fortement marqué avec le "talon" particulièrement enfoncé et développé. Il en va de même pour le renflement latéral interne de la sole pédieuse qui indique le point de départ probable du pouce (doigt I).
- MANUS : La main est inconnue.
- PISTE : A préciser sur les dalles d'Okahia.

Plésiotype : ? - Ces empreintes ou des empreintes analogues ont été jadis mentionnées par Dutoit p. 331 ("large saurischian footprints of triassic type") mais elles n'ont jamais été étudiées systématiquement.

Derivatio nominis et discussion : En hommage à la terre Herero, à sa nation et à ses amis. Il est intéressant de trouver pour la première fois des fossiles vraiment déterminables dans ce "Stormberg" du Sud-Ouest-Africain aux niveaux paléontologiques et à la stratigraphie mal connue. - A. camisardi du Keuper s. str. de Corbès est assez semblable mais est beaucoup plus grand, avec la IVe griffe non déjetée vers l'extérieur, mais avec une similaire extension du "talon" et une semblable amorce du doigt I vers le bord interne de la sole pédieuse.

Genre Pseudotrisauropus nov. gen.

Ce genre de tridactyle, - bipède, qui se perpétuera avec accroissement des dimensions dans les zones ultérieures A/3 et A/4, se fait remarquer par le non allongement à caractère primitif du doigt médian III. Ce peut être une rétrogradation, la conservation d'un caractère archaïque, - ou une convergence évolutive avec certains représentants de la faune d'alors (les animaux à doigts courts proliféreraient dans les niveaux paléontologiques subséquents). Le poids du pied porte sur le doigt IV qui présente une apparence incurvée un peu comme un "2" très court. Les 2 dernières phalanges de ce doigt se mettent en situation parallèle avec les doigts III et II. Les 3 doigts forment de ce fait une sorte de carré dont le sommet manque à droite et à gauche, et dont la base présente une large articulation avec les métapodes. L'éventail fermé, mais élargi à la base, des 3 doigts, s'articule d'une façon quasi rectiligne sur l'éventail relativement ouvert des métapodes. Cette construction particulière du pied semble inférer l'existence des doigts I et V (que l'on découvre du reste dans certaines espèces du genre) ; d'où le nom générique "pseudo" - trisauropus : pied dinosaurien qui n'est pas vraiment à trois doigts.

Si les doigts sont allongés et fins et relativement libres les uns par rapport aux autres, ils n'en sont pas moins reliés par une palme parfois.

Chez Psilotrisauropus (N° 49^A) que nous avons jugé bon de séparer de ce genre, on constate une conservation accrue des caractères primitifs ou archaïques.

Pseudotrisauropus humilis nov. sp. (Fig. 9)

Syntypes : Dalle de grès de Thabana-Boroko à Maphutseng.

L'hypodigme y comprend 2 pistes incomplètes, plus une trace isolée, en association avec la faune variée de cette zone (Qemetrisauropus, Anatrisauropus, Moltenotetrapodiscus).

Diagnose : C'est un animal relativement modeste en dimension. Aux caractères génériques énoncés plus haut, la spécificité se manifeste comme suit :

- PES : Longueur du pied, 120 mm (du doigt II, 65 mm ; de III, 75 mm ; de IV, 110 mm avec les coussinets des métapodes) ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 43 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 110 mm. Divarication totale II-IV, 37° (II-III, 26° ; III-IV, 11° mais l'ongle diverge bien plus. Les coussinets de phalanges révèlent des doigts allongés et fins à la pulpe digitale continue. Les doigts sont bien séparés les uns des autres. Le doigt V paraît perceptible. L'arrière du pied est de forme quadrangulaire. Le "talon" est très écourté et les articulations des 3 doigts avec leurs métatarses correspondants se trouvent alignés sur une droite perpendiculaire à l'axe de la marche. Les ongles des doigts II-III-IV s'inscrivent sur un angle droit si l'on prend III pour sommet.

- MANUS : La main n'a pas touché le sol.
- PISTE : Enjambée, 1,00 m. (Pas = 0,50 m ?), Pes angulation, 10° ?. Ecartement, faible : la démarche se fait donc comme celle d'un bipède adapté à cette démarche.

Plésiotype : (Recherche en cours).

Derivatio nominis et discussion : en dépit de sa trace "méprisable" ou "peu profonde" (humilis), cet animal pose des problèmes intéressants. Il pourrait évoquer certains Ornithischiens. Il pourrait perpétuer la ligne d'un Brachychirotherium devenu digitigrade par allègement de la marche (cf. Haubold p. 17 ; d'après G. Demathieu). En fait en comparant l'ensemble des espèces de ce genre à Psilotrisauropus (Fig. 49 A), on entrevoit ce qu'aurait pu représenter aux âges révolus la naissance des Saurischiens vrais tridactyles, aux dépens d'une pentadactylie non fonctionnelle. - Pseudotrisauropus représenterait ainsi la survivance d'un stade ancestral.

Pseudotrisauropus minusculus nov. sp. (Fig. 10^A)

Syntypes : Dalle de grès de Thabana-Boroko à Maphutseng.

L'hypodigme y comprend une piste incomplète en association avec la faune variée de cette dalle.

Diagnose : Pied très réduit en dimension ; le "bas" de la 1ère phalange du doigt IV et le coussinet articulaire en forme de "L" se devinent plus qu'ils ne se voient (partie proximale des 3 doigts).

- PES : Longueur du pied, 73 mm (du doigt I, ? mm ; de II, 35 mm ; de III, 65 mm ; de IV, 48 + mm ; de V, ? ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 26 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 62 mm. Divarication totale II-IV, 34° (II-III, 26° ; III-IV, 8°). Les coussinets de phalanges sont faiblement marqués (Formule : ?- 2-3-4-? . L'arrière du pied est quadrangulaire d'apparence. Le "talon" ne s'est point imprimé au sol. Les 3 doigts, sont relativement parallèles mais écartés. L'ongle du doigt II pointe vers l'intérieur. En prenant l'ongle du IIIème doigt pour sommet, le IIème et le IVème ongle s'inscrivent sur un angle droit.
- MANUS : La main n'a pas touché le sol, l'animal étant bipède.
- PISTE : Enjambée, 0,60 m (Pas : 0,30 m), Ped angulatio, 5° à 10° (?). Ecartement, faible : la démarche se fait donc d'une manière relativement rectiligne.

Plésiotype : (Recherche en cours).

Derivatio nominis et discussion : "minusculus" signifie pour l'agronome Caton (M. Porcius Cato) "un peu plus petit" (de même plus tard pour Cicéron). En fait cet animal probablement lui aussi un dinosaurien bipède, en tous cas tridactyle à allure primitive, de devait pas dépasser en longueur totale 80 à 90 centimètres (en prenant sa longueur comme valant de 12 à 15 fois la longueur de son pied). Il pouvait atteindre 30 à 40 centimètres de hauteur. Était-il un "dinosaurien" vrai, au sens propre du terme ? ou bien devrait-on imaginer un stade archaïque "proto-dinosaurien" pour ce genre et ses espèces ? Seule la découverte de restes osseux bien conservés permettrait d'y voir clair. En tous cas l'évolution des Reptiles au Trias - et spécialement en cette suite du Beaufort - semble poser plus d'un problème.

B. - LES TÉTRADACTYLES.

Genre Pseudotetrasauropus nov. gen.

Au Molteno moyen se développent les groupes de tétradactyles ou de pentadactyles imposants, dont les espèces vont se multiplier et atteindre des proportions grandioses. Au sein d'une pareille panoplie - ou d'un tel buissonnement évolutif - il aurait pu paraître logique, vues leur dimension et leur corpulence, que ces animaux aient renoncé à la bipédie. Il semble que ce soit le contraire et que la règle générale chez eux soit la bipédie la plus gauche (Genre Pseudotetrasauropus). Pour certains, en plus petit nombre, la tétrapodie est plus qu'occasionnelle (Genre Tetrasauropus). Il semble même que la tétrapodie soit le moyen de progression exclusif pour un groupe majeur (Genre Sauropodopus et ses successeurs). - Il ne paraît pas impossible de penser que ces trois genres et leurs parents proches des zones A/3 et A/4 ne forment une famille peut-être de même origine plus ou moins lointaine ?

Le genre Pseudotetrasauropus, bien défini, et qui verra se multiplier ses espèces lors des zones A/3 et A/4, caractérise des animaux lourds progressant en bipédie constante et imparfaitement "artiodactyles". Les quatre doigts I-II-III-IV dessinent un éventail assez ouvert, à l'avant de l'éventail un tant soit peu plus fermé de leurs métatarsiens. A la différence de Protosauropodopus, au pied d'éléphant construit d'une manière symétrique, Pseudotetrasauropus a des doigts un peu dissymétriques à l'avant du pied : le doigt III y dépasse, le doigt II, comme, un peu en retrait, le doigt IV y dépasse nettement le doigt I. Le doigt I se révèle de son côté mobile latéralement par rapport aux trois autres. Si ces trois autres doigts paraissent relativement indépendants, il n'en apparaissent pas moins pourtant reliés, en général jusqu'à l'avant-dernière phalange, par une sole pédieuse souple qui peut être une simple membrane. Les coussinets de phalanges y demeurent visibles ; ils peuvent correspondre aux "articulations" plus qu'aux "phalanges" chez certains types ; la formule phalangienne paraît être : (1) -2-3-3-? . Les doigts portent des ongles qui ont l'allure de griffes émoussées. - La sole pédieuse modérément marquée est nettement plus

enfoncée à la partie arrière externe du pied. Le "talon" de ce plantigrade permet d'évaluer la nature et l'emplacement des métatarses comme aussi leur divarication éventuelle.

Nos fouilles de Maphutseng nous ont permis de retrouver des animaux au pied construit de cette sorte dans la zone A/4. Toutes ces découvertes sont aujourd'hui à l'étude (Euskélosauridés, etc).

Pseudotetrasauropus curtus nov. sp. (Fig. 10^B)

Syntypes : Dalle de grès de Thabana-Boroko à Maphutseng.

L'hypodigme y comprend une piste incomplète, mal définie (un pas est bien visible : "pes" gauche d'après la concavité du talon au bord droit) ; en association avec la faune de la même dalle.

Diagnose : Bien que les éléments de sa véritable détermination paraissent peu satisfaisants, nous signalons pour mémoire l'apparition de ce tétradactyle archaïque à la sole pédieuse écourtée, mais bien marquée.

- PES : Longueur du pied, 180 + mm (du doigt I, 85 ? mm ; de II, 90 mm ; de III, 80 mm ; de IV, 70 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 10 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 175 mm. Divarication totale II-IV, 30 à 40° ? . Les coussinets de phalanges sont englobés dans la sole pédieuse, mais on peut assez bien apprécier l'articulation des doigts avec leurs métatarses correspondants. L'arrière du pied est curviligne. Le "talon" est court et paraît présenter chez ce type un raccourcissement assez net des métatarses. Les griffes en apparence assez aigües sont orientées vers la partie externe avant du pied, caractère qui paraît exceptionnel et spécifique (voyez aussi Fig. 33).
- MANUS : La main ne nous est pas apparue ; cet animal paraît être bipède.
- PISTE : L'enjambée est mal connue ; la démarche ne l'est pas davantage.

Plésiotype : On peut comparer cette espèce avec P. acutunguis de la zone A/3 (N° 33).

Derivatio nominis et discussion : Cet animal a les 4 doigts plus ramassés que chez P. acutunguis. Il montre à l'arrière du pied un "talon" relativement très court (d'où l'appellation). - Il s'agit selon toute apparence de l'apparition de l'un des bipèdes que l'on verra foisonner dans les zones ultérieures. Mais un dégagement de la dalle serait indispensable à l'établissement d'une meilleure diagnose.

Il semble aussi que les traces inédites de la rivière Tsoaing (Dor-nan 1907 et 1908), dont nous avons revu quelques spécimens, puissent se rattacher

à une espèce au moins très voisine (Recherches en cours).

C. - DIVERS.

Genre Moltenotetrapodiscus nov. gen.

Le petit animal tétradactyle et quadrupède que nous plaçons sous ce nouveau genre, semble annoncer la floraison des "proto-mammaliens" et leurs alliés, que l'on verra "jaillir" de toutes parts au Stormberg Supérieur (Voyez le N° 116 : Molapopentapodiscus entre autres). Il paraît avoir l'avant-train plus pesant que l'arrière-train. Ses doigts régulièrement écartés, un peu cambrés vers l'intérieur de la piste, sont pourvus de griffes proéminentes et crochues dont la pointe a touché le sol à l'avant des doigts. Le Ve doigt, s'il existe, n'a pas marqué le sol. Si ce genre paraît un peu dans la ligne de l'ancien Tikopentapodiscus(?), il semble d'autre part à son tour inférer la présence probable de proto-mammaliens archaïques dès le début du Molteno (Keuper Inférieur à moyen...), d'où le nom générique ("Petit pied tétradactyle du Molteno").

Moltenotetrapodiscus vetus nov. sp. (Fig. 11)

Syntypes : Dalle de grès de Thabana-Boroko à Maphutseng.

L'hypodigme y comprend une piste complète définie passablement avec 2 couples pes-manus successifs (et un autre pas), en association avec la faune de la dalle.

Diagnose : L'avant des doigts seuls, aux phalanges et aux griffes bien distinctes, a marqué le sol, et pas la sole pédieuse. L'emplacement respectif des pieds et des mains fait entrevoir une possible marche au trot.

- PES : Longueur du pied, 30 (50 ? mm) (du doigt I, ? mm ; de II, 20 mm ; de III, 20 mm ; de IV, 22 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux II et IV, 6 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux 32 mm (entre I et V, 50 mm ?). Divarication totale II-IV, 30°. Les coussinets de phalanges sont visibles pour les derniers d'entre eux. L'arrière du pied montre une absence de rôle plantaire. - La formule phalangienne semble être 2-3-3-3-? .
- MANUS : Longueur de la main, 20 ? mm (du doigt I, (griffe), 10 mm ; de II, 15 mm ; de III, 15 mm ; de IV, (griffe) 10 mm ; de V, ? mm : projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 2 mm. Largeur de la main entre II et IV, 28 mm (entre I et V, 32 mm ?). Divarication totale

II - IV : 30° ? . Pas de marque de paume .

- PISTE : Enjambée, 0,35 m (Pas = 0,175 m), Ped angulatio, 5 à 10°. Manus angulatio : (id ?). Ecartement, 20 ? mm : la démarche paraît rapide et rectiligne (voir plus haut). Il semble exclu de supposer l'inversion du couple pes-manus (cf. Haubold, p. 6-7).

Plésiotype : (Néant).

Derivatio nominis et discussion : nommé ainsi ("vetus") parce que cet animal fait figure de vétéran parmi les proto-mammaliens du Stormberg (qu'il pourrait éventuellement annoncer). On ne peut qu'espérer découvrir ses restes osseux dans les mêmes assises.

Genre Di Jacquesopus nov. gen.

Ce genre très spécifique est décrit en détail dans une note spéciale, en préparation. Il peut s'agir d'un quadrupède à la démarche lente (ses pas courts contrastent avec le grand écartement de la piste). Les pieds comme les mains portent deux griffes prédominantes d'où le nom générique Di-jacquesopus. Nous le dédions au Dr et à Mme A. Jaques, ses inventeurs. L'étude fine de la structure du pied et de la main révèle l'existence à peu près certaine de 5 doigts. - Ce genre est à comparer au genre Episcopopus du Stormberg Supérieur (N° 70).

Di Jacquesopus obliquus nov. sp. (Fig. 12)

Syntypes : Dalle de grès des rives de la rivière Mohokare (alias Caledon), à Maseru. Molteno Inférieur à Moyen.

L'hypodigme y comprend une piste complète, bien définie, de 18 traces (+ 1) réparties en 9 couples pes-manus successifs, la trace de la main apparaît fort à l'avant du pied à chaque pas; en association avec la faune inédite du même niveau à Maseru (dent conique, os, etc).

Diagnose : L'avant des doigts est pourvu de longues griffes dont 2 (exceptionnellement 3) ont labouré le sol obliquement vers l'intérieur de l'avant à l'arrière. La piste est tournante. Les couples pes-manus gauches sont dissymétriques par rapport aux couples droits. La sole pédieuse n'a pas marqué le sol (?) (un bourrelet positif se trouve à cet emplacement).

- PES : Longueur du pied, 70 mm (du doigt I, 35 mm ; de II, 60 mm ; de III, 50 mm ; de IV, 40 mm ; de V, (25 ? mm) ; projection de II en avant du bout des doigts latéraux I et IV, 25 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux I et IV, 60 mm. Divarication total I-IV, 0° à 10°. Les doigts I à IV sont parallèles. Les coussinets de phalanges sont mal visibles ainsi que la sole pédieuse, surtout à l'arrière du pied. Le "talon" n'a pas laissé de trace. Il paraît impossible de reconstituer la formule phalangienne de cet animal.
- MANUS : Longueur de la main, 60 mm (du doigt I, 30 mm ; de II, 45 mm ; de III, 45 mm ; de IV, 35 mm ; de V, (20 ? mm) : projection de II en avant du bout des doigts latéraux, 15 mm. Largeur de la main entre I et IV : 55 mm. Divarication totale I - IV : 10° à 15° ? .
- PISTE : Enjambée, 0,40 m (Pas = 0,20 m), Ped. angulatio, 50° (de 47° à 53°). Manus angulatio : 49°. Ecartement, 0,48 : la démarche est très particulière. Il n'y a pas au sol de marque visible du ventre ou de la queue. Cet animal semble fort surbaissé.

Plésiotype : (Voir ci-dessous)

Derivatio nominis et discussion : L'auteur de la piste semble contourner une plage, les membres gauches marchant sur un sol plus ferme que les membres droits. - Cette démarche évoque celle de Episcopopus de la zone B/1 (N° 70). On peut comparer avec Tetrapodichnus pachypodus (Haubold p. 104). Peut être s'agit-il d'un Crocodilien primitif ou d'un "Chélonien" archaïque ?

III. - Zone A/3.

La zone A/3 (Molteno Supérieur A) aux argilites bigarrées souvent vertes ou rosées (avec faune inédite), tables de "grits" et grès miroitants à forts courants, se caractérise par ses lentilles d'argilites noirâtre à flore abondante. On y remarque aussi un banc de galets T.M.S. non ferrugineux. Il semble que l'exubération de la flore ait favorisé les gros herbivores (voir plus bas). Mais les tridactyles bipèdes de leur côté paraissent tirer avantage de cet écosystème, car c'est au moins quatre ichno-genres que l'on voit déambuler à travers les "marécages", dès le début de la zone. Nous commencerons par eux, tridactyles lestes, à la voie étroite, et tridactyles lents oscillant, comme aussi le monde mineur des "faux tridactyles" aux trois doigts médians presque égaux. Ajoutons que c'est dans cette zone que nous avons pu mettre la main sur le Cynodontes Scalenodontoides macrodontes, et sur des os divers de Mélanorosauridés géants (à Morobong). C'est également un niveau riche en insectes (Cupedidae, Carabidae, Silphidae et Blattoidea). Flore à Dicroidium odontopteroides, Taeniopteris, Dictyophyllum.

A. - LES TRIDACTYLES.

Genre Prototrissauropus nov. gen.

Les tridactyles que nous groupons dans ce genre ont le pied leste, construit sur un modèle allongé et relativement étroit. Les coussinets des deux phalanges du IIème doigt sont amples. Le IIIe doigt, projeté bien à l'avant du pied, montre ses 3 phalanges disposées en un arc de cercle dont la corde correspond à l'axe de la marche, - à la différence de Qemetrisauropus. Mais c'est le IVème doigt qui est plus caractéristique encore avec ses 4 phalanges sur une ligne incurvée, comme pour Q., mais prenant leur point de départ bien plus à l'arrière du pied, lui donnant de ce fait une sorte de faux talon typique. Cet arrière pied témoigne chez ce genre de l'importance de l'articulation du IVème (et sans doute aussi du IIIème) métatarse. L'éventail peu ouvert des 3 doigts s'articule sur l'éventail encore plus fermé des 3 métatarses, ce qui fait de cet animal un digitigrade avancé, aux os allongés comme le seront plus tard Ornithomimus ou Struthiomimus chez les Coelurosauriens (Théropodes).

On peut comparer, pour la courbe en arc de cercle du doigt médian, avec le futur Neotrissauropus du Stormberg supérieur : ce dernier connaîtra néanmoins un raccourcissement des os du pied (Fig. 104 A-B). Dans un ordre différent on peut aussi comparer P. avec Kainotrissauropus (Fig. 121) dont le doigt IV n'a plus la même cambrure. Il en ira de même pour les petits "Grallator" de Lapparent (Hettangien du Veillon (France)). - Quant à Deuterotrissauropus de la zone A/4 (encore typique du Molteno sommital), ou du Keuper s. stricto de Corbès (France), il possèdera des doigts droits, sans cambrure. - Anchisauripus préférera s'appuyer sur l'extrémité du doigt I tourné vers l'arrière du pied, plutôt que sur son arrière pied et son faux talon médian. Nous classons Prototrissauropus dans le groupe bien individualisé des "Trissauropodiens".

Prototrissauropus crassidigitus nov. sp. (Fig. 16 et 17)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka (route).

L'hypodigme y comprend deux pistes complètes, bien définies : l'une à 4 pas ; l'autre à 3 pas, faites apparemment sur un sol dur par un spécimen légèrement plus petit (variété "cursor", x $\frac{4}{5}$ dont on aperçoit mieux les phalanges), en association avec la grande faune de Seaka.

Diagnose : Cette espèce répond aux normes génériques données plus haut, dans leur ensemble.

- PES : Longueur du pied, 400 mm (du doigt, II, 221 mm ; de III, 265 mm ; de IV, 300 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 110 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 260 mm. Divarication totale II-IV, 42° (II-III, 20° ; III-IV, 22°). Les coussinets de phalanges sont bien visibles au moins pour les traces au sol dur.

- MANUS : Invisible.

- PISTE : Enjambée 3,00 m à 3,10 m (Pas = 1,50 m à 1,55 m), Ped angulatio, 7 à 8°. Ecartement 0,19 m à 0,24 m : la démarche se fait donc d'une façon un peu oscillante (dandinement). Pour la 2ème piste le pas n'est que de 1,05 m, ped. angulatio de 9°. Il est curieux pour cette variété au pas lent de voir un appui exclusif sur la pointe des pieds.

Plésiotype : (Eléments de pistes semblables à la Phuthiatsana ?)

Derivatio nominis et discussion : en allusion à l'épaisseur des coussinets phalangiens, ainsi qu'à l'impressionnante sole plantaire, lors de la démarche sur un sol un peu meuble.

Prototrissauropus angustidigitus nov. sp. (Fig. 15)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka (ancien bac du fleuve Orange).

L'hypodigme y comprend 3 pistes complètes identiques, bien définies l'une de 6 pas, les autres de 2 pas chacune ; plus 3 pistes incomplètes d'un modèle un peu réduit. La diagnose porte sur les 3 premières plus nettes ; en association avec le riche ensemble faunistique de Seaka.

Diagnose : Cet animal aux caractères génériques déjà définis plus haut, se remarque par la minceur (étroitesse) des coussinets phalangiens, quelquefois difficiles à distinguer les uns des autres.

- PES : Longueur du pied, 250 mm (du doigt II, 115 mm ; de III, 175 mm ; de IV, 160 mm+ ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 108 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux. 143 mm. Divarication totale II-IV, 47° (II-III, 22° ; III-IV, 25°). Les coussinets de phalanges sont peu marqués. On aperçoit une sorte de coussinet exceptionnel à l'origine du IIIème doigt (articulation du métapode). L'arrière du pied est peu enfoncé, et le faux "talon" est en général escamoté au sol ; mais la cambrure du doigt IV jusqu'à ce "talon", et l'indépendance du IIIème doigt étalé du côté interne du pied sont typiques du genre.

- MANUS : Invisible.

- PISTE : Enjambée, 2,10 m - 2,30 m (Pas = 1,05 à 1,15 ; exceptionnellement 0,94 m), Ped. angulatio, 5 à 13°, mais davantage en début de piste. Ecartement, 0,13 m ; la démarche se fait donc oscillante (dandinement) surtout en début de piste (peut être départ depuis l'eau ; cf. Fig. 64 A). On observe également une glissade ou dérapage sur l'une des pistes.

Plésiotype : D'autres éléments de pistes semblables se voient à Seaka-route, Seaka-Falatsa et la Phuthiatsana.

Derivatio nominis et discussion : nommé ainsi à cause de l'étroitesse des doigts, et de leurs coussinets phalangiens.

Prototrissauropus rectilineus nov. sp. (Fig. 18, 19 et 20)

Syntypes : Dalle de grès verdâtre de la rivière Phuthiatsana ("Dalle Sud", "Dalle Nord" et "Nouvelle dalle" - toutes au même niveau).

L'hypodigme y comprend 4 pistes complètes, bien définies, la 1ère avec 5 pas et la 2ème avec 3 pas (Dalle Sud), la 3ème (Dalle Nord) avec 9 pas et la 4ème (Nouvelle dalle) avec 4 pas; en association avec la faune décrite aux numéros 23, 24, 33, 34, 35.

Diagnose : Cet ensemble de pistes très homologues révèle l'existence en ce Molteno moyen à supérieur d'un grand tridactyle bipède un peu similaire morphologiquement aux précédents, mais dont les coussinets phalangiens (articulaires) sont arrondis, avec une cambrure typique des doigts III et IV, et un doigt II plus divergent, ainsi que son ongle.

(a) - Variété "gravis" (Première piste) (Fig. 19).

- PES : Longueur du pied, 280 mm (du doigt de II, 150 mm ; de III, 200 mm ; de IV, 190 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 100 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 170 mm. Divergation totale II-IV, 33° (II-III, 17° ; III-IV, 16°). Les coussinets de phalanges sont très bien marqués et arrondis pour IV et ovales pour II et III. L'arrière du pied est très peu marqué, un peu carré. Le "talon" ne se devine pas (sauf pour la variété "lentus", voir plus bas) ; il se montre escamoté l'animal étant encore plus digitigrade que P. crassidigitus.

(b) - Autres variétés (voir plus bas) (variété "levis" : 2ème et 3ème pistes ; variété lentus: 4ème piste).

- MANUS : La main n'apparaît nulle par au sol.

- PISTE : Enjambée 3,04 m (Pas = 1,52 m), Ped. angulatio, 1 1/2°. Ecartement, 0,04 m : la démarche se fait donc d'une manière particulièrement rectiligne, trait caractéristique de notre espèce dans ses diverses variétés. - La variété "levis" (Fig. 18) montre des enjambées atteignant près de 4,00 m ce qui semble un record chez les tridactyles (2ème piste de l'hypodigme). Sur la 3ème piste on assiste à une accélération soudaine, le pas passant de 1,62 m à 1,71 m. La sole pédieuse n'a point touché le sol, mais les doigts sont toujours bien marqués. - La variété "lentus" (Fig. 20) se caractérise par des pas courts (0,90 m), mais l'écartement et la ped. angulatio (1-30) en sont d'autant plus faibles. La

sole pédieuse se devine à l'arrière du pied (4e piste de l'hypodigme).

Tableau comparatif : successivement variétés gravis, levis, lentus.

L	II	III	IV	Proj. III	1 Div.	II-III	III-IV	Enjamb.	Pas	Ped ang.	Ecart
280	150	200	190	100	170	33°	17°	16°	3,04 m	1,52m	1 1/2° 0,40m
280	140	180	190	80	170	33°	17°	16°	3,96 m	1,98m	2-4° 0,30m
280 (^{talon} 140)	(140)	(180 ?)	190	90	170	33°	17°	16°	1,80 m	0,90m	1-3° 0,10m

Plésiotype : (Recherches en cours)

Derivatio nominis et discussion : C'est un animal qui paraît très svelte et très haut sur pattes, d'où le nom en rapport avec la démarche.

Prototrissauropus graciosus nov. sp. (Fig. 14)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka (gué du fleuve Orange)

L'hypodigme y comprend 2 pistes identiques, bien définies : l'une complète avec 4 pas successifs et plus loin un 5e ; l'autre avec un seul pas visible. En association avec la faune riche et diversifiée de Seaka. Cette dalle a malencontreusement été recouverte par la construction de l'unique route nationale du pays du Lesotho en 1962.

Diagnose : C'est une espèce mineure aux trois doigts bien déliés, cambrés ; les coussinets phalangiens sont non seulement nets, mais isolés les uns des autres. Les griffes effilées apparaissent à l'avant des doigts.

- PES : Longueur du pied, 150 mm (du doigt II, 87 mm ; de III, 77 mm ; de IV, 100 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 49 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 77 mm. Divarication totale II-IV, 33° (II-III, 17° ; III-IV, 16°). Les coussinets de phalanges sont ovales pour II, et circulaires pour III et IV. L'arrière du pied est typique du genre, avec le faux "talon" pratiquement sur l'axe central du pied, à la marche, et accompagné d'une faible marque de l'extrémité du métatarse (le IIIème ?).
- MANUS : La marque de la main n'est pas visible.
- PISTE : Enjambée, 2,00 m (Pas = 1,00 m), Ped angulatio, 2°. Ecartement, 0,30 m : la démarche se fait donc d'une façon bien rectiligne. L'animal

paraît un petit marcheur aux pattes élancées.

Plésiotype : (Néant)

Derivatio nominis et discussion : Nommé de par sa grâce à la marche. Cet animal évoque et annonce les petits "Grallator" de la fin du Stormberg Supérieur, - surtout notre numéro 128 (Paragrallator matsiengensis), plus encore que les N° 127 et 131 (Grallator damanei et G. molapo), qui se rapprochent davantage de G. cursorius du Connecticut, ou des formes naines de G. variabilis du Veillon, en France.

Genre Prototrissauropodiscus nov. gen.

Prototrissauropodiscus diffère notablement de Prototrissauropus par la taille qui est minime. Il a en commun avec ce dernier genre le pied étroit et construit un peu sur le même modèle. A l'avant d'une sole pédieuse peu enfoncée, les 2 phalanges du IIe doigt sont très amples, mais leur bord interne forme une ligne plus anguleuse. Le IIIe doigt est arqué mais la corde de l'arc est dirigée à l'avant vers l'intérieur de la piste à l'inverse de Prototrissauropus (et bien davantage de Qemetrissauropus). A l'arrière du IVe doigt, l'articulation du métatarse correspondant (?) forme un petit "talon" isolé, beaucoup plus marqué, médian (bien que déporté légèrement vers la partie externe du pied). La démarche est sinueuse.

Prototrissauropodiscus minimus nov. sp. (Fig. 13, deux fois).

Syntypes : Dalle de grès de Seaka-Falatsa-Sud (sur le fleuve Orange).

L'hypodigme y comprend une piste complète, bien définie avec 5 pas successifs. En association peut être symbiotique (?) avec Sauropodopus antiquus, dont il traverse la piste en tournant et en accélérant.

Diagnose : Cette espèce de taille très petite avec ses pieds bien marqués et son petit talon oblong enfoncé et isolé correspond à un animal très particulier déjà décrit pour le genre. Ajoutons ici les mensurations propres à l'espèce.

- PES : Longueur du pied, 67 mm (de II, 30 mm ; de III, 35 mm ; de IV, avec le "talon", 44 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 22 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 38 mm. Divarication totale II-IV, 42° (II-III, 22° ; III-IV, 20°). Les coussinets de phalanges sont assez épais et sans discontinuité apparente. L'arrière du pied est typique. On peut comparer

avec Moyenisauropus (N° 67) du Stormberg supérieur, - y compris pour l'orientation de l'axe du pied vers l'intérieur à la marche qui atteint un angle de 10° à 15° (varus).

- MANUS : La main est inconnue, l'animal paraissant strictement bipède.
- PISTE : Enjambée, 0,32 m à 0,42 m (Pas = 0,16 m à 0,21 m), Ped. angulatio, 14° à 20°. Ecartement, 48 mm : la démarche, malgré le dandinement (tracé sinueux) est très vive, et on assiste à un départ on pourrait dire précipité, chaque pas étant plus grand que le précédent.

Plésiotype : (Néant)

Derivatio nominis et discussion : Cet animal est le plus petit des bipèdes tridactyles archaïques du Molteno supérieur basal ("Keuper inférieur à moyen ?) - Peut-être est-il déjà dans la voie qui mènera à Masitisisauropus (Fig. 67), ou même aux genres Trisauropodiscus et alliés (des zones A/4, A/6, B/1). - S'il évoque en petit les futurs Coelurosauriens (Théropodes), il se peut aussi qu'il annonce déjà nos "Proto-aviens" (voyez aussi la zone B/3).

Genre Seakatrisauropus nov. gen.

Dans le Molteno Supérieur basal de Seaka (d'où le nom générique), un nouveau bipède tridactyle fait son apparition, animal à dimensions assez modestes. - Ses deux doigts II et IV, présentent une cambrure inverse de celle que l'on voit simultanément chez Qemetrissauropus et chez Prototrisauropus : la concavité est en effet tournée pour II vers la partie interne, et pour IV vers la partie externe du pied ; le doigt médian qui conserve la cambrure primitive est par contre écourté. La sole pédieuse est pratiquement absente. Il ressort d'une telle construction du pied que les métatarses sont plus redressés ou verticaux qu'à l'ordinaire, les IIe et IVe étant plus pratiquement égaux, alors que le IIIe semble exceptionnellement long. Ces 3 doigts à divarication variable font probablement suite à un éventail ou faisceau des métatarses peut-être plus fermé, sans doute parce que allongés et un peu plus parallèles. A l'avant des 3 doigts paraît se dessiner une fine membrane palmée qui les relie entre eux.

La démarche est oscillante (dandinement), les pieds sont tournés un peu vers l'intérieur de la piste. Peut-être ce genre présente-t-il des liens phylogéniques avec l'ancien Senquutrisauropus de la zone A/1. Un carnosaurien ?

Seakatrisauropus unguiferus nov. sp. (Fig. 21)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka (Dalle de la route).

L'hypodigme y comprend 2 pistes assez complètes identiques, assez bien définies l'une à 2 pas, l'autre à 3 pas ; plus une troisième trace isolée ; en association avec la grande faune de Seaka.

Diagnose : L'essentiel a été donné pour le genre (voir ci-dessus). L'animal semble pourvu de griffes acérées qui divergent considérablement à droite et à gauche du pied, la griffe médiane est fortement arquée vers l'intérieur de la piste.

- PES : Longueur du pied, 190 mm (du doigt II, 100mm ; de III, 130 mm ; de IV, 140 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 90 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 180 mm. Divarication totale II-IV, 42 à 73° (II-III, 20 à 30° ; III-IV, 25 à 40°) Les coussinets de phalanges sont indistincts et ne forment qu'une longue "pulpe" pour chaque doigt. L'arrière du pied ne paraît jamais marqué. Le "talon" est de la sorte invisible et devait planer quelque part en l'air à la marche. Cet animal est un digitigrade pur.
- MANUS : La main n'est pas visible.
- PISTE : Enjambée, 1,84 m ou 2,00 m (Pas = 0,92 m ou 1,00 m suivant la piste), Ped. angulatio, environ 12°. Ecartement, 0,15 m environ : la démarche se fait d'ores et déjà comme les futurs Moyenisauropus sp. du Stormberg Supérieur, ou mieux Aetonychopus, ou Masitisisauropozus, Carnosauriens "ancestraux" de la zone B/1.

Plésiotypes : (Inconnus)

Derivatio nominis et discussion : Le nom vient de l'allure spéciale des griffes étalées, typique de cette espèce. Il n'est pas impossible qu'un léger dérapage à la marche en soit également cause.

Seakatrissauropus divergens nov. sp. (Fig. 22)

Holotype : Dalle de grès de Seaka (Dalle de la route).

L'hypodigme y comprend une piste incomplète (pied gauche en très bon état de conservation) en association avec l'ensemble faunistique de Seaka, et S. unguiferus.

Diagnose : Comme déjà indiquée pour le genre. Les trois doigts chez cette espèce semblent moins griffus que pour S. unguiferus. Le doigt II diverge fortement vers l'intérieur. La puissante divarication des 3 doigts ne s'infléchit pas à l'arrière du pied.

- PES : Longueur du pied, 180 mm (du doigt II, 100 mm ; de III, 130 mm ; de IV, 100 ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux,

80 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 170 mm. Divarication totale II-IV, 85° (II-III, 40° ; III-IV, 45°). Les coussinets de phalanges sont peu visibles. L'arrière du pied est étroit et court. Le "talon" médian termine en angle droit une sole pédieuse très réduite, faisant de S. divergens un digitigrade presque comparable à S. unguiferus. Tous les deux écartent considérablement les doigts en les posant au sol ; mais S. divergens ne semble pas les resserrer ensuite.

- MANUS : La main n'a point touché le sol.
- PISTE : Enjambée, 1,40 m (?) (Pas : 0,70 m (?)), Ped. angulatio, 10° (?). Manus angulatio : ? . Ecartement, ? : la démarche n'est pas connue.

Plésiotype : (voir ci-dessous)

Derivatio nominis et discussion : L'appellation "divergens" évoque la divarication des doigts, aspect que l'on retrouvera chez Moyensauropus (zone B/1); mais aussi ultérieurement chez Cridotrisauropus et Qomôqomôsauropus du Stormberg Supérieur (Voir n° s 121, 123). - Peut-être a-t-on à faire à des Coelurosauriens d'un type inconnu, mais bien davantage à des Carnosauriens.

On a, avec les deux espèces que nous rattachons au même genre Seakotrisauropus, un exemple de la grande variabilité des traces suivant la lenteur ou la rapidité de la course. Il est fréquent que les doigts écartés se resserrèrent violemment lors du déplacement. On voit combien il est de mise d'être prudent dans le domaine mouvant de l'ichnologie. On comprend combien il est également capital de disposer de pistes entières pour un essai de détermination spécifique.

B o s i u t r i s a u r o p u s nov. gen.

Ce genre de bipèdes tridactyles bien représentés à la rivière Phuthiatsana près de Thaba-Bosiu (d'où le nom générique), se caractérise par un éventail relativement ouvert (divarication de près de 75°). Les trois doigts II-III-IV s'articulent sur le faisceau plus fermé ou resserré des trois métatarses correspondants, d'où l'absence relative de tout "talon". La sole pédieuse elle-même est réduite au maximum. Les doigts sont épais, charnus, et comme télescopés, présentant des bourrelets ou coussinets arrondis, bien marqués. La démarche oscillante se caractérise par un dandinement considérable, les pieds regardant vers l'intérieur de la piste (varus).

L'apparition de ce nouveau genre souligne un buissonnement évolutif qui s'accroît d'une façon spectaculaire au Molteno moyen à supérieur chez les Dinosauriens (cf. faune carnosaurienne à Masitişkauropus, zone B/1).

Bosiutrisauropus phuthiatsani nov. sp. (Fig. 23 et 24)

Syntypes : Dalle de grès verdâtre de la rivière Phuthiatsana à Thaba-Bosiu, l'oppidum royal ancestral.

L'hypodigme y comprend 9 pistes complètes identiques, bien définies comprenant respectivement : A = 5 pas, B = 3 pas, C = 3 pas (avec un ralentissement pour le 4e pas ?), D = 4 pas, E = 5 pas, F = 7 pas, G = 16 pas, H = 8 pas, I = 5 pas, en association avec la riche faune de la dalle.

Diagnose : Comme pour le genre.

(a) - Variété "minor" (Pistes A, B, C, D, E, F).

- PES : Longueur du pied, 200 mm (du doigt II, 100 mm ; de III, 130 mm ; de IV, 140 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 80 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 170 mm. Divarication totale II-IV, 74° (II-III, 33° ; III-IV, 41°). Les coussinets de phalanges sont parfois bien nets et paraissent arrondis. L'arrière du pied n'est visible que dans un ou deux cas. Le "talon" apparaît alors comme très court donnant à la trace l'allure d'un carré presque parfait dont l'une des diagonales correspond à l'axe de la marche.

- MANUS : La main ne paraît point au sol, du fait de la bipédie.

- PISTE : Enjambée, 1,60 m à 2,40 m (Pas = 0,80 à 1,20 m), Ped. angulatio, 17° à 30°. Ecartement, 0,15 à 0,50 m : les démarches se font donc toujours d'une façon oscillante. L'animal donne l'impression de se balancer comme un canard.

(b) - Variété "major" (Pistes G, H, I). La diagnose est la même, hormis les dimensions du pied qui sont à multiplier par $\times \frac{4}{3}$. Le "talon" n'est ja-

mais visible : pour les 1ères phalanges, seule leur extrémité avant (vers l'articulation avec les 2èmes phalanges) a touché le sol. Par contre - et relativement à la taille - les enjambées sont étonnamment courtes, soit 1,65 m (Pas = 0,82 m) avec une ped. angulatio de 25°.

Plésiotype : Le genre Mafatrisauropus de la zone A/4 présentera un peu le même aspect en plus petit.

Derivatio nominis et discussion : nommé d'après la rivière Phuthiatsana. Il pourrait se faire que le genre Bosiutrisauropus soit proche du genre Seakatri-sauropus à 150 km au sud. La marche est un peu similaire. Mais le pied est plus festonné, rétracté, avec des coussinets phalangiens bien plus courts.

Pseudotrissauropus molekoi nov. sp. (Fig. 25 A)

Holotype : Dalle de grès verdâtre à végétaux (Dicroidium cf. lancifolia, Dadoxylon), à Morobong.

L'hypodigme y comprend une piste incomplète (pied gauche), en association avec un "fer à cheval" de 0,45 m de large, causé peut-être par une bête assise (Fig. 25 B. Voir aussi Fig. 104 C), ainsi qu'une faune à Cynodontes (Scalenodontoides) et Dinosaures Mélanosauriens.

Diagnose : Le genre a été décrit pour la zone A/2 (Voir avant le N° 9). La trace de ce petit tridactyle d'un type spécial montre de part et d'autre des 3 doigts médians aux phalanges assez nettes, la marque des doigts I et V probables.

- PES : Longueur du pied, 120 mm (du doigt I, 40 + mm ; de II, 60 + mm ; de III, 75 mm ; de IV, 80 mm ; de V, 35 ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 32 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux II et IV, 100 mm. Divarication totale II-IV, 35° (II-III, 17° ; III-IV, 16°). Les coussinets de phalanges sont assez visibles et la formule est peut-être 2-3-3-3-?. L'arrière du pied n'est pas conservé (cassure). Le "talon" n'est pas conservé.

Cette trace énigmatique pourrait être aussi bien celle d'un pré-mammalien que d'un reptile. On peut penser à Dicynodontipus s. lato (Haubold, p. 42).

- MANUS : Nous n'avons pas aperçu d'empreinte de la main.
- PISTE : Inconnue. (Fig. 25^b : Ventre et "gastralia" de théropode (?)),

Plésiotype : (Voir ci-dessous).

Derivatio nominis et discussion : Nous dédions cette espèce à Moleko ("Strongman"), jeune et serviable ami Mosotho de Morobong.

P. molekoi - comme pour les représentants du genre - montre un doigt médian III assez peu élané vers l'avant par rapport aux doigts II et surtout IV ce qui paraît inférer l'usage fonctionnel probable des doigts I et V.

Signalons pour mémoire l'existence à Mafeteng (limite des zones A/2 et A/3) d'une forme quelque peu analogue mais beaucoup plus grande (300 x 350 mm environ, - un pas isolé et fortement marqué). Les trois doigts, II-III-IV fortement enfoncés sont réunis comme pour P. molekoi, ou déjà comme pour Psilotrissauropus subengensis (de la zone A/4), par un large croissant (demi-cercle). À l'arrière, détaché vers l'intérieur de la piste se voit le doigt I isolé par rapport aux autres. Les phalanges des 4 doigts de même que les ongles y sont bien marqués. Le doigt V ne paraît point. - Ce P. cf. mafetengensis nov. sp. que nous ne publions pas encore, semble donner quelques indications supplémentaires pour le genre, en particulier au point de vue phylogénique.

Genre Paratrisauropus, gen. nov.

Ce genre nouveau (groupant plusieurs espèces), se caractérise dès le premier coup d'oeil, par l'apparence bien spéciale de ses pieds, autant que par ses enjambées. Digitigrade bipède à la démarche gauche et dandinante (la ped. angulatio est forte), il fait montre d'une tridactylie qui surprend. Les trois doigts médians, presque égaux en longueur, peu serrés, ont leur extrémité disposée sur une sorte de petit arc de cercle. Les trois doigts semblent munis d'ongles larges. La sole pédieuse et les doigts pareillement raccourcis pourraient faire penser à un tridactyle à la nage (Voir Moyenisauropus natator, N° 64 A), si les enjambées n'étaient aussi exceptionnellement brèves. - D'où le nom générique de Para-trisauropus (= Dinosaur tridactyle contrevenant à la norme"). L'articulation des premières phalanges des 3 doigts et de leurs métatarses correspondant s'est parfois légèrement inscrite au sol. Les 3 métatarses doivent former un faisceau relativement large - on pense d'emblée aux Ornithopodes (Ornitischiens) du futur.

Paratrisauropus mendrezi, nov. sp. (Fig. 26)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka-Falatsa (dalles effondrées)

L'hypodigme y comprend 2 pistes partielles l'une avec 2 pas successifs, l'autre avec 2 pas sans doute en corrélation ; le tout en association avec la riche faune ichnologique de Seaka.

Diagnose : Aux données du genre, nous ajoutons ce qui est typique de notre espèce: la marque de la sole plantaire, écourtée, triangulaire, avec la marque légère des articulations des IIe et IVe métapodes.

- PES : Longueur du pied, 180 mm (du doigt II, 120 mm ; de III, 140 mm ; de IV, 150 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 60 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 220 mm. Divarication totale II-IV, 67° (II-III, 37° ; III-IV, 30°). Les coussinets de phalanges sont visibles et montrent le télescopage des phalanges. L'arrière du pied se laisse percevoir (à peine). Le "talon" est festonné (bilobé). Les doigts, comme pour le genre et ses espèces, sont garnis de 3 ongles plats et comme arrondis. Ce tridactyle paraît être un onguligrade.
- MANUS : La main est inconnue, l'animal étant bipède.
- PISTE : Enjambée, 1,20 m (Pas = 0,60 m), Ped. angulatio, 22° environ. Ecartement 0,12 m : la démarche se fait donc d'une manière oscillante (dandinement) l'animal étant vraisemblablement bas sur pattes. La queue n'a pas laissé de trace.

Plésiotype : (Néant)

Derivatio nominis et discussion : En hommage à Christiane Mendrez qui a consacré bien des forces et bien des journées à la paléontologie du Lesotho. - Si notre animal évoque d'une manière un peu lointaine certains Théropodes (cf. Eubrontes divaricatus ou Tyrannosauropus petersoni, Haubold, p. 80, p. 76), la construction de son pied, et ses ongles évoquent davantage de grands Ornithischiens tridactyles tels que le seront Iguanodon bien plus tard (voir Haubold, p. 89).

Paratrisauropus lifofanensis, nov. sp. (Fig. 27)

Syntypes : Dalle de grès verdâtre de Maseru (au terrain d'aviation).

L'hypodigme y comprend une piste complète bien définie, avec 4 pas successifs.

Diagnose : Conformément au genre et bâti sur un modèle apparemment semblable, P. lifofanensis ne révèle, cependant, et, en contraste avec P. mendrezi, que les marques des trois doigts bien enfoncés sur leur petit arc de cercle.

- PES : Longueur visible du pied, 120 mm+(du doigt II, 50 à 90 mm ; de III, 120 mm ; de IV, 80 mm + ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 50 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 250 mm. Divarication totale II-IV, 63 à 70° (II-III, 30° + ; III-IV, 33° +). Les coussinets de phalanges sont visibles pour les deux derniers seulement (doigt III et IV). L'arrière du pied est invisible n'ayant pas touché le sol. Le "talon" de même. Ces pieds plus grands que ceux de P. mendrezi portent des ongles qui paraissent plus lourds. Les doigts III et IV montrent un écart plus grand que chez P. mendrezi.

- MANUS : La main n'est pas connue.

- PISTE : Enjambée, 1,02 m à 1,16 m (Pas = 0,51 à 0,58 m), Ped. angulatio, 16° à 28°. Ecartement, 0,25 m : la démarche se fait donc d'une façon très oscillante.

Plésiotype : On peut comparer avec P. equester (zone A/4).

Derivatio nominis et discussion : dédié aux "lifofané" (éthymologiquement : "volatiles" - apportés par les étrangers, - et sur le terrain desquels cette piste a été relevée par F. Ellenberger.

Cet animal évoque au moins autant que le précédent; les Ornithischiens du Jurassique et du Crétacé tels que Iguanodon (Haubold, p. 87); ou bien mieux encore pour notre espèce: Anatosaurus du Crétacé dont le pied correspond de près à notre piste (voir Romer, p. 400), avec une démarche bipède. Il est troublant, mais combien significatif de trouver dès le Trias l'amorce de ce monde futur.

B. - LES TÉTRADACTYLES.

Genre Paratetrasauropus gen. nov.

Il nous a fallu créer un genre pour l'espèce ci-dessous qui ne se rapporte à aucun ensemble (ou famille) du Molteno. La structure de son pied ne va pas sans évoquer le tétradactyle Rotadactylopus du Beaufort supérieur pour la forme du pied et l'orientation des doigts, autant que pour l'emplacement de la main, mineure, par rapport au pied.

De ce fait cet animal se distingue nettement des Pseudotetrasauropodidés. Nous ne pouvons pas l'intégrer aux Tétrasauropodidés dont il diffère par la forme du pied et la nature et l'emplacement des doigts. A ce titre il se rapprocherait plutôt un peu de Sauropodopus. Pour les 3 doigts médians on songe aussi à Paratrisauropus, mais notre animal est plantigrade.

Paratetrasauropus seakensis nov. sp. (Fig. 37)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka (gué de l'Orange).

L'hypodigme y comprend une piste incomplète. (2 couples pes-manus imparfaits, la bête sortant peut-être de l'eau), en association avec la riche faune de Seaka.

Diagnose : Les 3 doigts, médians II, III, IV sont épais et seules leurs extrémités se dégagent de la sole plantaire à l'avant et oblique, assez parallèles entre eux, vers l'intérieur de la piste. Le Ve doigt réduit et peu épais s'aperçoit vers la partie externe. Le doigt I n'a pas touché le sol. Un petit ongle recourbé vers le sol s'aperçoit à l'avant de chaque doigt. La main posée légèrement à l'avant du pied semble un peu de même forme, en plus petit.

- PES : Longueur du pied, 280 mm (du doigt II, 100 mm ? ; de III, 130 mm ? ; de IV, 130 mm ? ; de V, 90 mm ? ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 52 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 271 mm. Divarication totale II-V, 45°, (II-III, 14° ; III-IV, 16° ; IV-V, 15°. Les coussinets de phalanges sont visibles pour les derniers qui ont appuyé le sol, alors que la partie centrale de la sole pédieuse circulaire se montre à peine marquée. L'arrière du pied est bordé par un bourrelet positif. Le "talon" est arrondi en un cercle presque parfait et limité par un léger sillon (du à sa faible pression au sol durci). Le pied est presque aussi parfaitement arrondi que pour Rotadactylopus.
- MANUS : De la main sans doute circulaire, on ne devine que les 3 doigts médians. Longueur de la main, 140 mm ? (du doigt II, 40 mm ? ; de III, 60 mm ? ; de IV, 50 mm ? ; de V, ? mm : projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 30 mm. Largeur de la main entre II et IV : 140 mm. Divarication totale II-IV : 40° ? . - Ces éléments sont mal mesurables.

- PISTE : Enjambée, 1,08 m (Pas = 0,54 m environ), Ped. angulatio, 20° environ. Manus angulatio : (id ?). Ecartement, 160 mm ? : la démarche se fait en bipédie préférentielle, mais avec l'appui des mains dans l'axe de la piste à la manière de Sauropodopus.

Plésiotype : (Voir ci-dessous).

Derivatio nominis et discussion : du lieu du gué de Seaka (Haut Orange) et en mémoire du Mosotho de même nom qui s'y noya vers 1828.

Bien distincte de Paratrisauropus, cette espèce que nous avons pris par erreur pour un Tetrasauropus, s'en distingue nettement à la diagnose. Elle apparaît bien d'un genre spécifique intermédiaire entre les genres Pseudotetrasauropus et Sauropodopus.

Le seul parallèle que nous lui connaissions est Paratetrasauropus corbensiensis nov. sp. du Keuper S. stricto de Corbès (France), dont la sole pédieuse et les quatre doigts sont disposés de la même manière. - Dans la forme elle évoque en grand, avec un degré de ressemblance frappant l'empreinte de Chasselas (Saône-et-Loire) (Trias moyen) citée par G. Demathieu comme "incert. sedis", (reptilien théromorphoïde ou Crocodilien) (1967, p. 187-8) ; mais elle ne saurait y être rattaché quant à la forme du talon. On peut aussi comparer avec Deuterotetrapous triassicus de Nopcsa du Keuper Sandstone de Cheshire (Haubold, p. 93).

Pseudotetrasauropus bipedoida nov. sp. (Fig. 28)

Syntypes : Dalle de grès de Libataolong faisant suite à la Dalle de Seaka plus au Nord, et reposant peut-être par-dessus.

L'hypodigme y comprend 2 pistes complètes identiques, bien définies respectivement pour "A" de 6 pas, et pour "B" de 3 pas ; plus un pas d'une 3ème piste "C", en association avec Prototrisauropus cf crassidigitus (L = 340 mm ; l = 220 mm, - un pas). - La piste "A" montre les phalanges ainsi que les griffes enfoncées au sol sur une plage à "sun-cracks". La sole pédieuse et plantaire apparaît visible. - La piste "B" apparaît identique, mais avec une plus grande netteté des longues griffes, - l'animal marchant sur une plage de sable à galets d'argile roulé et postérieurement aplatis.

Diagnose : A la description générique donnée avant le N° 10 B (zone A/2), nous ajoutons :

- PES : Longueur du pied, 440 mm (du doigt I, 120 mm ? ; de II, 155 mm ? ; de III, 170 mm ; de IV, 160 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 50 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux I-IV, 325 mm. Divarication totale I-IV, 61° I-II, 25°, (II-III, 23° ; III-IV, 13°. Cette divarication est forte. Les

coussinets de phalanges sont assez apparents. La dernière phalange est visible pour chacun des 4 doigts I à IV, et même l'avant-dernière pour les 3 doigts médians II-III-IV. Il y a comme une sole pédieuse plus épaisse dès le niveau de l'antépénultième phalange du doigt III. Cette sole apparaît également vers le point d'origine du doigt IV (articulation avec le métatarse correspondant ?). - A l'arrière du pied et vers son bord externe une sole pédieuse plus considérable se dessine, indiquant en ce lieu une pression apparente des métatarses III et IV. Cette sole pédieuse est de forme oblongue pour cette raison, et forme, ainsi une sorte de talon triangulaire spécifique chez cette espèce. Une légère membrane réunit les doigts à l'avant au niveau de l'avant-dernière phalange. Formule phalangienne : 2-3-4-5-1?

On remarque des ongles qui peuvent être des griffes larges et émoussées.

- MANUS : La main ne semble avoir jamais touché le sol.
- PISTE : Enjambée, 1,48 m (Pas = 0,74 m), Ped. angulatio, 27° à 28°. Ecartement, 0,36 m à 0,43 m : la démarche se fait donc d'une manière fortement balancée à la manière d'un canard. On imagine un être bas sur pattes et corpulent. Les doigts assez peu engagés dans la sole pédieuse divergent davantage que pour P. augustus (voir plus bas).

Plésiotype : Néant. (P. augustus pourrait être son parent le plus proche).

Derivatio nominis et discussion : La bipédie de ce tétradactyle est frappante. On retrouve peut-être cet animal dans nos restes osseux de Mélanorosauridés ou spécialement d'Euskélosauridés des mêmes niveaux. (A/3 et A/4). - Du point de vue ichnologique la ressemblance de notre animal avec P. lehmani du Keuper s. stricto de Corbès (France) est frappante. S'il évoque Otozoum (cf. Haubold, p. 84) ce n'est que de très loin. - Le Mélanorosauridé de Blikana a pour formule : 2-3-4-5-(1) (cf. Diplodocus : 2-3-4-2-1).

Pseudotetrasauropus mekalingensis nov. sp. (Fig. 29)

Syntypes : Dalle de grès partiellement effondrée près de Mekaling.

L'hypodigme y comprend 2 pistes incomplètes, chacune avec un pas et l'amorce (talon) du pas suivant.

Diagnose : Le pied est beaucoup plus grand que pour P. bipedoida. Les 4 doigts visibles I-II-III-IV ont un ongle de divarication bien moindre. Les coussinets de phalanges sont encore mieux visibles et séparés par de légers seuils. Les doigts émergent de la sole pédieuse, très indépendants, à un niveau précédant l'avant-dernière phalange.

- PES : Longueur du pied, 600 mm (du doigt I, 160 mm ; de II, 250 mm ; de III, 270 mm ; de IV, 230 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 75 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux I-IV, 400 mm. Divarication totale I-IV, 35° (I-II, 10°, II-III, 15° ; III-IV, 10°). Les coussinets de phalanges sont ovoïdes et réguliers, les doigts bien séparés presque depuis l'articulation bien visible avec leur 4 métatarses correspondants. Il n'y a pas de sole pédieuse centrale. L'arrière du pied est visible, mais surtout le "talon" marquant l'origine des métatarses et qui fait de cet animal autant un digitigrade qu'un plantigrade, caractère hybride qui le différencie des autres espèces du genre. Il semble que l'on voit l'ébauche du Ve doigt bien en retrait sur l'une des traces. Les doigts sont munis d'ongles et non de griffes.
- MANUS : La main n'est pas visible. L'animal paraît bipède.
- PISTE : Enjambée, 1,40 m à 1,60 m (Pas = 0,70 m à 0,80 m), Ped. angulatio, 30° environ. Ecartement, 0,35 m environ : la démarche se fait donc un peu comme pour P. bipedoida, avec un balancement en relation avec la corpulence probable de l'animal et la largeur, probable, de sa ceinture pelvienne.

Plésiotype : (Recherche en cours).

Derivatio nominis et discussion : Dédié au haut lieu de l'ancienne tribu des Baphuthi, à Mekaling, vaste cavité aux stalactites de glace scintillantes durant l'hiver austral.

La puissante poussée évolutive que l'on constate chez les Dinosauriens, "Prosauropodes" au sens le plus large, de la zone A/3, est intéressante. Il est curieux d'assister à leur lourde marche en bipédie. Un dégagement un peu complet de la Dalle de Mekaling serait sans doute révélateur à cet égard. - On ne peut que contempler avec étonnement le caractère énorme de cette bête Triasique, dont les pattes dépassent celles des grandioses Euskéosauridés du cimétière de Maphutseng (zone A/4). En y intégrant son doigt V (un peu atrophié ?), la largeur du pied dépasse légèrement le 1/2 mètre ; la longueur dépasse 0,60m. - Cet animal est l'un des géants du Trias. On peut comparer avec un autre Dinosaurien géant, Tetrasauropus gigas de la zone A/4 (N° 38). Pour Apatosaurus (Brontosaurus) ou Iguanodon, la longueur du corps équivaut à environ 18 fois la longueur effective du pied. Pseudotetrasauropus mekalingensis devait dépasser si l'on peut se fier à cet ordre de grandeur une bonne dizaine de mètres, avec une hauteur au bassin de 2,50 m, sa tête devant pouvoir brouter à 5 ou 6 mètres de haut.

Pseudotetrasauropus elegans nov. sp. (Fig. 30)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka-Falatsa (Est).

L'hypodigme y comprend une piste complète identique, bien définie, de 5 pas successifs (pes, avec la trace de manus légère une fois) ; en association avec la riche faune de Seaka, et spécialement dans le secteur local, avec Pentasauropus motlejoii qui semble avoir croisé postérieurement la piste.

Diagnose : De dimension un peu analogue à P. bipedoida, P. elegans a les 4 doigts I à IV enveloppés et liés les uns aux autres dans la sole pédieuse et plantaire, qui ne les laisse émerger à l'avant que comme des festons ; ce qui le met en contraste avec les 2 espèces précédentes.

- PES : Longueur du pied, 480 mm (du doigt I, 160 mm ; de II, 190 mm ; de III, 220 mm ; de IV, 200 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, II-IV, 70 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 400 mm. Divarication totale I-IV, 42° (I-II, 15°, II-III, 15° ; III-IV, 12° environ). Les coussinets de phalanges sont noyés dans la sole pédieuse épaisse genre "pied d'éléphant". L'arrière du pied est écourté et arrondi. Le "talon" raccourci montre chez ce plantigrade, une tendance nette à appuyer son poids sur ses doigts trapus, reliés à des métatarses sans doute moins horizontaux que pour les espèces précédentes. Les 4 doigts se terminent par des ongles arrondis, et non des griffes.
- MANUS : La main apparaît à l'avant du pied vers l'intérieur de la piste (une seule fois). Longueur de la main, ? mm (du doigt II, 140 mm ? ; de III, 180 mm ? ; de IV, 140 mm ? ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, (II-IV, 40 mm. Largeur de la main entre II et IV : 280 mm (peut-être atteint-elle 300 mm ?). Divarication totale ?
- Il n'est pas impossible que cette main, relativement grande mais peu utilisée pour la marche, soit bâtie sur un modèle analogue au pied ($\times \frac{3}{4}$).
- PISTE : Enjambée, 1,77 m (Pas = 0,88 m, Ped. angulatio, 42°. Manus angulatio : 28° environ. Ecartement, 0,79 : la démarche se fait donc d'une façon très oscillante avec un fort dandinement de droite et de gauche. Malgré ses jambes écourtées et son large bassin, cet animal demeure bipède, tout en posant éventuellement sa main au sol vers l'intérieur de la piste. (Ecartement antérieur très inférieur à l'écartement postérieur).

Plésiotype : Néant. La ressemblance avec Sauropodopus (Fig. 40) et Deuterosauropodopus 50 et 51, zone A/4) ne résulte apparemment que de convergences.

Derivatio nominis et discussion : Nommé d'après la forme des pieds d'allure souples et élégants, même si la démarche l'est moins !

Un peu moins plantigrade que les deux précédentes espèces avec son talon arrondi et écourté (du au redressement apparent des métapodes), ce bipède doit avoir une très large ceinture pelvienne, et une queue suffisamment pe-

sante pour contrebalancer son lourd avant-train. - Il pourrait se faire qu'il soit un Mélanorosauridé d'un type spécial (peut-être un Euskélosauridé). Pseudotetrasauropus elegans rappelle d'assez près P. andusiensis nov. sp. de Corbès en France (Keuper s. stricto).

Pseudotetrasauropus dulcis nov. sp. (Fig. 31)

Holotype : Dalle de grès de Seaka (Dalle de la route, aujourd'hui recouverte).

L'hypodigme y comprend une piste incomplète, dont un pied gauche très bien conservé (reproduit ici d'après son moulage) en association avec la riche faune de Seaka.

Diagnose : Ce petit pied se remarque par un doigt I un peu écourté et plaqué contre le IIème doigt. Ces doigts II, III, IV paraissent déportés vers l'extérieur du pied où l'amorce du Vème doigt est visible. L'avant du 1er métatarse et l'amorce des 4 autres donne une étrange sole pédieuse avec un puissant talon.

- PES : Longueur du pied, 230 mm (du doigt I, 90 mm ; de II, 100 mm ; de III, 85 mm ; de IV, 55 mm ; de V, 30 mm ? ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, II-IV, 21 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 175 mm. Divarication totale I-IV, 69° (I-V, 80°), (I-II, 30°, II-III, 11° ; III-IV, 28°, IV-V, 11°). Les coussinets de phalanges sont visibles, très obliques, mais englobés dans la sole pédieuse. L'arrière du pied a à peine frôlé le sol, mais le "talon" à l'arrière externe s'est fortement imprimé au sol ("talon haut"). Les doigts se terminent pas des ongles ou des griffes émoussées. - Il y a un bourrelet positif par élévation du sol meuble tout autour de la trace.
- MANUS : Nous n'avons pas vu la trace.
- PISTE : Enjambée, 1,20 m ? (Pas = 0,60 m ?), Ped. angulatio ? . Ecartement, ? mm : la démarche demanderait une plus ample étude, et surtout un dégagement supplémentaire des dalles.

Plésiotype : (même remarque que pour P. elegans).

Derivatio nominis et discussion : Nommé d'après le caractère arrondi ou émoussé de ses ongles de pied.

La déformation des doigts poussés vers l'extérieur de la piste est caractéristique et relativement rare. On ne la retrouve que chez le petit P. francisci (Fig. 32), et surtout chez P. acutunguis aux puissantes griffes (Fig. 33). Ce dépassement en longueur du doigt III par le doigt II paraît chez P. dulcis comme chez P. acutunguis un trait original et exceptionnel. Peut-être ce dé-

passement n'est-il dû qu'à l'accroissement de la IIème griffe ?

Pseudotetrasauropus francisci nov. sp. (Fig. 32)

Holotype : Dalle de grès de Seaka (Dalle de la route).

L'hypodigme y comprend une piste incomplète avec un pied gauche bien conservé, en association avec la riche faune ichnologique de Seaka (Molteno Moyen à Supérieur) - et sa flore d'affinité Keuper.

Diagnose : Ce modeste tétradactyle bipède paraît posséder lui aussi un Vème doigt dont seule l'origine s'est inscrite au sol à l'arrière du pied. Ses doigts régulièrement espacés (voir plus bas), semblent reliés par une membrane, ou par la sole au niveau des avant-dernières phalanges.

- PES : Longueur du pied, 185 mm (du doigt I, 55 mm ; de II, 75 mm ; de III, 70 mm ; de IV, 55 mm ; de V, 25 mm ? ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 18 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 135 mm. Divarication totale II-IV, 54° (I-II, 13°, II-III, 24° ; III-IV, 18° ; IV-V, nulle ?). Les coussinets de phalanges sont peu distincts et forment pour chaque doigt une sorte de boudin. La marque au sol du Vème doigt paraît prolonger obliquement le talon vers le bord externe du pied. Alors que l'arrière du pied est peu marqué, il est suivi au contraire par un talon très net, enfoncé et typique.

Les doigts semblent modérément déportés vers l'extérieur du pied et leur divarication excède probablement peu celle du faisceau de métatarses auxquels ils s'articulent. Il pourrait se faire que le talon particulier de cette bête représente une articulation avec les os tarsaux (?) (astragale, calcaneum ?). Le pied paraît en tous cas assez singulier dans son modèle de construction. La sole pédieuse de cet "onguligrade-taligrade" pouvait être faite comme chez ses congénères de fibres cartilagineuses.

- MANUS : La main n'est pas connue.
- PISTE : La démarche paraît se faire comme celle de P. bipedoida.(?)

Plésiotype : (Néant). L'allure générale évoque passablement Sauropodopus. Mais ce dernier, mis à part ses doigts très écourtés, paraît progresser très différemment.

Derivatio nominis et discussion : Dédié à mon frère François, qui durant des années a tant fait pour la géologie du Lesotho, et dont l'aide a été inappréciable pour le relevé de maintes pistes, partageant ainsi avec nous la découverte de ce monde inconnu.

Il serait nécessaire et bien instructif de dégager l'ensemble de la piste de cet animal nouveau, pour mieux le suivre.

Pseudotetrasauropus acutunguis nov. sp. (Fig. 33)

Syntypes : Dalle de grès de la rivière Phuthiatsana (même zone).

L'hypodigme y comprend une piste complète, bien définie, avec 8 pas consécutifs : on la suit sur 7 mètres, en association avec la belle faune ichnologique de la Phuthiatsana.

Diagnose : Si ce bipède à la belle piste régulière rappelle de loin P. dulcis quant à la marche et à l'anatomie du pied, dont les 4 doigts I-II-III-IV apparaissent semblablement déportés vers l'extérieur du pied, - il s'en sépare nettement. Sa dimension est plus considérable. Ses doigts sont armés d'ongles aigus (ou de griffes renversées). L'absence apparente de talon est compensée par une sole pédieuse intermédiaire développée.

- PES : Longueur du pied, 300 à 330 mm (du doigt I, 125 mm.; de II, 165 mm; de III, 145 mm; de IV, 130 mm; de V, ? mm; projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 20 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 270 mm. Divarication totale I-IV, 58° (I-II, 17°, II-III, 19°; III-IV, 22°). Les coussinets de phalanges sont ainsi que les doigts noyés dans la sole pédieuse : seules émergent les dernières phalanges et leurs griffes obliques.
- MANUS : Les mains n'ont touché le sol nulle part.
- PISTE : Enjambée, 1,76 m à 1,80 m (Pas = 0,88 à 0,90 m), Ped. angulatio, 16° à 24°. (En moyenne, 20°). Manus angulatio ? Ecartement, 0,25 m à 0,40 m : la démarche se fait donc pour ce bipède avec un balancement (dandinement) très typique du genre. - L'animal décrit une belle courbe sur la plage fossile de la Phuthiatsana aux côtés de Bosiutrisauropus phuthiatsani (v. major). On pourrait penser que le parallélisme de ces deux pistes n'est pas dû au hasard, (que la raison en soit la présence d'un rivage ? ou au contraire d'une chasse ??).

Derivatio nominis et discussion : Nommé d'après la forme spécifique de ses ongles, on peut comparer notre bipède avec le quadrupède Tetrasauropus unguiferus (Fig. 36) dont les ongles énormes, des pieds et des mains, sont dirigés exactement à l'inverse, c'est-à-dire vers l'intérieur de la piste. - Les ongles de P. acutunguis ne peuvent manquer d'évoquer ce que seront plus tard les ongles d'Apatosaurus (Brontosaurus) orientés de même - hormis le IVe qu'il aura perdu (voir Romer, 1956 : "Osteology of the Reptiles", p. 398, Fig. 191).

Pseudotetrasauropus augustus nov. sp. (Fig. 34)

Syntypes : Dalle de grès de la rivière Phuthiatsana (même zone).

L'hypodigme y comprend 2 pistes complètes identiques, bien définies (A et B) montrant respectivement A, 4 (ou 5) pas successifs, B, 7 pas successifs, en association avec une 3ème piste de 6 pas également, identique hormis le doigt I dont l'angle de divarication s'est accru de 7° vers l'intérieur (petite flèche sur la figure).

Diagnose : Cet animal bipède rappelle d'assez près P. bipedoida (Fig. 28), mais le doigt III, plus court, dépasse de peu seulement les doigts II et IV ; le doigt I (pouce) paraît beaucoup plus mobile ; le talon n'est pas déporté vers le bord externe, mais quasi circulaire à l'arrière.

- PES : Longueur du pied, 460 mm (du doigt I, 140 mm ; de II, 165 mm ; de III, 175 mm ; de IV, 180 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 40 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux : elle varie de 300 à 370 mm. Divarication totale I-IV : elle varie de 42° à 49° ; I-II, 15 à 22°, II-III, 11° ; III-IV, 16°. Les coussinets de phalanges sont visibles pour le doigt IV en particulier ; les doigts semblent assez indépendants les uns des autres, bien que reliés par une membrane simple à l'avant de la sole pédieuse. L'arrière du pied est peu marqué au sol, mais le "talon" arrondi, circulaire, est enfoncé plus à l'arrière encore comme un petit disque, qui représente apparemment l'articulation des métatarses avec les os intermédiaires du pied (astragale, calcanéum, etc). Cet animal aux ongles arrondis et émoussés donne l'impression d'une plantigradie frappante.
- MANUS : La main n'a touché le sol nulle part, dans nos 3 pistes. On peut pourtant déjà se référer à l'animal suivant (Fig. 35).
- PISTE : L'enjambée varie de 2,04 m (pistes A et B), à 2,16 m (Piste C) (Pas = 1,02 m à 1,08 m), Ped. angulatio, 20 à 24° (pistes A et B) à 17° seulement (Piste C). Manus angulatio : sans objet. Ecartement : 0,36 m à 0,40 m : la démarche se fait donc d'une façon oscillante (un peu moins pour le type de la piste C). La queue a laissé sa trace large et épaisse sur de brefs espaces des pistes B et C (Ces 3 pistes se suivent respectivement sur 5 m, 7 m et 6 m environ).

Plésiotype : (Voir P. jaquesi (Fig. 35)).

Derivatio nominis et discussion : En allusion à la démarche auguste de ce grand plantigrade ; et en hommage reconnaissant à notre ami Auguste Jaques qui nous a signalé cette belle dalle.

Les 3 pistes sont de la même bête. Mais la 3ème piste a dû être faite sur un sol plus humide ; ou, l'allure paraissant plus rapide (pas plus longs, ped. angulatio moindre), l'animal a-t-il écarté davantage de ce fait son doigt interne (le pouce), pour ne pas perdre l'équilibre dans son dandinement (démarche oscillante).

Pseudotetrasauropus jaquesi nov. sp. (Fig. 35)

Syntypes : Dalle de grès de la rivière Phuthiatsana (nouvelle dalle).

L'hypodigme y comprend une piste complète, bien définie, soit 4 pas successifs (couples pes-manus), avec au départ une marque de main, en association avec l'abondante faune de la Dalle et, ici, de Prototrisauropus rectileneus (v. lentus).

Diagnose : Cet animal étrange nous avait paru d'abord devoir être rattaché au genre Tetrasauropus. Il apparaît néanmoins ressembler beaucoup plus à Pseudotetrasauropus, et très spécialement à l'espèce augustus comme on le voit par les mensurations du pied. Il n'en diffère que par le talon dont le poids est déporté vers l'extérieur. Et surtout par l'appui de ses larges mains au sol.

- PES : Longueur du pied, 480-500 mm (du doigt I, 145 mm ; de II, 170 mm ; de III, 180 mm ; de IV, 185 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 60 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 370 mm. Divarication totale I-IV, 47° (I-II, 18° ; II-III, 20° ; III-IV, 19°). Les coussinets de phalanges ne sont visibles que vers l'avant de la trace, lieu où ils émergent de la sole pédiéeuse (elle-même un peu engluée par des placages argileux). L'arrière du pied est assez peu marqué. Le "talon" nous met en présence d'un plantigrade qui a tendance à faire usage préférentiel des métatarses III et surtout IV depuis le calcaneum (?). - Les doigts médians sont plus étalés que pour P. augustus.
- MANUS : La main au contraire, qui a dérapé au sol en atterrissant, fait une large empreinte courte, car seul l'avant paraît avoir marqué le sol. Les 5 doigts y sont visibles, mais surtout II à V. Longueur de la main, 450 mm + (du doigt I, 180 mm ? de II, 200 mm environ, de III, 180 mm environ ; de IV, 160 mm environ ; de V, 100 mm environ : projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 20 mm. Largeur de la main entre I et V : 370 mm. Divarication totale 70° environ. Cette main est régulière, peu spécialisée et d'aspect primitif. Les doigts y paraissent régulièrement espacés y compris le pouce (I). La main bien que différente du pied, quant à son usage, lui ressemble pour la nature et pour les dimensions.
- PISTE : Enjambée, 2,26 m (Pas = 1,13 m), Ped. angulatio, 22°. Manus angulatio, 30 à 34°. Ecartement, pes : 0,48 m ; manus 0,85 m. La main qui s'est légèrement traînée au sol à la marche semble avoir servi surtout de large balancier à l'extérieur de la piste d'une manière dissymétrique, beaucoup plus loin à droite qu'à gauche (notre figure reproduit le plâtre qui est inversé), - comme s'il y avait eu une résistance à la marche de ce côté (vent ? pente ? ...).

Plésiotype : (voir ci-dessous).

Derivatio nominis et discussion : en hommage au Dr. et à Mme Jaques.

Cet animal correspond indiscutablement au précédent dont il n'est sans doute que la variété "natator" en demi-nage ou mieux en abordage, étant donnée la place des mains en début de piste. Ce pseudo-quadrapède semble prendre appui, au sol, de ses bras très écartés pour prendre son équilibre et se mettre ultérieurement en position vraiment bipède. Ses mains sont énormes.

Nous le décrivons provisoirement sous un nom d'espèce distincte, étant donnée la nature si spéciale de sa piste ; et vue sa propension à imiter la démarche caractéristique que nous constatons pour le genre Tetrasauropus.

Sa classification dans le genre Pseudotetrasauropus, aux côtés de P. augustus paraît logique. Tetrasauropus dont la main est plus petite que le pied, a le pied construit d'une manière également toute autre, comme le démontrent les pistes.

Des bipèdes francs nous passerons aux animaux dont la tétrapodie paraît constante.

Genre T e t r a s a u r o p u s nov. gen.

Au moment même où se met à proférer le genre bipède Pseudotetrasauropus, un genre parallèle se lance de l'avant, que plusieurs traits dominants amènent à classer à part.

Tetrasauropus progresse en tétrapodie avancée. Ses mains, de nature un peu analogues aux pieds, sont réduites dans la proportion des 4/5es. Elles se projettent au sol régulièrement à la marche, de part et d'autre de la piste, dans un écartement qui dépasse le double de l'écartement déjà considérable des pieds. - Le pied est construit d'une façon encore plus dissymétrique que pour P., et on n'y voit plus aucun signe d'"artiodyctylie". Les 4 doigts I-II-III-IV, suivis du Ve, en arrivent à former un vaste croissant à la convexité vers l'avant, le doigt V se trouvant projeté plus à l'avant du pied que le doigt I. Ce croissant est décoré de griffes ou ongles qui se tournent verticalement ou latéralement suivant les espèces (dans ce dernier cas, vers l'intérieur de la piste). Pourtant la sole plantaire à l'arrière des doigts n'est pas très différente de celle de Pseudotetrasauropus avec un talon (métatarses III-IV-V) cependant mieux appuyé au sol. Les doigts ont l'air pris dans une sole pédieuse plus rigide (fibres ou cartilages ?). La formule phalangienne paraît-être pour pes: 1-2-3-4-3 et pour manus : 1 (ou 2)-2-3-4-2, - comme chez Procolophon ou certains Cotylosauriens. Cet animal pourrait peut-être également, de ce fait, être placé parmi de lointains parents des Sauropodes à la formule phalangienne un peu analogue mais dégénérée (cf. Apatosaurus : 1-2-3-2-1). Il est onguligrade en même temps que plantigrade.

Le nom générique souligne une tétrapodie effective plus qu'une tétradyctylie, puisque la présence d'un Ve doigt le rend proche de l'onguligrade pur qu'est Pentasauropus (voir plus bas). Or le faible enfoncement des mains par rapport à celui de ses pieds montre qu'en dépit de sa quadrapédie avancée, cet animal avait conservé l'avant-train moins lourd que l'arrière-train - peut-être grâce au contrepoids d'une queue puissante qu'il n'a du reste jamais posée au

sol.

Tetrasauropus unguiferus nov. sp. (Fig. 36)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka-Falatsa (Ouest) avec craquelures de dessiccation antérieures aux pistes et divers fossiles physiques.

L'hypodigme y comprend une piste complète, bien définie avec 12 pas (couples pes-manus) successifs, sur une distance de 10 mètres. L'animal tourne légèrement sur sa gauche en fin de piste. En association avec la riche faune ichnologique de Seaka ; et sur notre coin de dalle Prototrisauropus angustidigitus (qui venait de traverser obliquement) et Pseudotetrasauropus sp.

Diagnose : Cette espèce se remarque d'emblée à sa démarche extraordinaire. La sole pédieuse arrondie, fortement appuyée sur le bord externe (avec un talus de rejet latéral proéminent), est bordée à l'avant de quatre doigts dont les griffes énormes se tournent vers l'intérieur de la piste. On remarque vers le bord externe la présence d'un Ve doigt également griffu. - La main, dont le pouce (doigt I) n'a pas marqué le sol, paraît très homologue au pied.

- PES : Longueur du pied, 440 mm (du doigt I, 160 mm ; de II, 190 mm ; de III, 190 mm ; de IV, 170 mm ; de V, 95 mm environ ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 50 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 370 mm. Divarication totale I-V, 40° (I-II, 20° ; II-III, 10° ; III-IV, 10° ; IV-V, 0°). Les coussinets de phalanges sont imperceptibles : les doigts, qui sortent à peine de la sole pédieuse, obliquent, ainsi que leurs griffes, vers l'intérieur de la piste. Ils forment un éventail à divarication faible, articulé sur l'éventail apparemment plus ouvert des 5 métatarses, dont les IIIe, IVe et Ve forment au sol un profond sillon longitudinal sur le bord externe du pied (très spécialement le IVe métatarse). A l'arrière le "talon" ainsi formé est relativement arrondi, l'articulation des métatarses avec les os intermédiaires du pied ne devant pas vraiment toucher le sol. - La formule phalangienne (après superposition des 12 pas de la piste) semble être : 1-2-3-4-2.
- MANUS : Longueur de la main, 320 mm + (du doigt I, 130 mm ; de II, 150 mm ; de III, 150 mm ; de IV, 100 mm ? : projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 40 mm. Largeur de la main entre I et IV : 320 mm. Divarication totale 50° (pour les griffes). La formule phalangienne paraît être (par superposition des diverses mains) : 2-2-3-2-(1 ?).
- PISTE : Enjambée, 1,68 m avec un ralentissement, 1,58 m (Pas = 0,83 m à 0,79). Ped. angulatio, 28° à 32°. Manus angulatio, 42° à 52°. Ecartement : pour pes, 0,46 m à 0,54 m ; pour manus, 1,00 m à 1,20 m. La démarche se fait donc d'une manière très oscillante en dandinement très large, avec des bras ballants qui se projettent d'une manière presque extravagante

beaucoup plus à l'extérieur.

Plésiotype : (Néant).

Derivatio nominis et discussion : Nommé de par ses griffes énormes et recourbées qui paraissent être celles d'un ongulé.

Cet animal ressemble aux grands reptiliens de notre zone, on le voit. Mais ses formules phalangiennes paraissent primitives. Pour pes, la formule 1-2-3-4-2, rappelle de près celle des Cotylosauriens (Procolophon : 1-2-3-4- (3), ou de l'ancien Protorosaurus), alors que Protosuchus et les Crocodyliens ont déjà leur Ve doigt réduit (1-2-3-3-0) (Romer 1956, pp. 391, 395, 399). - Pour manus, la formule 2-2-3-2- (1 ?) rappelle aussi les Cotylosauriens (Procolophon 2-2-3-4-2), mais avec une réduction des IV et Ve doigts, pour notre animal ; pour Protorosaurus (1-2-3-4-2) et pour Pritosuchus et les Crocodylia ((1)-2-3-3-2), on a déjà une réduction du 1er doigt, (Romer 1956, p. 380, 388, 385).

Il semble que les longueurs, sensiblement égales entre elles de métatarses d'une part, et des métacarpes de l'autre, démontrent de leur côté le caractère primitif de T. unguiferus.

Tetrasauropus gigas nov. sp. (Fig. 38)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka-Falatsa (Est). (même niveau).

L'hypodigme y comprend une piste complète, bien définie avec 17 traces consécutives (dont plusieurs couples pes-manus), sur 16,10 m de long ; en association avec le riche ensemble faunistique de Seaka, et en ce coin local, Pentasauropus motlejoï, avec Tetrasauropus sp.

Diagnose : La démarche de cet animal est typique du genre (voir plus haut, et ci-dessous). Les griffes (ou grands ongles) au nombre de 5 se recourbent vers le bas, dessinant un arc de cercle immense à l'avant d'une "légère" sole pédieuse quasi-circulaire. Les mains faiblement posées au sol très à l'extérieur de la piste y marquent surtout 3 doigts.

- PES : Les mensurations suivantes sont basées sur l'essai de reconstitution du squelette du pied. Longueur du pied, 580 à 600 mm (du doigt I, 160 mm ; de II, 190 mm ; de III, 220 mm ; de IV, 250 mm ; de V, 220 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 25 mm !). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 500 mm. Divarication totale I-V, 40° (I-II, 10°, II-III, 11° ; III-IV, 10° ; IV-V, 9°). Les coussinets de phalanges sont imperceptibles mais l'extrémité des 5 doigts aux 5 ongles durs a puissamment enfoncé le sol sous la forme d'une couronne régulière à l'avant. L'arrière du pied peu enfoncé, est suivi d'un "talon" arrondi qui occupe la moitié postérieure de la couronne.

On remarque le développement considérable du Ve doigt encore plus que chez T. unguiferus. Un léger bourrelet positif entoure la trace du pied peu enfoncé.

- MANUS : Le doigt III surtout, et parfois les IVe et Ve ont enfoncé le sol. Longueur de la main au sol, 300 mm (du doigt I, (110 ?? mm) ; de II, (160 ?? mm) ; de III, 220 mm ? ; de IV, 230 ? mm ; de V, 140 mm ? : projection de III en avant du bout des doigts latéraux II-IV, 50 mm. Largeur de la main entre III et V, 250 mm (entre I et V, 450 mm ?). Divergence totale III-V ? : 30° ? : (I-V, 50° ??). La main paraît bâtie sur un modèle nettement différent du pied à en juger par les doigts III-IV-V). Elle est grande.
- PISTE : Enjambée, 2,00 m à 2,10 m (Pas = à 1,05 m), Ped. angulatio, 30° à 35°. Manus angulatio : 48° à 56°. Ecartement, Pes, 0,75 m ; Manus 1,60 m. Si nous mesurons l'écartement non du centre d'une trace au centre de la trace opposée, mais depuis leurs bords externes, la largeur de la piste atteint 2,00 m, ce qui est un record. On imagine la démarche tout-à-fait inhabituelle de cet animal. - L'"envergure" des traces de pied se monte à 1,20 m et l'"envergure" des traces de mains à 1,70 m ou 1,80 m ce qui est aussi un chiffre rarement atteint chez les Reptiles. On aimerait imaginer ce que devait représenter cet animal dans l'écologie Triasique. Formule phalangienne : 1-2-3-4- (2 ou 3) ?

Derivatio nominis et discussion : Le nom est dérivé des caractères de gigantisme inhérents à cet animal.

Il paraît résulter de cette diagnose que notre animal ne devait pas être un tétrapode véritable. Il est permis de penser que sa tétrapodie, comme celle de T. unguiferus, n'a été, au moins pour les débuts, qu'occasionnelle. Ses mains sont en effet projetées à une telle distance de part et d'autre de la piste normale des pieds, qu'on imagine difficilement voir en lui autre chose qu'un bipède tel que Pseudotetrasauropus, mais contraint à la quadrupédie par des circonstances écologiques que nous ignorons.

Quant à sa stature si l'on table sur la proportion : longueur du corps = 18 x la longueur du pied (?), nous aurions pour Tetrasauropus gigas des chiffres d'un ordre de grandeur déjà vu pour Pseudotetrasauropus mekalingensis, soit 10 à 13 mètres de long pour le moins, avec un garrot fort élevé et large, pour un animal quadrupède. Le squelette de la bête de Maphutseng, gros proto-sauropode offre une formule un peu plus réduite (1-2-3-4-0 ?).

C. - LES PENTADACTYLES.

Genre Pentasauropus nov. gen.

Les espèces que nous rapportons à ce genre si spécifique s'échelonnant on le sait tout au long du Molteno. Ce genre (déjà entre aperçu lors de la zone A/1) possède une originalité remarquable.

C'est un quadrupède de grande taille, bipède à l'occasion, aux traces de pes et manus quasi-égales et de forte dimension. - Il progresse à petits pas courts sur une piste large (ped. angulatio considérable). - Ses traces de pieds et de mains se réduisent à 5 larges griffes équidistantes. Ces griffes (ce sont en fait de puissants ongles verticaux) se sont imprimées au sol à la marche sous forme d'arcs de cercle réguliers à la convexité tournée vers l'avant légèrement vers l'intérieur pour pes, et légèrement vers l'extérieur pour manus. La main est un petit peu supérieure au pied en dimension, mais un tant soit peu moins appuyée. Cet onguligrade géant ne montre ni ses phalanges, ni sa sole pédieuse, ni son talon, - à l'exception de P. erectus (Fig. 53 A-B-C). Les ongles ont habituellement soulevé en s'enfonçant, un solide talus, ou bourrelet de terre périphérique, lui aussi en forme de croissant. Bien que si particulier, cet onguligrade paraît proche de Tetrasauropus.

Pentasauropus motlejoii nov. sp. (Fig. 39 A)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka-Falatsa (Est) (même zone).

L'hypodigme y comprend une piste incomplète, soit un pied droit avec ses bourrelets circumlatéraux caractéristiques ; en association avec la riche faune de Seaka. L'animal a traversé une piste de Pseudotetrasauropus elegans.

Diagnose : Les 5 griffes de ce pied (pes) s'inscrivent dans un arc de cercle de 100° , rayon 30 cm, orienté vers l'avant, intérieur (?), de la piste. Les 5 griffes de la main (manus) s'inscriraient sur un arc de cercle sans doute plus grand ? (Voir plus bas).

Les mesures entre parenthèses tentent d'extrapoler la longueur des doigts jusqu'aux métatarses compris d'après l'essai de reconstituer du squelette de la patte.

- PES : Longueur du pied, 400 mm ? (du doigt I, 100 (180) mm ; de II, 150 (250) mm ; de III, 170 (290) mm ; de IV, 200 (320) mm ; de V, 190 (310) mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, II-IV, 25 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 450 mm. Divergences totales I-V, 36° ? (I-II, 8° ; II-III, 9° ; III-IV, 11° ; IV-V, 8°). Les coussinets de phalanges sont invisibles et seules les 5 griffes ont enfoncé le sol. L'arrière du pied est vraisemblablement court. Le "talon" n'a point marqué le sol, l'animal paraissant spécifiquement onguligrade.
- MANUS : La main n'a pas marqué le sol : soit que celui-ci ait été trop ferme, soit que la main ait été trop légère, soit qu'elle n'ait pas reposé au sol, l'animal étant en bipédie à la manière de P. erectus voir zone A/4, N° 53).
- PISTE : Enjambée, 1,20 m ? (Pas = 0,60 m ?), Ped. angulatio ? Manus angulatio : ? . Ecartement, ? : la démarche n'est pas connue, mais doit rap-peler de près celle d'espèces telle que P. incredibilis ou P. erectus.

On ne discerne ni trace de queue ni trace de ventre.

Plésiotype : Une autre piste incomplète et mal conservée (2 pas) s'aperçoit dans la même zone sur la Dalle de la Phuthiatsana, dont l'ensemble faunistique apparaît parallèle à celui de Seaka. (pas : 0,55 m), (Fig. 39 B).

Derivatio nominis et discussion : En hommage au chef cannibale Motlejoa qui, vers 1827, debout sur cette dalle, s'entendait interpeller par ceux qui ne pouvaient plus être maintenant son repas, et qui lui criaient : "Viens retraverser le fleuve Orange si tu l'oses, pour récupérer ta femme (prise par eux en otage) !".

Pentasauropus est un animal extraordinaire dont nous reprendrons la discussion plus loin. Ses pattes apparaissent analogues à celles de certains types de la sous-classe reptilienne de Anapsida, et dans l'ordre des Cotylosauriens, aux Seymouriamorphes, ou aux Diadectomorphes dont Procolophon, - mais avec les pieds mieux orientés vers l'avant à la manière de Testudo (Romer, p. 382) - On songe pourtant d'autre part, et déjà, aux futurs Sauropodes dont Apatosaurus (Brontosaurus), aux pieds et mains combien atrophiés par excès de spécialisation.

Genre Sauropodopus nov. gen.

Différant considérablement du genre précédent, Sauropodopus témoigne d'une quadrupédie qui paraît spécialisée et constante, pour ne pas dire exclusive. Cet animal, sous ses diverses espèces, chemine sur une voie étroite, resserrée, de ses quatre membres successifs. La main similaire au pied mais notablement plus petite ($X \frac{1}{2}$ à $\frac{2}{5}$) repose légèrement à l'avant du pied pratique-

ment sur le même axe. Le train avant apparaît plus léger que le train arrière. Il n'y a pas de marque de queue. Le pied (comme la main) apparaît arrondi, relativement large, construit comme celui d'un éléphant, artiodactyle, symétrique par rapport à son axe médian, les doigts II et III, un peu en avant des doigts I et IV, avec l'absence manifeste du Ve doigt. Les 4 doigts paraissent immobilisés à l'avant de la sole pédieuse, sans qu'on puisse normalement y distinguer les phalanges peut-être quelque peu redressées. La formule phalangienne pourrait-être : pes, 1-2-3 (ou 2) - 2-? ; manus, 1-2-2 (ou 3)-2-? . Cela dit avec certaines réserves. - La sole pédieuse ou plantaire bien lisse se termine par un talon à peu près médian sur l'axe de symétrie du pied, - ce qui pourrait faire de l'auteur des traces un très hypothétique parent ancestral des Sauropodes du Jurassique et du Crétacé d'où le nom générique. Mais il pourrait aussi se faire qu'il soit relié aux Ornithischiens. Il paraît en tous cas assez éloigné de Paratetrasauropus comme de Pseudotetrasauropus - On peut constater combien est déjà grande la diversité de la grande faune des Vertébrés en ce Trias Supérieur (Molteno moyen à supérieur).

Sauropodopus antiquus nov. sp. (Fig. 40)

Syntypes : Dalle de grès de Seaka-Falatsa (Sud)

L'hypodigme y comprend une piste complète de 7 mètres bien définie avec 9 pas (couples pes-manus) successifs, piste obliquant un peu vers la gauche; en association avec la faune de Seaka et très localement sur ce coin de dalle, avec Prototrissauropodiscus minimus qui a traversé cette piste juste après (et en accélérant).

Diagnose : La seule vue de la démarche de cet animal pourrait le caractériser : on remarque : son pied piriforme au talon d'allure "humaine", sa main fort réduite en forme de pâquerette, précédant chaque marque de pied. "Artiodactyle" avant la lettre (pieds et mains).

- PES : Longueur du pied, 260 mm (du doigt I, 70 (160) mm ; de II, 100 (200) mm ; de III, 100 (200) mm ; de IV, 70 (160) mm ; de V, ? mm ; projection de II et III en avant du bout des doigts latéraux I et IV, 30 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 210 mm. Divarication totale I-IV, 40° I-II, 13° , II-III, 14° ; III-IV, 13°. Les coussinets de phalanges sont noyés dans la sole pédieuse (Formule : 1-2-3-2-(?) ?). Les mesures des doigts sont accompagnées ici (2e chiffre) de l'estimation de leur longueur avec leurs métatarses. L'arrière du pied est oblong (métatarses I-II-III-IV). Le "talon" rappelle passablement celui de Pseudotetrasauropus dulcis et P. francisci ; mais il est plus central, paraissant montrer que le doigt manquant, le Ve, est encore plus atrophié que dans ce genre (P.). - A tous ces points de vue notre animal est distinct des Saurcopes tardifs.
- MANUS : Longueur de la main, 120 mm (du doigt I, 20 mm ? ; de II, 45 mm ; de III, 50 mm ; de IV, 45 mm ; de V, 35 mm ? : projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 10 mm. Largeur de la main entre I et V : 120 mm. Divarication totale 45° ? . La main paraît avoir conservé un Ve doigt moins atrophié que pour le pied. La distance de la main (centre) par rapport au pied (centre) est de 0,28 m. (une fois:0,32 m).
- PISTE : Enjambée, 1,65 m à 1,70 m (Pas = 0,82 m à 0,85 m), Ped. angulatio, 13° (de 11 à 15°). Manus angulatio : 10° Ecartement, pes : 0,18 m (de 0,15 m à 0,20 m) ; manus : 0,15 m, (de 0,08 m à 0,16 m). - La démarche est rectiligne (avec certaines irrégularités ou écarts).

Plésiotype : Voir Pseudotetrasauropus dulcis (Fig. 31), auquel il ne ressemble peut-être que par convergence (recherche en cours).

Derivatio nominis et discussion : du fait de la divergence évolutive probablement antique des divers groupes de dinosauriens du Jurassique, dont les Sauropodes, auquel Sauropodopus est peut être relié.

Dans notre Molteno moyen à supérieur (Trias) apparaît ce qui rappelle déjà (mutatis mutandis), les pistes attribuées aux Brontosaures.

Ce genre se sépare de ses voisins: Paratetrasauropus (par l'écourtement des doigts et le talon plantigrade), Pseudotetrasauropus (par l'écourtement des doigts, l'absence de grands ongles parfois perforants), Tetrasauropus (par la sole plantaires l'absence de vastes ongles recourbés, le talon, la piste étroite), et Pentasauropus (par tous les 5 caractères à la fois).

D. - DIVERS.

Genre Lacertoidopus nov. gen.

Nous plaçons dans ce genre nouveau l'espèce décrite plus bas, un animal radicalement différent de ceux que nous venons de passer en revue. Il paraît être un lépidosaurien. Mais son nom générique n'infère pas forcément une appartenance à l'ordre des Squamates. Il rappelle quelque peu en effet aussi Rhynchosauroides cf. palmatus Peabody, sinon pour manus, au moins pour pes (voir la discussion plus bas). Son pied (pes) présente 5 doigts très inégaux ; le pouce (I) presque réduit à l'état de moignon est suivi par un IIe doigt assez long, puis par les IIIe et IV bien plus allongés. Ces 4 doigts forment un éventail assez régulier. Au contraire, très en retrait vers l'arrière de la sole pédieuse, le Ve doigt connaît une grande divarication par rapport aux 4 autres. Tous ces doigts sont rectilignes et relativement fins. On aperçoit la marque de l'articulation des métatarses avec les doigts correspondants, suivie d'un bourrelet positif. - La main (manus) paraît bâtie sur le même modèle, mais les 4 doigts visibles (II à IV) sont beaucoup plus courts et ramassés ; on les suit jusqu'à leur articulation avec les métarpes. Le Ve doigt de la main (en retrait ?) n'apparaît point visible.

Lacertoidopus socialis nov. sp. (Fig. 41 (2 fois))

Holotype : Dalle de grès de Seaka (Bac et gué du fleuve Orange),

L'hypodigme y comprend une piste incomplète, partiellement définie (avec un couple pes-manus, et la marque subséquente de la queue) ; en association avec la faune ichnologique de Seaka (et localement Prototrisauropus angustidigitus, et Paratetrasauropus seakensis).

Diagnose : Les 5 doigts de pes sont très visibles. Bien à l'avant du pied (la bête a le corps allongé ?) se voit la main (manus) dans l'axe de la piste. Aux traits génériques donnés plus haut, ajoutons quelques données spécifiques :

- PES : Longueur du pied, 78 mm (du doigt I, 11 (18) mm ; de II, 20 (40) mm ; de III, 38 (55) mm ; de IV, 39 (58) mm ; de V, 29 (39 ?) mm ; projection de III en avant du bout du doigt latéral IV, 1 ou 2 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 59 mm. Divarication totale I-V,

82° I-II, 16° (II-III, 20° ; III-IV, 16° ; IV-V, 30°). Les coussinets de phalanges sont faiblement marqués ; mais les doigts sont nets, ainsi que l'appui au sol de l'extrémité avant des métatarses. L'arrière du pied n'a pas appuyé le sol, mais le talus positif permet d'évaluer la longueur probable des doigts augmentés de leurs métatarses (chiffre entre parenthèse à la suite de la mesure que nous donnons pour chacun des doigts).

- MANUS : Longueur de la main, 65 mm (visible sur 50) : (du doigt I, 21 mm ; de II, 27 mm ; de III, 38 mm ; de IV, 40 mm ; de V, ? mm : projection de III en avant du bout du doigt latéral, 6 mm. Largeur de la main entre I et IV : 38 mm. Divarication totale I-IV : 35°. Les doigts de la main paraissent moins inégaux en longueur que ceux du pied, comme pour Rhynchosauroides dont elle n'a pas l'orientation cependant.
- PISTE : Enjambée, ? , Pes angulatio, ? . Manus angulatio : ? . Ecartement, ? : la démarche n'est pas bien connue. La queue a pris appui, ou a traîné au sol depuis environ 0,30 m derrière la marque du pied. Ajoutons que l'écart du couple pes-manus est de 0,17 m.

Plésiotype : On retrouvera des animaux un peu similaires au Stormberg supérieur (voir Sauroeidepus, Fig. 76, 109c, 129).

Derivatio nominis et discussion : nommé du fait de sa coexistence assez curieuse avec la grande faune dinosaurienne de Seaka ("socialis" veut dire "sociable").

Cette trace, si elle est bien à rattacher à l'ordre des Rhynchocephalia, serait intéressante à maint égard. Comme le dit Romer, 1956, p. 527, "Rhynchosauroids are known from all continents and are generally considered to be late Triassic in age . But they are absent from the typical late Triassic faunas of Europe S. Africa and N. America. They were essentially a Middle Triassic group , flourishing greatly for a time, but unable to survive in company with the varied Saurischians and other reptiles which dominated the Upper Triassic".

Nous en avons découvert un type inédit dans le Permien de Lodève (France) (F. et P. Ellenberger, 1959, Fig. H), qui paraît primitif.

La construction du pied chez Sauranodon (alias Sapheosaurus), Rhynchocephale attardé au Jurassique, correspond au mieux à notre trace avec la forte divarication du Ve doigt. Mais L. socialis n'en porte pas les ongles recourbés.

Peut-être ces traces ont-elles été faites alors par des Squamates plutôt que par des Rhynchocéphales : on constate en particulier chez les lézards (Lacertilia) tels que Uromastix (Romer, 1956, p. 396) le caractère souvent très rectiligne des 5 doigts, et un allongement similaire des métatarses II-III-IV par rapport aux Ier et surtout au Vème. Mais pour un lacertilien une divergence aussi considérable du Vème doigt par rapport aux 4 autres paraît anormale.

Genre Batrachopodiscus nov. gen.

Nous incluons dans ce genre une série de traces de vertébrés d'assez modeste taille que l'on voit sauter et virevolter dans un bassin sablo-marneux du niveau à Rhexoxylon du Molteno.

Vus leurs tournoiements ces pistes sont plus spécifiques par les mouvements fort divers dont elles témoignent et qu'elles traduisent fidèlement (tel un "paléo-spectacle" sur le monde des Amphibiens, d'où le nom), que par les formes et structures que l'on pourrait grâce à elles assigner aux pieds et aux mains, de ces animaux. Aucune trace de queue ne s'aperçoit dans ce bassin !

Batrachopodiscus tsanatalani nov. sp. (Fig. 42)

Syntypes : Dalle de grès gris assez grenu à likhoele, à la cascade de Tsanatalana.

L'hypodigme y comprend environ 8 pistes désordonnées et assez mal définies ; en association avec B. curvus, et la flore typique du Molteno moyen à supérieur.

Diagnose : Nombreuses traces de pes et de manus, paraissant de nature très homologue, tous de petite taille. Les 5 doigts de longueur presque égale forment un éventail léger. Ces doigts dessinent des crochets ou des "V" au déplacement.

- PES : Longueur du pied, 6 à 10 mm (du doigt I, 4 à 8 mm ; de II, 5 à 9 mm ; de III, 6 à 10 mm ; de V, 5 à 9 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 1 à 2 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 6 à 11 mm. Divarication totale I-V, 40°, I-II, 10° (II-III, 10° ; III-IV, 10°, IV-V, 10°). Les coussinets de phalanges sont mal discernables. L'arrière du pied n'a jamais marqué le sol. Un "talon" n'apparaît nulle part.
- MANUS : Même caractères apparents que pour le pied (pes).
- PISTE : Enjambée, 0,05 à 0,08 m (Pas = 0,025 m à 0,04 m), Ped. angulatio, ? . Manus angulatio : ? . Ecartement, 0,03 m à 0,04 m ; la démarche apparaît typique de celle de petits amphibiens dans une mare.

Plésiotypes : (non relatés).

Derivatio nominis et discussion : Nommé par suite du lieu-dit: "Tsanatalana", aboutissement de la chute d'eau du ruisseau de Likhoele Libe ("le mal"), signifie traditionnellement "le petit gouffre aux eaux verdâtres profondes" (habité on le sait par un mythique serpent millénaire).

Cet animal ressemble un peu pour le pied à Myopentapodiscus du Stormberg supérieur, mais il ne fait probablement pas partie du même groupe (Fig. 99 et 100).

Batrachopodiscus curvus nov. sp. (Fig. 43)

Syntypes : Dalle de grès de Likhoele-Tsanatalana.

L'hypodigme y comprend 6 pistes incomplètes assez bien définies, les unes marchantes, les autres tournoyantes, en association avec B. tsanatalani, et les flore et faune du même niveau.

Diagnose : Les traces assez grandes montrent les 4 ou 5 doigts des pieds ou des mains à la pulpe digitale lisse, dépourvus d'ongles (ou griffes). Ces doigts s'appuient complètement ou seulement partiellement au sol, avec glissades tournoyantes.

- PES : Longueur du pied, 30 mm (du doigt I, 5 mm ? ; de II, 13 mm ; de III, 18 mm ; de IV, 22 mm ; de V, 12 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, faible). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 32 mm. Divarication totale I-V, 45° environ (I-II, 14° ; II-III, 10° ; III-IV, 10° ; IV-V, 11° environ). Les coussinets de phalanges sont modérément visibles. L'arrière du pied est toujours invisible, le "talon" aussi.
- MANUS : D'apparence à peu près semblable au pied.
- PISTE : Enjambée, 0,090 m ? (Pas = 0,045 mm ?), Ped. angulatio, 45° ? (variable). Manus angulatio : id ? . Ecartement, 0,085 m : la démarche se fait donc comme pour des amphibiens à l'action (chasse, etc ?) sur un sol glissant où ils dérapent. On peut voir notre liste des insectes du Molteno (P. Ellenberger, 1970).

Plésiotype : On retrouve des types analogues jusque dans le Stormberg supérieur (voir Fig. 120 A-B-C).

Derivatio nominis et discussion : Nommé du fait caractéristique des courbes régulières ou des dérapages en "V" que décrivent les doigts sur la vase légère recouvrant le sol granuleux. - On assiste bien à un "paléo-spectacle" mineur du Trias de Gondwana à la vue de B. curvus, aux "petits pieds (podiscus) décrivant leur variété de courbes sauteuses.

IV. - Zone A/4

Au Molteno supérieur prolifèrent encore davantage que dans la passé les divers groupes que nous venons d'entrevoir, avec la naissance de quelques genres nouveaux émanés, sans doute, pour certains d'entre eux, de ceux dont nous avons déjà constaté l'existence lors de la zone A/3 -

Ce sont d'abord des tridactyles bipèdes de taille assez modeste. Puis l'apparition de tridactyles bipèdes minuscules, aux doigts très fins, dont les traces ressemblent de manière assez frappante à des traces d'oiseaux.

Aux Proto-mammaliens possibles que représente Comptichnus, s'adjoint l'énigmatique Psilotrisauropus - peut-être un Prémammalien ? - dont les caractères plus archaïques que ceux de Pseudotrisauropus ont pu se perpétuer depuis l'origine en gardant leur ampleur, comme l'a fait sans doute d'une manière toute différente Paratrisauropus. On assiste à l'essor des possibles "Proto-sauropodes" avec Deuterosauropodopus. Enfin dans le domaine des gros pentadactyles onguligrades, on constate l'accroissement "démographique" de Pentasauropus avec des espèces parfois géantes.

Il est intéressant de remarquer, une fois encore et peut-être davantage, que le Molteno de notre zone A/4 comme celui des zones précédentes est toujours considéré comme "azoïque" dans les manuels de Paléontologie. - Il nous est apparu au cours de nos recherches prolongées sur le terrain, que le Molteno dans son ensemble deviendrait au contraire comme une clef de voûte pour l'histoire de l'évolution des Vertébrés; et peut-être même l'un des pourvoyeurs majeurs des Musées, en ce qui touche la grande fresque qui s'est déployée au Trias moyen et supérieur.

Au cas où quelques-uns au moins des animaux signalés par l'ichnologie (et dont on peut déjà prévoir au moins dans les grands traits l'aspect général) pouvaient être découverts, on voit ce que cela représenterait pour la connaissance de l'Evolution. - En fait nous avons eu l'heureux privilège, depuis quelques années, de découvrir des gisements osseux prometteurs dans le Molteno à Leribe, Maseru, Likhoele, Morobong, Seaka. A Maphutseng dans cette zone, 1150 os ont été extraits dans un vrai cimetière d'Euskélosauridés. - Nous remercions nos collaborateurs F. Ellenberger, J. Favre, L. Ginsburg, Ch. Mendrez de l'immense travail accompli en ce lieu.

A. - LES TRIDACTYLES A DOIGT MÉDIAN ÉLANCÉ.

Genre Deutrotisauropus nov. gen.

Ce genre de tridactyle bipèdes du Molteno supérieur représente peut-être, - on pourrait le penser - la continuation des genres précédemment apparus lors des horizons plus anciens (zones A/2 et A/3).

(a) En fait il apparaît différent de Qemetrisauropus par le caractère rectiligne de ses 3 doigts dont le médian III, et le IVe. Il en diffère par la dimi-

nution de l'ampleur du IIe doigt, par la forme de la sole pédieuse qui apparaît, en particulier pour le type D. socialis, de Maphutseng, nettement carrée à l'arrière des 3 doigts (articulation des métatarses).

(b) Il diffère nettement aussi de Prototrissauropus par le même caractère rectiligne de ses doigts, dont le médian et le IVe; par l'étroitesse (minceur) des coussinets de chair de ces 3 doigts (ce que l'on peut vérifier tout au long des pistes), par la forme presque carrée de sa sole pédieuse à l'arrière, par une démarche plus leste (annoncée cependant par P. rectilineus, Fig. 18).

Ce genre inclut, en France, l'espèce D. deambulator du Keuper s. stricto de Corbès (Etude en cours) -

Deuterotrissauropus socialis nov. sp. (Fig. 44)

Syntypes : Dalle de grès blanc-verdâtre de Maphutseng-Majakaneng.

L'hypodigme y comprend une piste complète, bien définie, un peu tour-nante avec 12 pas successifs sur une distance de 11 mètres, piste accompagnant en parallèle une piste de Deuterosauropodopus major (voir Fig. 50 A); le tout en association avec la riche faune ichnologique de Maphutseng, à 15 m environ au-dessus du cimetière d'Euskélosauridés du même lieu (assises terminales du Molteno-Flore à Dicroidium).

- PES : Longueur du pied, 200 mm (du doigt II, 95 mm ; de III, 115 mm ; de IV, 120 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 70 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 125 mm. Divarication totale II-IV, 42-45° (II-III, 20° ; III-IV, 22°). Les coussinets de phalanges sont visibles mais rétrécis, les doigts sont munis de griffes aigües. L'arrière du pied est bien carré à Maphutseng (faux "talon"). On y discerne les articulations des métatarses avec les 3 doigts médians.
- MANUS : La main n'a jamais touché le sol.
- PISTE : Enjambée, 1,90 m à 2,00 m (Pas = 0,95 m à 1,00 m), Ped. angulatio, 7 à 10°. Ecartement : 0,13 m (de 0,05 à 0,019 m : la démarche se fait avec vivacité et variations dans l'allure.

Plésiotype : Les dalles de grès de Leribe-Subeng y comportent 5 pistes partielles (Fig. 44 A). Bien que le "talon" soit ici plus légèrement à l'arrière du IIe doigt, tous les autres caractères morphologiques font de ce bipède (Molteno A/4 basal) un D. socialis pareil à celui de Maphutseng (Molteno A/4 sommital). L'association faunistique est homologue.

Derivatio nominis et discussion : Nommé de par son caractère "sociable" et son association avec des types de faune bien variés. Le type (Fig. 44 B) a marché après qu'un énorme Pentasauropus maphutsengi (Fig. 52 B) ait achevé de traverser

obliquement le banc de sable. Mais est-il fortuit que notre D. socialis ait parcouru exactement le même itinéraire qu'un Deuterosauropodopus major (Fig. 50 A) dont un pas oblitère le sien ? A Leribe-Subeng on retrouve strictement le même scénario entre un D. socialis et un Deuterosauropodopus minor. On peut penser simplement que ces animaux avaient l'habitude de suivre les berges des lacs ou des eaux-mortes. - Une investigation dans le domaine des biocénoses pourrait néanmoins apporter peut-être quelques lumières nouvelles touchant la vie quotidienne lors de cet étonnant niveau Triasique.

Genre Mafatrisauropus nov. gen.

Mafatrisauropus représente l'apparition d'une forme nouvelle et originale. Ce bipède tridactyle n'est pas sans évoquer Bosiutrisauropus cf. minor de la zone A/3 par son caractère trapu et la divarication assez forte de ses doigts. - Le pied pour lui cependant ne peut pas s'inscrire dans un carré (oblique sur l'axe de la marche) : les premières phalanges des 3 doigts médians forment en effet vers l'arrière du pied une sorte de large sole pédieuse symétrique sur l'axe du pied, avec une sorte de retrait à l'emplacement de la 1ère phalange du doigt médian. Seule la partie avant du doigt médian s'est appuyée. - et fortement - au sol. Comme chez B. les coussinets de phalanges apparaissent "télescopes", mais ici les 3 doigts sont plus rectilignes et plus épais. - La démarche souligne un plus fort dandinement : le corps étant sans doute plus petit et plus trapu avec une ceinture pelvienne élargie, d'où un balancement plus grand du corps à la marche. Comme Bosiutrisauropus jadis, et Masitrisauropus ultérieurement, l'anatomie du pied évoque les Carnosauriens.

Mafatrisauropus errans nov. sp. (Fig. 45)

Syntypes : Dalle de grès blanc-verdâtre de Maphutseng-Majakaneng.

L'hypodigme y comprend 2 pistes complètes identiques, bien définies de 9 m et 6 m respectivement avec 13 pas pour la piste 1, et 11 pas pour la piste 2, surimposée enfin de course ; en association avec la riche faune de Maphutseng (Fig. 45, B).

Diagnose : Aux précisions génériques, nous ajoutons les caractères spécifiques suivants :

- PES : Longueur du pied, 160 mm (200 mm dans les cas où paraît le "talon"); doigt II, 100 mm ; de III, 120 mm ; de IV, 110 (+ 30 ?) mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 80 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 140 à 150 mm. Divarication totale II-IV, $40-50^\circ$ (II-III, 19° ; III-IV, 21°). Les coussinets de phalanges sont peu visibles, raccourcis et englobés dans une sole pédieuse (palmée ?). L'arrière du pied est très particulier : exceptionnellement on discerne un "talon" médian, pointu, correspondant à l'articulation des 3

métatarses. La plupart du temps, le "faux talon" écourté se situe au niveau des 2ème phalanges des 3 doigts, l'animal étant spécifiquement digitigrade.

- MANUS : Nulle part la main n'a touché le sol.
- PISTE : Enjambée, piste 1 : de 1,34 m à 1,44 m, piste 2 : 1,22 m (Pas = 0,67 à 0,72 m), ped. angulatio, piste 1 : 12° à 16°, piste 2 : 12° à 21°. Ecartement, piste 1 : 0,11 m à 0,21 m, piste 2 : 0,11 m à 0,25 m : la démarche se fait donc avec un balancement (dandinement) important.

Plésiotype : Sur la dalle de Leribe-Subeng (zone A/4 basale) les caractéristiques sont les mêmes, mais la dimension du pied est très légèrement plus petite (Fig. 45 A).

Derivatio nominis et discussion : L'itinéraire suivi par l'animal est très zigzagant, non seulement pour les pas en dandinement, mais aussi, pour le tracé général de l'itinéraire suivi. Tout se passe comme si l'animal "errait" à la recherche de quelque chose ? (d'où le nom).

Cette espèce se rapproche sensiblement de M. gardonensis du Keuper, s. stricto, de Corbès (France), qui lui ressemble, hormis la marque de la 1ère phalange du IVe doigt, forte dans l'espèce française.

B. - LES TRIDACTYLES AVIFORMES.

Genre Trisauropodiscus nov. gen.

C'est avec un certain étonnement que l'on voit soudain, mêlée à notre macrofaune du Molteno supérieur de Maphutseng, une véritable prolifération de tridactyles minuscules, aux trois doigts filiformes. - Ces animaux forment un genre très spécifique qui se perpétuera dans les zones suivantes. Animaux bipèdes aux pieds très petits, très légers, étonnamment semblables pour l'apparence des pistes, aux empreintes des oiseaux du Crétacé et de l'Eocène? Ce genre se caractérise aussi par la marque à l'arrière des 3 doigts, en lieu et place de talon, d'un petit point arrondi isolé, - remplacé parfois par une petite ligne, qui apparaît être le 1er doigt (pouce) renversé à l'arrière.

Trisauropodiscus aviforma nov. sp. (Fig. 47 A, B, C, D, E)

Syntypes : Dalle de grès blanc-verdâtre de Maphutseng Majakaneng ; banc de sable de rivière à trous de vers (et entonnoirs). Traces d'amphibiens minimes. Végétaux (?).

L'hypodigme y comprend de nombreuses pistes complètes ou peu complètes, soulignant la diversité de nature, de comportement ou de dimensions de ces bipè-

des minuscules. L'ampleur des pistes n'excède pas en général 5 à 6 pas successifs (c'est le maximum). Les empreintes de pas montrent souvent en leur milieu une sorte de succion de la vase au moment où l'animal a levé le pied. En association avec la riche faune de Maphutseng. Les pistes ne se suivent pas en général sur plus d'un mètre.

Diagnose : A la définition du genre nous ajoutons les données spécifiques suivantes, qui nous amènent à répartir nos pistes en 5 variétés bien délimitées. Nous les désignerons par les lettres A, B, C, D et E.

- PES : Variété A : Longueur du pied, 35 mm (augmenté du doigt I, 42 mm). Longueur mesurable des doigts : I, 6 mm, II, 20 mm, III, 26 mm, IV, 19 mm ; projection de III en avant des doigts latéraux II et IV, 19 mm. Largeur du pied, 42 mm.

Variété B : Longueur du pied 32 mm (du doigt II, 16 mm ; de III, 27 mm ; de IV, 16 mm ; projection de III en avant de II et IV, 18 mm). Largeur du pied 37 mm.

Variété C : Longueur du pied 27 mm (augmenté du doigt I, 42 mm). (du "doigt I", 13 mm ; de II, 12 mm ; de III, 20 mm ; de IV, 14 mm ; projection de III en avant de II et IV, 17 mm). Largeur du pied, 32 mm.

Variété D : Longueur du pied 16 mm (du doigt II, 9 mm ; de III, 11 mm ; de IV, 10 mm ; projection de III en avant de II et IV, 8 mm). Largeur du pied, 18 mm. - D¹ : Longueur du pied 12 mm. Largeur, 13 mm.

Variété E : Longueur du pied 40 mm (du doigt II, 22 mm ; de III, 35 mm ; de IV, 30 mm ; projection de III en avant de II et IV, 23 mm). Largeur du pied, 60 mm.

La divarication totale des 3 doigts médians paraît très constante soit II-IV, 80° (II-III, 30° ; III-IV, 50°) ; les doigts sont tellement écartés qu'ils peuvent être inscrits dans un losange dont le petit axe correspond à l'axe du pied. Les coussinets des phalanges sont peu marqués ; les doigts sont fins. L'arrière du pied est toujours invisible. Au lieu de "talon", on aperçoit une ligne droite plus ou moins longue qui correspond peut-être au "pouce" (Variétés A, B et C principalement). Il paraît improbable que ce puisse être là l'empreinte de l'un des métatarses (voir Fig. 47 A et 47 C agrandies). - Ce "pouce" est : très écourté chez la variété A ; plus long mais rarement marqué chez la variété B (avec en compensation un semblant de palme au pied ?) ; beaucoup plus long, un peu à l'arrière vers le côté interne, pour la variété C.

- MANUS : Chez ces bipèdes la main n'est jamais visible. Pourtant et, semble-t-il, par deux fois, une petite trace à 4 doigts pulpeux paraît au sol sur la piste E un peu devant les marques de pied et vers l'intérieur. Longueur visible de cette "main" (?) : 20 mm ; du doigt I, 10 mm (?) ; II, 10 mm, III, 10 mm ; de IV, 8 mm. Projection de III en avant des doigts latéraux, 4 mm. Largeur de la "main" entre I et IV, 31 mm. Divarication totale, 70° environ.

- PISTE : Variété A : Enjambée, 0,24 m (Pas : 0,12 m) ; Ped. angulatio 10°.

Variété B : Enjambée, 0,16 m (Pas : 0,08 m) ; Ped. angulatio 18°

Variété C : Enjambée, 0,13 m (Pas : 0,06 $\frac{1}{2}$ mm) ; Ped. angulatio 16°

Variété E : Enjambée, 0,34 m (Pas : 0,17 m) ; Ped. angulatio 12°

Variété D : Les éléments de cette piste extrêmement petite sont mal définis. - D' évoquerait aujourd'hui au pied d'un roitelet.

Aucune marque de queue n'est visible (Exception possible : la piste E, localement ?).

Plésiotypes : On retrouvera des traces un peu analogues dans les zones A/6, B/1 et B/3.

Derivatio nominis et discussion : En évocation de leur aspect "avien". - Pour la commodité, nous désignons nos 5 variétés par des noms faisant part de l'impression générale qu'elles communiquent à l'observateur. Variété A, T. aviforma v. columba ; variété B, T. aviforma v. turtur ; variété C, T. aviforma v. merula ; variété D, T. aviforma v. passer ; variété E, T. aviforma v. vanellus.

Cette espèce aux variétés multiples donne l'impression d'un monde bien différent du monde reptilien habituel. Bien avant l'heure, au sein de cet univers reptilien, on songe aux ébats des proto-aviens. Peut-être assiste-t-on là à un rameau évolutif qui donnera ses preuves. Il semble que la variété C (v. merula) montre la possibilité chez ces animaux de se percher avec un pouce retourné aussi préhensif que chez les percheurs actuels. Une appellation générique telle que "Ornithopodiscus" apparaîtrait sans doute quelque peu imprudente ou prématurée.

Trisauropodiscus superaviforma nov. sp.

Syntypes : Dalle de grès blanc-verdâtre de Maphutseng-Majakaneng (Fig. 48).

L'hypodigme y comprend deux pistes semblables, partiellement définies, l'une montrant 2 pas, l'autre un seul pas mais d'état excellent ; en association avec la riche faune de Maphutseng.

Diagnose : Sous le même genre, et aux côtés de tridactyles aviformes minuscules, nous plaçons cet animal dont les 3 doigts filiformes sont bien plus grands. On devine les maigres coussinets des phalanges. Il y a un point rond, isolé, caractéristique, à l'arrière de la patte.

- PES : Longueur du pied, 165 mm (du doigt II, 120 mm ; de III, 120 mm ; de IV, 130 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 75 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 230 mm. Divarication totale II-IV, 110° (II-III, 52° ; III-IV, 58°). Les coussi-

nets de phalanges indiquent une formule phalangienne possible: (?) -3-3-4- (?). L'arrière du pied forme au point de réparation des trois doigts une très petite sole pédieuse bilobée à l'arrière de laquelle se trouve située vers l'extérieur, c'est-à-dire à 20 mm derrière l'origine du IVe doigt un petit creux circulaire : il paraît être le "pendant" chez cette espèce majeure, du trait (doigt I retourné) que l'on voit chez T. aviforma.

- MANUS : Nous n'avons pas discerné la marque de la main au sol.
- PISTE : Enjambée, 1,00 m + (Pas = 0,60 m ?), Ped. angulatio, ? Ecartement : la démarche n'est pas bien visible. Une piste semble être accompagnée latéralement (pourquoi ?) d'une piste de queue sinueuse.

Plésiotype : L'Hettangien de Sanary-sur-Mer (France) nous a fourni des pistes analogues mais beaucoup plus grandes.

Derivatio nominis et discussion : Si T. aviforma pouvait faire penser à l'apparition précoce de proto-aviens, nous aurions ici de par la taille un vrai "super-oiseau" ! Aucune trace analogue n'a encore été décrite en ichnologie. - Cridotrisauropus cruentus de la zone B/5 ou C. acutunguis de l'Hettangien de France, aux doigts très écartés effilés et griffus, sont pourtant quelque peu évocateurs de ce type -, qu'il faudrait peut être lui aussi intégrer à un genre nouveau "Ornithopodiscus" ?

C. - LES TRIDACTYLES À DOIGT MÉDIAN ÉCOURTÉ.

Genre Psilotrisauropus nov. gen.

Ce genre se caractérise par le parallélisme à peu près complet de ses trois doigts médians, tous trois exceptionnellement raccourcis et reliés entre eux à l'arrière par une petite sole pédieuse quadrangulaire plus virtuelle que réelle. Le doigt IV dont l'origine est isolée de l'origine des deux autres, revêt la forme typique d'un "L" (pied gauche) également caractéristique de Pseudotrisauropus. Mais ici ce "L" résultant de l'articulation du doigt avec son métatarse est de même que les deux autres doigts extrêmement télescopé. - On aperçoit par ailleurs de part et d'autre des doigts II-III-IV, le bout des doigts I et V qui a touché le sol à peine en arrière par rapport aux trois doigts médians. Malgré une certaine analogie de forme avec Pseudotrisauropus, nous avons dû créer un genre spécial pour lui, étant donnée son originalité foncière. Ce nom générique vient de "psilos" qui veut dire "lisse, dégarni".

Psilotrisauropus subengensis nov. sp. (Fig. 49 A)

Syntypes : Dalle de grès gris de la rivière Subeng (Leribe).

L'hypodigme y comprend une piste complète, bien définie, soit 4 pas successifs (sur 2 mètres), avec un léger ralentissement. En association avec la faune de la dalle (horizon A/4 basal).

Diagnose : P. subengensis, bipède tridactyle d'apparence, apparaît comme un exemple typique de "faux-tridactyle" avec ses doigts parallèles, courts, égaux en longueur, disposés sur un rectangle transversal par rapport à la piste, avec la conservation des bouts des doigts I et V encore fonctionnels ; donc à 5 doigts, dont les 3 médians lisses et dégarnis de griffes et, on pourrait même le croire, d'ongles.

- PES : Longueur visible du pied, 125 mm (du doigt I, 70 mm ? ; de II, 105 mm ; de III, 100 mm ; de IV, 103 mm ; de V, 80 mm ? ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 15 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux II et IV, 120 mm. Divarication totale II-IV, 28° (II-III, 11° ; III-IV, 17°) ; I-V = 50° ? . Les coussinets de phalanges sont pratiquement confondus ; les ongles ronds ou émoussés ? L'arrière du pied est escamoté par non appui des métatarses. Cet animal paraît être un digitigrade à la structure du pied primitivé ; faisant usage de ses 3 courts doigts médians bien davantage que des doigts externes pourtant bien développés. (la formule de pes pourrait être : (2)-3-3-4-3 (ou 4)).
- MANUS : La main n'est pas visible : l'animal est nettement bipède.
- PISTE : Enjambée, 1,04 m à 1,07 m (Pas = 0,52 m à 0,53 m), Ped. angulatio, 8° à 10°. Ecartement, 0,07 m à 0,10 m : la démarche se fait donc d'une façon relativement rectiligne.

Derivatio nominis et discussion : du nom de la rivière Subeng.

Bien que faisant partie du Trias sans doute supérieur, cette piste évoque un type de construction du pied fort archaïque : on pourrait y trouver des données inédites sur l'origine possible de la tridactylie des Théropodes (Coelurosauriens, Carnosauriens) ou des "Prosauropodes", comme aussi, d'une manière différente, des Ornithischiens.

Dans une optique bien différente (et si notre animal n'était pas un bipède, et qui plus est aux ongles émoussés), on pourrait évoquer le voisinage immédiat dans la même zone de notre Cynodonte "Belesodon leribeensis" nov. sp. nouvellement découvert (Description en cours).

Paratrisauropus equester nov. sp. (Fig. 53 D).

Syntypes : Dalle de grès verdâtre de Maseru (Race Course).

L'hypodigme y comprend une piste complète, bien définie avec 3 pas successifs (sur un peu plus d'un mètre), en association avec la faune à Pseudotrisauropus maserui et Pentasauropus erectus.

Diagnose : P. equester ressemble d'assez près à ses prédécesseurs de la zone A/3 et très spécialement à P. lifofanensis dont il diffère par l'enfoncement au sol des avant-dernières phalanges des doigts II, III et IV ; du bout du doigt V, et de l'articulation des métatarses III et IV.

- PES : Longueur visible du pied, 230 mm (du doigt II, 90 mm ; de III, 120 (170) mm ; de IV, 80 (150) mm ; de V, 50 mm ? ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 56 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 230 mm. Divarication totale II-IV, 68° (soit : II-III, 30° ; III-IV, 38°). Les coussinets de phalanges sont visibles pour les derniers et révèlent des doigts très télescopés terminés par des ongles arrondis (Formule : ?-2-3-4-1 ou approchée). L'arrière du pied est particulièrement raccourci. Le "talon" se devine à peine. Il s'en détache un doigt V très réduit, qui, chez ce digitigrade, paraît bien peu fonctionnel. Les doigts sont munis d'ongles (sabots ?).
- MANUS : La main n'a pas touché le sol à la marche.
- PISTE : Enjambée, 0,72 m (Pas = 0,36 m), Ped. angulatio, 17° à 20°. Écartement postérieur; 0,12 m à 0,15 m : la démarche se fait oscillante (avec un fort dandinement).

Plésiotype : Néant.

Derivatio nominis et discussion : Nommé du fait de la Dalle de l'actuel champ de course des chevaux. Notre animal représente un exemple typique des animaux du Stormberg inférieur que le manque de différenciation évolutive ne permet de classer réellement ni chez les tridactyles vrais, ni chez les tétradactyles. Du point de vue phylogénique, le foisonnement de vertébrés qui a vu le jour en ce Trias supérieur Gondwanien apporte matière à réflexion. Il est probable que quelques unes des idées admises, touchant l'Évolution des Vertébrés supérieurs seront sujettes à révision, - dans la mesure où des découvertes ostéologiques viendront compléter le paléo-spectacle inédit que nous fait contempler l'ichnologie. Une telle disposition des "sabots" se retrouve chez les Ornithopodes.

Pseudotrisauropus dieterleni nov. sp. (Fig. 49 B)

Syntypes : Dalle de grès gris de la rivière Subeng à Leribe (en deux sections : dalle Nord et dalle Sud),

L'hypodigme y comprend 3 pistes complètes identiques, bien définies ; la piste A montre 3 pas successifs, bien enfoncés pour les 2 derniers) ; en association avec la faune de l'horizon A/4 inférieur.

Diagnose : P. dieterleni évoque Psilotrisauropus subengensis par quelques traits généraux et les dimensions, le doigt III à l'ongle enfoncé et projeté un peu plus à l'avant. L'arrière (marques des doigt, II-III-IV vers leurs lère phalanges) n'a pas le même alignement. Le doigt V s'il s'agit bien de lui est en retrait très à l'arrière.

- PES : Longueur du pied, 150 mm (du doigt II, 110 mm ; de III, 140 mm ; de IV, 110 mm ; de V, (très court ?) ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 45 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 154 mm. Divergences totales II-IV, 25°, 13° ; III-IV, 12°. Les coussinets de phalanges sont bien alignés et peu séparés (formule apparente : (?) - 2-3-3-1). L'arrière du pied est absent : un vide se dessine entre l'origine des doigts latéraux II et IV. L'articulation des doigts avec leur métatarse semble être restée surélevée par rapport au sol à la marche ; de sorte que l'on a à l'arrière du pied un croissant concave plutôt qu'un talon positif. Les 3 doigts médians sont liés par une sorte de palme. Leurs 3 ongles forment entre eux un angle inférieur à 90°.
- MANUS : La main ne s'est pas inscrite au sol ; l'animal est bipède.
- PISTE : Enjambée, 1,85 m + (Pas = 0,92 à 0,95 m), Ped. angulatio, 10°. Ecartement, 0,16 m : la démarche se fait donc d'une manière relativement rectiligne.

Plésiotype : Néant (on retrouvera dans la zone A/5 un type un peu analogue mais évolué).

Derivatio nominis et discussion : En hommage à Herman Dieterlen, missionnaire et ethnologue à Leribe, pionnier de la nature au Lesotho.

La digitigradie de cet animal au doigt médian non élançé le place avec P. maserui (ils peuvent émaner de l'ancien P. humilis ?) sur un rameau évolutif nettement distinct de Paratrisauropus d'une part et de Psilotrisauropus de l'autre. Il serait intéressant de se demander ce qu'est devenu plus tard cet essai évolutif.

Pseudotrisauropus maserui nov. sp. (Fig. 49 C)

Syntypes : Dalle de grès verdâtre de Maseru ("race course").

L'hypodigme y comprend une piste complète assez bien définie avec 3 pas successifs ; en association avec une faune à Paratrisauropus equester et Penta-

sauropus erectus.

Diagnose : Bipède tridactyle au grand pied étalé, au doigt médian peu projeté en avant, aux doigts larges et épais portant des ongles arrondis plutôt que des griffes, à l'arrière du pied large et carré.

- PES : Longueur du pied, 290 mm (du doigt II, 140 mm ; de III, 170 mm ; de IV, 180 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 90 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 225 mm. Divarication totale II-IV, 33° (II-III, 11° ; III-IV, 22°). Les coussinets de phalanges sont englobés dans une épaisse pulpe digitale. L'arrière du pied est d'apparence trilobée. Le "talon" est raccourci, avec une proéminence à peine visible à l'origine de la 1ère phalange du IVE doigt, le pied pouvant être inscrit dans un carré disposé normalement sur l'axe de la marche. Peut-être y a-t-il une sorte de palme incomplète reliant les doigts.
- MANUS : Etant bipède, cet animal n'a pas touché de ses mains le sol.
- PISTE : Enjambée, 1,32 m environ (Pas = 0,66 m ?), Ped. angulatio, 10° ? la démarche n'est pas bien connue, mais paraît montrer une légère oscillation.

Plésiotype : Néant (on peut comparer avec Tritotrissauropus medius, de la zone A/5).

Derivatio nominis et discussion : En évocation de la pierre rougeâtre dite "maseru", et de la capitale du Lesotho fondée sur les dalles éponymes de ce lieu.

On a l'impression que P. maserui, comme P. dieterleni, qui avoisinent avec Psilotrissauropus, connaissent l'évolution inverse de ce dernier genre, par allongement du doigt médian et rétractation des doigts I et V. Il n'est pas impossible que ce genre se soit éteint au Stormberg supérieur. Son absence de griffes semble de fait l'opposer également au futur Eubrontes (cf. E. veillonensis de l'Infralias de Vendée), de même qu'aux Carnosauriens (cf. Tyrannosauridés etc, Haubold, p. 76).

D. - LES TETRADACTYLES

Genre Deuterosauropodopus nov. gen.

Pes artiodactyle ongulé, plus grand et plus symétrique que Sauropodopus.
Deuterosauropodopus major nov. sp. (Fig. 50).

Syntypes : Dalle de grès blanc-verdâtre de Maphutseng-Majakaneng.

L'hypodigme y comprend 3 pistes semblables, bien définies, dont la piste A1 avec 12 pas (couples pes-manus) successifs : l'animal suit un trajet rectiligne qui oblique légèrement sur la droite (longueur : 15 mètres, avec suite apparente de la même piste à 25 m environ). - Les pistes A2 et A3 (deux

ou trois couples chacune) sont incomplètes, mais peuvent prendre place dans les syntypes. - Marchant exactement dans le sens opposé et obliquant également légèrement vers sa droite, la piste B plus petite montre 13 pas (couples pes-manus) successifs, sur 13 mètres : elle prend place sous la rubrique plésiotype (voyez ci-dessous). Il paraît s'agir là d'une plage ou banc de sable oblong, que nous avons vue déjà suivie plus haut par divers Tridactyles (toujours dans le même axe), et que nous verrons également parcourue par Comptichnus moorosii. La contemplation de l'île "Molteno" de Maphutseng apparaît saisissante !

Diagnose : (Pistes A1 - A2 - A3). Le pouce (doigt I) symétrique du IVe doigt par rapport à l'axe du pied, se montre intégralement inclus dans la sole pédieuse (ou plantaire). L'avant des doigts forme comme de petites cuvettes arrondies. On pressent l'amorce du Ve doigt.

- PES : Longueur du pied, 400 mm (du doigt I, 110 mm ; de II, 170 mm ; de III, 180 mm ; de IV, 155 mm ; de V, 60 mm ? ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 40 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 320 mm. Divarication totale I-IV, 41° (I-II, 14° II-III, 11° ; III-IV, 15° ; IV-V, (18° ?). Les coussinets de phalanges sont peu visibles : sauf pour le pouce on ne voit que le dernier. L'arrière du pied forme pour ce plantigrade onguligrade, une sorte de cuvette au point d'origine possible des métatarses. Si ce point, comme il est probable, est surélevé au-dessus du sol avec un certain remplissage cartilagineux en dessous, l'angle de divarication des doigts doit en être diminué d'autant. La formule paraît-être : 1-2-3-3 ou 4-1.
- MANUS : La main est discoïde et montre surtout les doigts II à V. Longueur de la main, 130 mm (du doigt I, (35 mm ?) ; de II, 55 mm ; de III, 60 mm ; de IV, 64 mm ; de V, 40 mm : projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 11 mm. Largeur de la main entre I et V : 130 mm. Divarication totale I-V : 59°. Distance de la trace du pied à l'arrière de la trace de la main : 0,45 m d'une manière constante (pas une exception).
- PISTE : Enjambée 2,34 m (Pas = 1,17 m). Ped. angulatio : 11° (constant). Manus angulatio : 27° (constant). Ecartement, pes, 0,10 m, manus, 0,31 m (constant). La démarche se fait d'une façon exceptionnellement calme et régulière. On sent cet animal parfaitement adapté à sa marche quadrupède, comme le feront bien plus tard les grands tétrapodes du Jurassique et du Crétacé (Sauropodes en particulier).

Plésiotypes : La piste B doit être considérée comme plésiotype. Toutes les données génériques dont les mêmes, mais à multiplier par $X \frac{4}{5}$. L'enjambée passe de 1,80 m à 1,90 m en bout de piste. La ped. angulatio est nettement plus forte, passant de 18° à 21° en bout de piste, alors que la manus angulatio atteint 30°. Ce pied (pes) se pose à 0,32 m et jusqu'à 0,42 m à l'arrière de la main (manus) à la marche. Cette variété "decurrans" représente peut-être une marche plus près de l'eau (?).

Derivatio nominis et discussion : Nommé de par sa grandeur. Cet animal à la démarche noble paraît bien adapté à son habitat. Peut-être trop, car il n'en demeure pas la plus petite trace tout au long de l'époque du Stormberg supérieur.

- Les divers squelettes dont nous avons poursuivi l'exhumation à Maphutseng (même lieu) semblent correspondre mieux à Pseudotetrasauropus, à la vaste main qu'à Deuterosauropodus à la main réduite (voyez Thotobolosaurus mabzatae nov. sp. -, en cours d'étude).

Deuterosauropodus minor nov. sp. (Fig. 51)

Syntypes : Dalle de grès gris de la rivière Subeng (Leribe).

L'hypodigme y comprend 2 pistes complètes identiques, bien définies, les pistes A1 et A2 chacune avec 4 pas (couples pes-manus) successifs bien marqués pour A1 et un peu moins profonds pour A2. Ces 2 pistes presque parallèles cheminent à 1,00 m l'une de l'autre et traversent la piste d'un grand Pentasauropus incredibilis.

Diagnose : La démarche n'est pas tout à fait la même que pour D. major. Les pieds et les mains se posent juste dans le même axe l'un derrière l'autre, sur une voie plus étroite que jamais. Seuls les doigts II à IV de la main enfonce le sol.

- PES : Longueur du pied, 280 mm (du doigt I, 90 mm ; de II, 110 mm ; de III, 105 mm ; de IV, 90 mm ; de V, 45 mm ? ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 27 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 230 mm. Divarication totale I-IV, 40° (I-II, 16° ; II-III, 12° ; III-IV, 12°). Des coussinets de phalanges, on ne devine que les derniers, suivis d'ongles arrondis. L'arrière du pied est un peu enfoncé après un seuil. Le "talon" est plus marqué et plus large que pour D. major, formant un large lobe. Le bord externe du pied est le plus souvent escamoté. La formule digitale paraît être 1-2-3-3-(?). (Les estimations des mesures ont été faites sur la reconstitution du squelette du pied).
- MANUS : Longueur de la main, 100 mm + (du doigt II : à peine marqué ; de III, 50 mm ; de IV, 40 mm ; de V, 20 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 15 mm ?). Largeur de la main entre II et IV : 120 mm. Divarication totale II-IV : 30° ? . L'animal a appuyé fortement des doigts III et IV (exceptionnellement le IIe).
- PISTE : Enjambée diminuant de 1,70 m à 1,52 m en bout de piste (Pas = 0,85 m à 0,76 m). Ped. angulatio : 10° (Piste A1), 8° (Piste A2). Manus angulatio : 11° (Piste A1), 9° (Piste A2). Ecartement : Pes, 0,13 m ; Manus 0,14 m. La démarche est plus rectiligne encore que pour P. major.

Plésiotype : Une 3ème piste (Piste B1) sur la même dalle comprend 4 pas (couples pes-manus incomplets). La diagnose est la même, mais les dimensions sont plus petites ($\times \frac{4}{5}$ environ). Les 4 doigts forment des festons plus courts à l'avant de la sole pédieuse. Cette piste suit, en la remontant, la piste de Penta-

sauropus incredibilis - Une 4ème piste (B2) (un couple pes-manus) apparaît identique à B1. - L'enjambée fait 1,25 m (Pas = 0,62 m).

Derivatio nominis et discussion : Cet animal à la piste particulièrement étroite, est relativement petit. Il paraît également relativement svelte, et ne s'appuyer que modérément sur son train avant. Il est de fait, comme tous les animaux du Stormberg inférieur, proche de la bipédie (Il n'y a à cela que de rares exceptions). Il apparaît fonctionnellement pourtant mieux adapté à la quadrupédie que Tetrasauropus, et Sauropodopus.

E. - LES PENTADACTYLES.

Pentasauropus incredibilis nov. sp. (Fig. 52 A)

Syntypes : Dalle de grès gris de la rivière Subeng (Leribe), près du hameau de ha Panta (Dina Taoana).

L'hypodigme y comprend une piste complète de 10 mètres bien définie, avec 15 couples (pes 13 + 2, manus 14 + 1), l'animal obliquant vers sa droite sur une plage, en association avec la faune de tridactyles et de tétradactyles de la Subeng.

Diagnose : La nature surprenante de ce type de trace a été dépeinte génériquement plus haut (voir aussi P. morobongensis, P. motlejoi, P. sp. de la Phuthiatsana). - P. incredibilis très typique rappelle en plus petit P. motlejoi, mais l'arc de cercle des 5 doigts (pes) est plus ramassé, et la nature onguligrade se discerne plus parfaitement. Le doigt IV est plus court.

Les estimations de mesures entre parenthèse à la suite de celles des doigts ci-dessous sont celles des doigts augmentés des métatarses (sur une reconstitution du squelette de la patte), ou des métacarpes (pour la main).

- PES : Longueur du pied, 260 mm ? (du doigt I, 95 (170) mm ; de II, 130 (210) mm ; de III, 160 (260) mm ; de IV, 130 (250) mm ; de V, 140 (230) mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 25 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 370 mm. Divarication totale I-V, 40° ? (I-II, 9° ; II-III, 10° ; III-IV, 11° ; IV-V, 10° ?). Les coussinets de phalanges ne sont inscrits nulle part, même pas le bout des doigts, mais les ongles seuls. L'arrière du pied est resté à planer au-dessus du sol. Le "talon" au moins autant que pour les Sauropodes du Jurassique supérieur, paraît extrêmement renforcé par télescopage des métapodes et en position redressée. De sorte que les bouts des 5 doigts viennent, sur un cercle de rayon 25 cm, dessiner un arc de cercle de 95° orienté vers l'avant un peu vers l'intérieur de la piste, la flèche de l'arc y faisant 15° par rapport à l'axe de la piste (pied varus).

- MANUS : Longueur de la main, 310 mm ? (du doigt I, 140 (260) mm ; de II, 160 (270) mm ; de III, 170 (290) mm ; de IV, 160 (270) mm ; de V, 150 (260) mm : projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 20 mm, Largeur de la main entre I et V : 380 mm. Divarication totale I-V : 50° environ. Les bouts des 5 doigts s'inscrivent exactement sur un cercle de rayon 30 cm, sous un arc de 75° orienté vers l'avant un peu vers l'extérieur de la piste, la flèche de l'arc y faisant un angle de 18° par rapport à la marche (main valgus).
- PISTE : Enjambée, 1,20 m (Pas = 0,60 m), Ped. angulatio, variant de 35° à 50°. Manus angulatio variant de 43° à 58°. Ecartement : pes, de 0,44 m à 0,55 m, manus, de 0,50 m à 0,58 m (centres des traces ; en fait les bords internes se touchent pratiquement à la marche surtout pour pes, mais aussi pour manus - les empreintes étant immenses. Le train arrière est légèrement plus enfoncé que le train avant. On constatera chez P. erectus une possibilité de bipédie.

Plésiotype : P. motlejoii semble le parent le plus proche de notre espèce : il semble lui aussi connaître la bipédie (?) à la différence de P. incredibilis.

Derivatio nominis et discussion : Cet animal a donné lieu à bien des controverses, parès avoir suscité l'incrédulité (d'où le nom) quant à ses possibilités d'existence, surtout au sein de notre Molteno qui était considéré alors comme azoïque (1954). - A la suite, notre ami A.W. Crompton tenta d'en faire un vaste Prémammalien géant attardé (on peut voir un tel essai de reconstitution en plâtre peint, sur un moulage de notre dalle, au Musée de Bloemfontein). - La formule digitale ne peut qu'être spéciale vue la disposition à caractère primitif des 5 doigts aux ongles (sabots ?) formant la courbe régulière que l'on sait. On peut estimer sa formule phalangienne, et tentant de rebâtir hypothétiquement les membres ayant laissé de telles traces ; on paraît amené à : pes : 1-1 ou 2-2-3-3, manus, 1-2-2-2-2. Notre animal ne serait pas éloigné dans cette hypothèse des Anapsidés (voyez par exemple chez les Cotylosauriens le primitif Seymouria à la formule : pes, 1-2-3-4-3, manus, 1-2-3-4-2) ! Cette formule, simplifiée, serait différemment réduite que celle de la plupart des Archosauriens (voyez chez les Saurischiens du Jurassique le Sauropode Apatosaurus (Brontosaurus) à la formule : pes, 1-1-1-2-2, manus, 1-1-1-1-1).

Tout se passe en fait comme si Pentasauropus était un avant-coureur des Sauropodes, aux membres pes et manus peu atrophiés, ayant gardé une quasi-intégrité de ses doigts ; on penserait de fait plutôt chez les Anapsidés aux Diadectomorphes qu'aux Seymouriamorphes. Procolophon (Hypsognathus) par exemple, qui a duré tout le Trias, a les doigts mieux orientés vers l'avant que Seymouria. Les grands ongles larges font, de leur côté, penser davantage aux ongles larges des chéloniens (cf. Testudo Romer, p. 382). Par suite d'un renforcement possible de la queue ou d'un allègement de la tête, la marche bipède est devenue possible. On n'a pas du tout l'impression d'un ventre surbaissé comme chez les Cotylosauriens, (ni même d'un bassin large). P. tourne en outre son pied vers l'intérieur ce que ne semblent faire ni les Cotylosauriens primitifs ni les Sauropodes quadrupèdes ?

Pentasauropus maphutsengi nov. sp. (Fig. 52 B)

Syntypes : Dalle de grès blanc-verdâtre de Maphutseng-Majakaneng.

L'hypodigme y comprend une piste complète assez bien définie avec 5 pas (couples pes-manus) successifs, visibles sur 4 m, que traversent obliquement et postérieurement 4 ou 5 pistes de tridactyles, en association avec la riche faune ichnologique ou osseuse de Maphutseng.

Diagnose : De même aspect général que P. incredibilis, P. maphutsengi est néanmoins beaucoup plus considérable. C'est la plus grande des espèces du genre ; le train avant y paraît aussi pesant que le train-arrière.

- PES : Longueur du pied, 400 mm environ (du doigt I, 140 (240) mm ; de II, 160 (250) mm ; de III, 180 (270) mm ; de IV, 220 (320) mm ; de V, 190 (280) mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 25 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux 400 à 420 mm. Divarication possible : I-V, 32° (I-II, 6°, II-III, 8° ; III-IV, 9° ; IV-V, 9° ?). Les coussinets de phalanges sont invisibles, mais on peut voir que le pied est très court, ramassé, et construit selon des lignes de force verticales. - L'arrière du pied ne paraît que peu, mais, par recoupement avec P. erectus, on peut penser que la sole pédieuse est arrondie, comme on le voit pour manus à la sole ("paume") écourtée. - A l'avant du disque esquissé par le pied (pes), les 5 ongles ("sabots") s'inscrivent régulièrement en un arc de 87° environ sur un cercle de rayon 35 cm, et dont la flèche oblique à 30° vers l'intérieur de la piste (soit le double de P. incredibilis). - Les chiffres entre parenthèses à la suite des mesures des doigts (tentées sur une reconstitution du squelette) extrapolent leurs longueurs possibles augmentées de leurs métatarses respectifs. - La formule phalangienne semble très primitive et paraît être égale pour pes et manus, soit 1-2-3-4-3 (?).
- MANUS : Longueur de la main, 500 mm environ (du doigt I, 150 (300) mm ; de II, 180 (340) mm ; de III, 200 (270) mm ; de IV, 220 (350) mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 26 mm. Largeur de la main entre I et V : 500 mm. Divarication totale I-V : 50° (environ). Les ongles ("sabots") de manus s'inscrivent en un arc de 95° sur un cercle de rayon 35 cm, et dont la flèche oblique vers l'intérieur de la piste sous un angle de 30° comme le pied (caractère varus).
- PISTE : Enjambée 1,26 m (Pas = 0,63 m). Ped. angulatio, 50°. Manus angulatio, 57° à 60°. Ecartement, Pes : 0,65 m, Manus 1,00 m. L'écartement pour les bords externes des traces des mains atteint 1,25 m. - Tout se passe comme si les mains appuyaient d'une manière aussi pesante que les pieds, mais en s'écartant un peu davantage de l'axe central de la piste, comme pour diminuer d'autant le dandinement du corps à la marche. Pes et manus sont construits chez cet animal d'une façon presque identique, munis de sabots, peut être plus caractérisés pour pes que pour manus. Les membres avant et les membres arrière regardent d'une manière homologue vers l'intérieur de la piste à la marche, pes et manus tous fortement varus.

Derivatio nominis et discussion : En évocation de Maphutseng, "rivière des Citrouilles", station et forteresse du Prince des Baphuthi.

Si les traces de P. maphutsengi évoquent d'une manière réelle Tetrasauropus gigas, quant au pied, il en diffère pour la main, pour la démarche, pour l'absence de sole plantaire. L'écartement postérieur est quelque peu analogue certes, mais l'enjambée et l'écartement antérieur différent complètement entre le 1er et le 2e de ces géants. Pentasauropus maphutsengi est sans contredit l'un des plus grands reptiles du Stormberg inférieur (Longueur probable: une douzaine de mètres ; hauteur du bassin 3,50 m à 4,00 m (?), la tête pouvant dépasser 5 m (?). - Toute cette faune va disparaître dans la nouvelle écologie du Stormberg supérieur: un nouveau biome "steppique" remplacera l'ancien.

Pentasauropus erectus nov. sp. (Fig. 53 A, B, C)

Syntypes : Dalle de grès verdâtre de Maseru (trace course).

L'hypodigme y comprend 3 pistes complètes identiques, nettement définies, et montrant une gamme des activités variées de la bête. L'accostage en quadrupédie (A), l'érection en marche bipède avec le talon imprimé au sol, et peu après les 5 griffes (ongles) seules appuyées au sol (voir C). Après traversée du banc de sable, les mains se balancent en décrivant des courbes au sol qu'elles se contentent d'effleurer ou de balafre (B). Les pieds s'écartent de part et d'autre de l'axe central de la piste, piquent le sol, l'animal s'élançant en avant dans l'eau (on verra encore deux ou trois marque de mains).

Diagnose : P. erectus ajoute aux traits génériques sa nette propension à la bipédie. Pes et manus (égaux) laissent paraître leur "sole pédieuse" circulaire. Les mesures des doigts sont suivies de leurs mesures avec la phalange correspondante.

- PES : Longueur du pied, 350 mm (du doigt I, 110 (190) mm ; de II, 150 (250) mm ; de III, 170 (280) mm ; de IV, 180 (290) mm ; de V, 140 (250) mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 15 mm). Longueur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 300 mm. Divarication totale I-V, 30° (I-II, 7° ; II-III, 8° ; III-IV, 8° ; IV-V, 7°). Les coussinets de phalanges sont télescopés mais quelque peu visibles, surtout pour ceux des doigts externes (3 phalanges pour V, et pour IV; 2 phalanges pour III; et une phalange la dernière pour II et pour I). L'arrière du pied est parfois marqué (début de piste) ainsi que la sole pédieuse externe ; le reste du pied n'a pas touché le sol. Cet animal onguligrade peu éloigné de la plantigrade paraît avoir une formule phalangienne du type 1-2-3-3-3 ? (Le IIIème doigt est plus allongé que chez P. maphutsengi). Les 5 ongles ("sabots") s'inscrivent en un arc de 70° sur un cercle de rayon 20 cm ; cet arc est orienté vers l'avant un peu vers l'intérieur de la piste, la flèche de l'arc y faisant un angle de 23° par rapport à l'axe de la piste (pied varus).

- MANUS : Longueur de la main, 200 à 280 mm (du doigt I, 100 (200 ?) mm ; de II, 150 (230 ?) mm ; de III, 170 (250 ?) mm ; de IV, 150 (225 ?) mm ; de V, 170 (190 ?) mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 10 mm. Largeur de la main entre I et V : 320 mm. Divarication totale I-V : 45° (environ). La main est plus large que le pied. Les doigts qui paraissent un tant soit peu indépendants (balafre au sol à la "nage"), sont normalement disposés en un arc de 90° sur un cercle de rayon 23 cm, la flèche vers l'extérieur à 10° (main valgus).
- PISTE : L'enjambée ralentit insensiblement de 1,50 m à 1,20 m (Pas = 0,75 m à 0,60 m). Ped. angulatio, 45° en moyenne. Manus angulatio, irrégulière (35° à la "nage"). Ecartement (pes) : il passe de 0,50 m à 0,65 m ("nage" : 0,50 m).

Derivatio nominis et discussion : Nommé de par sa démarche (érection en position bipède), ce Pentasauropus, onguligrade cheminant sur ses 5 ongles, montre la "non-spécialisation" de tout ce groupe de reptiles, en même temps que d'autres vertébrés qui ont proliféré à l'époque du Molteno. On voit à nouveau combien ce Trias d'âge mal connu (Trias moyen à supérieur) a été riche en faune et combien il est loin d'être azoïque (?). On voit également combien l'ichnologie a apporté d'espérances nouvelles à la compréhension de cette période cruciale. Les Anomodontes, reptiles mammaliens herbivores du Karroo, semblent pratiquement évanouis. La bipédie de P. erectus, reptile au grand pied et à la grande main, construits à la manière de ceux des Proto-sauropodes au moins autant que des Diadectomorphes, pose plus d'un problème.

F. - DIVERS.

Genre Comptichnus E. Hitchcock 1865

Comptichnus moorosii nov. sp. (Fig. 46)

Syntypes : Dalle de grès blanc-verdâtre de Maphutseng-Majakaneng.

L'hypodigme y comprend une piste incomplète, définie partiellement, avec 3 pas : droit-gauche-droit (le dernier précédé de la main), en association avec la riche faune de Maphutseng (Molteno A/4 terminal).

Diagnose : Les pieds arrondis, festonnés (4 doigts régulièrement espacés et sortant à peine à l'avant de la sole pédieuse) classent notre espèce dans le genre Comptichnus Hitchcock. Mais l'étude plus poussée de la main amènerait peut-être à le classer ailleurs (voir à la discussion, plus bas).

- PES : Longueur du pied, 95 mm (du doigt I, 50 mm ; de II, 35 mm ; de III, 45 mm ; de IV, 36 mm ; de V, ? mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 24 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts

latéraux, 105 mm. Divarication totale II-IV, 90°, I-II, 30° (II-III, 20°; III-IV, 40°). Les coussinets de phalanges sont englobés dans la sole plantaire sauf les derniers bien apparents. L'arrière du pied, en y comprenant l'empreinte des métatarses, se révèle bien marqué, mais raccourci et arrondi. La marque du "talon" n'est qu'amorcée. C'est bien le Ve doigt qui manque si l'on se fie aux recherches de Haubold (p. 60 ss), touchant Comptichnus.

- MANUS : Longueur de la "main", 50 mm (sous toutes réserves), ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 15 mm ?. Largeur de la main entre I et IV : 50 mm. Divarication totale ? (La main plus petite, plus allongée, moins arrondie, semble avoir les doigts un peu plus serrés que pour le pied. - Mais il faudrait dégager davantage de piste).
- PISTE : Enjambée, 1,48 m (Pas = 0,74 m), Ped. angulatio, ? Manus angulatio : ? . Ecartement, ? : la démarche est mal connue, mais paraît rapide et assez rectiligne.

Plésiotype : (Néant).

Derivatio nominis et discussion : En hommage à Moorosi, ancien roi de la tribu des Baphuthi au Sud du Lesotho, près de la capitale de qui se trouve la dalle et ses pistes.

Ce morpho-genre Comptichnus nous paraît insuffisamment défini (voir Hitchcock, Lull, Haubold). Haubold (p. 60 ss) tente de classer cet animal dans l'ordre des Crocodylia et le sous-ordre des Proto-suchiens. Il nous semblerait plutôt, dans cette alerte petit vertébré à la démarche rapide, voir un proto-mammalien peu éloigné de ce que seront plus tard Calibarichnus ou Ameghinichnus Casamiquela, 1964 ss. ; ou mieux encore Eotetrapodiscus du Stormberg supérieur et ses successeurs (Fig. 72 et 73) ; lesquels sont indubitablement éloignés des reptiles (crocodyliens et autres) - (Il ne saurait s'agir ici de simples mains de tridactyles, car il n'en existe pas de piste dans le même axe).

V. - Zone A/5 .

Au moment où la sédimentation grossière du Molteno s'affine et que les apports détritiques plus légers deviennent aussi plus "boueux", l'ensemble de la formation prend une teinte violacée. La flore à Dicroidium persiste en même temps que se multiplient les tombes ou cimetières de Mélanosauridés et alliés. Dans ces niveaux dits "Red Beds inférieurs", l'ichnologie devient pauvre. Peut-être l'apport des sédiments devient-il trop "maigre", trop capricieux, et sans doute la plupart des "sols" ont-ils été amenés par des transports érosifs de plus en plus locaux.

D'où la persistance accrue des dépôts osseux, et l'absence de pistes dans ces argilites de plus en plus rouges, qui se terminent par un premier conglomérat de lessivage (Banc "Olivier", à os roulés, dents, griffes, etc).

LES TRIDACTYLES.

Genre Tritotrisauropus nov. gen.

Représentant une 5e faune de tridactyles du Stormberg inférieur, ce genre nouveau avait déjà été annoncé par Pseudotrisauropus cf. dieterleni dont il continue l'évolution avec un allongement modéré du doigt médian (moins enfoncé) et une meilleure adaptation à la tridactylie. Les 3 doigts n'en demeurent pas moins parallèles ou presque. On ne lui voit point la marque du petit doigt, ni, à l'avant, de palme. Les ongles sont émoussés. L'arrière du pied, entre l'origine des IIe et IVe doigts, est comme escamoté.

Tritotrisauropus medius nov. sp. (Fig. 54)

Syntypes : Dalle de grès jaune (au-dessus d'un banc à Dicroidium, puis à Phaenicoptis sp. (lères masses d'argilite rouge friable de Red Beds, - Maphutseng Nord sous la brèche I.

L'hypodigme y comprend 2 pistes incomplètement définies l'une chemine vers l'actuel Ouest (2 pas ?).

Diagnose : Les 3 doigts II-III-IV sont quasi-parallèles. La trace de pes pourrait s'inscrire dans un carré axé normalement sur l'axe du déplacement, mais amputé des deux angles antérieurs. La forme rappelle Pseudotrisauropus maserui (avec des doigts mieux enfoncés), mais il ne dépasse que de peu P. dieterleni pour la taille. Pas de talon.

- PES : Longueur du pied, 170 mm (du doigt II, 70 mm ; de III, 140 mm ; de IV, 110 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 80 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 150 mm. Divarication totale II-IV, moins de 14° (II-III, 7° ; III-IV, 7° environ). Les coussinets de phalanges sont inscrites profondément mais réunis en une pulpe. L'arrière du pied symétrique est échancré à l'origine du doigt médian. Le doigt II est un peu arqué vers le bord interne et bien enfoncé au sol, les deux autres rectilignes sont également enfoncés. Mais, chez ce digitigrade, seules les deux dernières phalanges du IVe doigt sont puissamment utilisées à la marche.
- MANUS : La main ne semble pas avoir touché le sol.
- PISTE : Enjambée, 1,24 m (Pas = 0,62 m ?), Ped. angulatio ? . Ecartement, ? mm ; la démarche n'est pas bien connue.

Plésiotype : Des pistes analogues semblent exister dans ces niveaux, par ailleurs si riches du côté ossifère. (Etude en cours).

Derivatio nominis et discussion : Ce bipède tridactyle se révèle comme à mi-distance (d'où le nom) entre les vieillesstrates du Stormberg inférieur, proliférantes, et le quasi-anéantissement que connaît cette faune à l'aurore du Stormberg supérieur.

Zone A/6.

Le faciès à délavages d'argilite rouge, avec des chenaux, parfois surimposés les uns aux autres, s'achève par un deuxième conglomérat de lessivage (os, dents et cailloux à patine brillante), représentant peut-être une phase climatique de longue durée. La faune à Mélanorosauridés (Melanorosaurus readi, Plateosauravus stormbergensis, P. cullingworthi) est accompagnée d'une flore appauvrie à Baiera sp. et Pseudoctenis sp.

LES TRIDACTYLES (AVIFORMES).

Trisauropodiscus galliforma nov. sp. (Fig. 55)

Syntypes : Dalle de grès blanchâtre du village de Thejane Maphutseng (Stormberg inférieur vers le sommet).

L'hypodigme y comprend 6 pistes peu complètes identiques, bien définies dont la piste A avec 3 pas successifs, en association avec :

T. phasianiforma, T. levis et T. popompoi.

Diagnose : Comme nous l'avons dit pour la description du genre (avant le N° 47) c'est au moment où la macrofaune du Molteno semble arriver à son terme, qu'apparaît une faune nouvelle de très petits tridactyles bipèdes marcheurs et comme sautillants. Les 3 doigts sont très écartés. Le pied est sans talon.

- PES : Longueur du pied, 68 mm (du doigt II, 34 mm ; de III, 48 mm ; de IV, 50 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 28 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 65 mm. Divarication totale II-IV, 70° (II-III, 30° ; III-IV, 40°). Les coussinets de phalanges sont arrondis et réunis en minces boudins. Petite griffe au doigt II. L'arrière du pied n'a pas touché le sol -. Le IV^e doigt, bien écarté des deux autres, est mobile. Formule phalangienne : (?) - 2 - 3 - 4 - (?)
- MANUS : La main n'a pas touché le sol, cet animal étant bipède.
- PISTE : Enjambée, 0,46 m à 0,50 m (Pas = 0,23 m à 0,25 m), Ped. angulatio, 23° à 25°. Manus angulatio : néant. Ecartement, 0,25 m à 0,40 m : la démarche se fait donc un peu zig-zaguante. - Pas de trace de queue.

Plésiotype : (?) les espèces suivantes paraissent bien distinctes.

Derivatio nominis et discussion : Ce petit "proto-avien" d'allure, déambule à la manière d'un poulet, - d'où le nom spécifique. Ses coussinets phalangiens sont plus épais que ceux d'un gallinacé, au contraire de ceux très fins de T. aviforma (cf. v. vanellus), zone A/4; comme les suivants, on serait tenté de le placer dans un genre "Ornithopodiscus".

Trisauropodiscus phasianiforma nov. sp. (Fig. 56)

Syntypes : Dalle de grès blanchâtre de Thejane (Maphutseng) (2ème dalle).

L'hypodigme y comprend 3 pistes complètes identiques, bien définies de 3 pas chacune en association avec T. galliforma, T. levis et T. popompoi (pistes A, B, C).

Diagnose : Ce petit bipède tridactyle léger présente 3 doigts très divergents. Le IVe doigt peut atteindre une divarication considérable lors de la marche. Lorsqu'elle est à son minimum, un petit coussinet se dessine au "post-talon".

- PES : Longueur du pied, 44 mm (du doigt II, 17 mm ; de III, 31 mm ; de IV, 27 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 20mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 40 à 46 mm. Divarication totale II-IV, 70 à 100° (II-III, 40 à 50° ; III-IV, 30 à 50° - mobile -). Les coussinets de phalanges sont réunis en une pulpe digitale continue ovoïde. L'arrière du pied est invisible, mais à l'arrière du "talon" se dessine parfois une petite tache isolée un peu oblongue dans le sens transversal, un peu avant le début du IIIe doigt (IIIe et IVe métatarses ?). Elle disparaît lorsque le doigt IV atteint sa plus grande divergence. Formule phalangienne ?-2-3-4-? .

- MANUS : La main ne touche pas le sol.

- PISTE : Enjambée, A et B : 0,32 m ; C : 0,24 m. (Pas : A et B : 0,16 m C : 0,12 m), Ped. angulatio, A et B : 2° seulement ; C : 9°. Ecartement, 0,11 m : la démarche se fait ici d'une façon presque parfaitement rectiligne. T. phasianiforma apparaît être un petit bipède spécialement adapté à la marche.

Plésiotype : (?)

Derivatio nominis et discussion : La piste évoque celle d'un petit gallinacé mineur de la taille ou de l'allure du faisan (phasianus). Mais la disposition des doigts écartés rappelle un peu celle que l'on rencontre chez les palmipèdes.

Trisauropodiscus levis nov. sp. (Fig. 57)

Syntypes : Dalle de grès blanchâtre de Thejane (Maphutseng).

L'hypodigme y comprend 3 pistes incomplètes identiques, insuffisamment définies, avec un pas bien marqué chacune, en association avec les précédents et le suivant.

Diagnose : Ce très petit bipède tridactyle présente une divarication des 3

doigts semblables à celle de T. phasianiforma, y compris en ce qui concerne le IVe doigt, mais il paraît dépourvu d'un coussinet à l'arrière-talon.

- PES : Longueur du pied, 25 mm (du doigt II, 13 mm ; de III, 17-18 mm ; de IV, 15 mm⁺; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 10 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 26 mm. Divarication totale II-IV, 90° (II-III, 40° ; III-IV, 50°). Les coussinets de phalanges sont un peu visibles (formule : ?-2-3-4-?). L'arrière du pied est peu marqué, une très petite sole réunit quelquefois l'origine des 3 doigts mais le talon fait défaut.
- MANUS : La main n'a pas touché le sol.
- PISTE : Enjambée, 0,20 m environ (Pas = 0,10 m environ ? -), Ped. angulatio, 3° ? . La démarche se fait donc d'une façon rectiligne.

Plésiotype : (?) (Voir ci-dessous).

Derivatio nominis et discussion : Le pied léger (levis) de ce très petit coureur ou sauteur nous fait entrer une fois de plus dans l'évocation, en ce Trias supérieur, d'un monde qui donnera finalement les Aviens. T. levis dépasse à peine une colombe en stature. Il n'est pas beaucoup plus grand que T. aviforma passer, de la zone A/4.

On lit dans P.P. Grassé ("Traité de Zoologie", Tome XV, Oiseaux, p. 811), à la suite de l'exposé sur le "Proavis" - ancêtre imaginaire des oiseaux - : "Il faut attendre la découverte de documents paléontologiques nouveaux pour tenter de retrouver d'une façon précise le passage entre les reptiles Pseudosuchiens bipèdes du Trias et l'oiseau déjà capable de voler du Jurassique supérieur" -

Les oiseaux ont comme maint dinosauriens, on le sait, une articulation tarso-métatarsienne, des os pneumatiques, une fosse anté-orbitaire, etc : c'est pourquoi nous avons conservé par prudence dans la dénomination de notre morpho-genre (notre "ichnogenre") le terme "sauro" pour nos proto-aviens aux squelettes encore inconnus. Souhaitons la découverte prochaine du squelette d'un de ces animaux !

Trisauropodiscus popompoi nov. sp. (Fig. 58)

Syntypes : Dalle de grès blanchâtre de Thejane (Maphutseng).

L'hypodigme y comprend une piste complète, bien définie (3 pas successifs), en association avec la petite faune "proto-avienne" ci-dessus.

Diagnose : Cet animal semble bien faire partie du même genre malgré sa dimension beaucoup plus grande. La divarication des doigts est considérable (reliés par une palme. Il a à l'arrière du pied le pouce (I) tourné vers l'arrière, et

la trace au sol d'un long talon.

- PES : Longueur du pied, 125 mm, 215 mm avec l'arrière du talon (du doigt I, 25-30 mm ; de II, 65 mm, de III, 75 mm ; de IV, 85 mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 53 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 120 à 130 mm. Divarication totale II-IV, 90° (II-III, 45° ; III-IV, 45°) Les coussinets de phalanges sont marqués et épais (Formule ?-2-3-4-?). L'arrière du pied aminci montre un coussinet isolé vers l'intérieur (doigt I), doublé d'un long prolongement correspondant à toute la longueur d'un ou deux métatarses, bien à l'arrière.
- MANUS : La main ne s'est pas posée au sol.
- PISTE : Enjambée, 0,76 (Pas = 0,37 à 0,38), Ped. angulatio, 23°. Ecartement, 0,088 : la démarche se fait donc avec un certain dandinement comme un canard.

Plésiotype : On peut comparer avec les types mineurs de la dalle de Moyeni.

Derivatio nominis et discussion : Parmi nos proto-aviens celui-ci est sinon le plus grand (voyez T. superaviforma Fig. 48), au moins le plus corpulent d'où le nom de Popompo, "la grosse bête,-de Thejane".

Cet animal évoque Moyenisauropus palmipes de la zone B/1, dont la construction du pied sera un peu analogue, mais dont le pouce ne se tournera plus vers l'arrière mais vers le côté interne du pied à 90° de l'axe de marche. Chez Anomoepus du Connecticut, le pouce sera à 20° encore plus à l'avant. Ici le pouce, s'il s'agit bien de lui, regarde franchement vers l'arrière (à 60° de la perpendiculaire). Ce n'est que beaucoup plus tard que ce trait se retrouvera chez les oiseaux. Le pouce de T. popompoi apparaît semblable à celui des marcheurs (cf. vanneaux, etc), et non préhensible (comme T. aviforma merula). T. popompoi paraît avoir opté pour la palmipédie, au moins secondaire.

Zone A/7

Ce stade terminal du Stormberg inférieur se situe stratigraphiquement entre le conglomérat Nonyana et le banc Makhosi. Sédimentologiquement parlant c'est bien la fin de Stormberg, époque de transition qui se caractérise par la cessation des dépôts vaseux fluides et boueux, et l'accroissement général des micro-phénomènes d'érosion locale, charriant des éléments de plus en plus éoliens et de plus en plus rubéfiés. Alors qu'au sein des grès clair les pistes viennent à manquer, dans les plaquettes rouges, interstratifiées avec les dernières marnes à prédominance argileuse du Stormberg inférieur, se voient les premiers signes de la prolifération des micro-vertébrés qui deviendra la caractéristique essentielle du Stormberg supérieur. Cette zone nous a fourni, aux côtés d'Ornithischiens très archaïques, le crâne d'un devancier des proto-mammaliens, Masitisitherium primordialis, des Tritylodontidés archaïques, etc.

L'ANNONCE DES PETITES FAUNES DU STORMBERG SUPÉRIEUR.

Genre Microtetrapodiscus nov. gen.

Avant-coureuses elles aussi des proto-mammaliens sont les pistes que nous avons pu découvrir dans cette zone et que nous groupons au moins temporairement sous le genre Microtetrapodiscus. La caractéristique en est la petitesse des pieds et des mains, leur aspect particulier de tétradactyles digitigrades fonctionnels (le doigt I n'ayant pas marqué le sol). La symétrie bilatérale du pied comme de la main est frappante ainsi que la finesse de ces 4 doigts aux petits ongles élancés (formule ?-3-3-3-3) (?).

Microtetrapodiscus longiforma nov. sp. (Fig. 60)

Holotype : plaquette de grès fin schisteux rouge (délavage au sein des dernières argilites marneuses violacées du Stormberg inférieur (faciès "Lower Red Beds").

L'hypodigme y comprend une piste incomplète définie imparfaitement (un couple pes-manus), en association avec l'apparition des restes osseux de nombreux petits vertébrés dont nous n'avons pas encore commencé la publication.

Diagnose : La main, comme le pied, a 4 doigts principaux, les 2 du centre dépassent d'assez loin les doigts latéraux II et IV. Ces doigts montrent une divarication faible. Cet animal léger paraît avoir un train-avant aussi pesant que le train-arrière. Nous posons les longueurs mesurables (et entre parenthèses l'estimation de la longueur totale possible).

- PES : Longueur du pied, 16 (30) mm (du doigt II, 7 (10) mm ; de III, 9 (17) mm ; de IV, 9 (10) mm ; de V, 7 (9) mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, égale au doigt IV. Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 10 mm. Divarication totale II-V, 25° (II-III, 9° ; III-IV, 7° ; IV-V, 9°). Les coussinets de phalanges sont réunis en une pulpe digitale très étroite et fine. L'arrière du pied n'a pas touché le sol (plante), non plus que le départ des doigts III et IV (1ère et 2ème phalanges ?). Les petits ongles élancés ne sont pas crochus.
- MANUS : Longueur de la main, 12 (22) mm (du doigt II, 6 (8) mm ; de III, 10 (11) mm ; de IV, 11 (12) mm ; de V, 7 (8) mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, égale au doigt IV. Largeur de la main entre II et V : 11 mm. Divarication totale II-V : 22°. La main est presque aussi oblongue que le pied et a les ongles plus pointus. Distance entre pes et manus : 30 mm.
- PISTE : Les éléments de la piste ne sont pas connus. La main a appuyé très légèrement à l'extérieur du pied (?).

Plésiothype : (inconnu ; mais on peut comparer avec toutes les autres petites pistes du Stormberg supérieur).

Derivatio nominis et discussion : Nommé de par la forme bien allongée de son pied et de sa main. Le pied apparaît au moins aussi allongé que celui du marsupial actuel Sminthopsis (Haubold 1971, p. 3). Le squelette du pied de Tritylodon sp. que nous avons découvert à Matsepe est plus étalé dans le sens transversal.

Microtetrapodiscus breviforma nov. sp. (Fig. 61)

Holotype : Plaquette de grès fin schisteux rouge (délavage au sein des dernières argilites du Stormberg inférieur).

L'hypodigme y comprend une piste incomplète, définie imparfaitement (avec un couple pes-manus), en association avec la faune de petits vertébrés inédits de cette zone.

Diagnose : Chez ce petit tétrapode, seules les extrémités des 4 doigts principaux de pes et manus ont imprimé le sol phalanges visibles. Le pied comme la main apparaissent plus ramassés que pour M. longiforma ; les deux doigts médians ne dépassent que de peu les deux doigts latéraux II et IV. Ces 4 doigts presque parallèles ont une divarication pratiquement nulle. Nous en inscrivons les longueurs mesurables (le second chiffre entre parenthèses représente l'estimation de la longueur totale du doigt).

- PES : Longueur du pied, 7 (30 ?) mm (du doigt II, 4 (12) mm ; de III, 7 (13) mm ; de IV, 6 (12) mm ; de V, 3 (9) mm ; projection de III en avant du bout des doigts latéraux, 2 mm). Largeur du pied entre l'extrémité des doigts latéraux, 17 mm. Divarication totale II-IV, 25° (II-III, 8°; III-IV, 9°; IV-V, 8°). Les coussinets de phalanges sont marqués, mais seuls les deux derniers pour III et IV, et les derniers pour II et V. L'arrière du pied est tout à fait invisible de même qu'un talon, l'animal paraissant essentiellement digitigrade. Les 4 doigts se terminent par des ongles peu crochus.
- MANUS : Longueur de la main, 9 (20 ?) mm (Longueur des doigts en y incluant les ongles : du doigt II, 9 (11) mm ; III, 8 (9) mm . de IV, 6 (9) mm ; de V, 5 (7) mm : projection de III en avant du bout des doigts latéraux, $\frac{1}{2}$ mm. Largeur de la main entre II et IV : 11 mm. Divarication totale II-V : 10°. Les 4 ongles de la main semblent très élancés et crochus vers le bas. Le couple pes-manus est resserré, 10 mm, dans le sens longitudinal.
- PISTE : Les éléments de la piste ne sont pas connus, mais on voit que l'écartement antérieur dépasse sensiblement l'écartement postérieur, la main s'étant posée à 17 mm à l'extérieur du pied, latéralement.

Plésiotype : Inconnu (voir Stormberg supérieur).

Derivatio nominis et discussion : Nommé ainsi à cause de la forme plus raccourcie du pied et de la main. On n'est pas très loin, à la vue de cette piste, des marsupiaux de Haubold, p. 3 : Metachirus, Phascogale, Sminthopus!

En ce point final de la série du Stormberg inférieur, la porte s'ouvre béante sur le monde neuf du Stormberg supérieur. Nous pénétrerons dans ses paléo-paysages insoupçonnés avec la suite de cet ouvrage, où, ichnologiquement, nous aurons besoin d'yeux nouveaux.

Face au paléo-spectacle de la zone B/1 (Dalle de Moyeni), face aux rivières et aux lacs tout temporaires, où prendront encore alors leurs ébats des Archosauriens divers, des Crocodyliens, des "proto-aviens", des Amphibiens, se fera la montée plus nombreuse, dans les ravinements loessoïdes voisins, steppiques, -d'apparence "contemporaine", -des successeurs grands et petits de Microtetrapodiscus longiforma et de M. breviforma; - avec les paléofaunes nouvelles de vertébrés, qui d'emblée seront la caractéristique de base de notre nouvel âge.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- BARGHUSEN H. and HOPSON J.A. (1970).- Squamosal joint and the origin of Mammals. Sc. Americ. Assoc. for the Adv. of Science, pp. 573-575.
- BONNAMAIN S. (1963).- Etude anatomique et paléogéographique d'un nouvel échantillon de Rhexoxylon du Basutoland. Dipl. Et. Sup. Paris.
- BONNAMAIN S., BOUREAU E. et ELLENBERGER P. (1963).- Sur un nouvel échantillon de Rhexoxylon africanum Bancroft des couches du Molteno du Basutoland. C.R. somm. S.G.F., pp. 275-276.
- BUFFARD R., DEMATHIEU G. et P. (1969).- Mise en évidence de deux niveaux bien individualisés à empreintes théromorphoïdes, lacertoïdes et crocodyloïdes dans le grès bigarré de Haute-Saône. Annales Scient. de l'Univ. de Besançon, 3^e série - Géol.; fasc. 8.
- CASAMIQUELA R.M., (1964).- Estudios icnológicos. Buenos Aires (avec la participation du Ministère des Affaires Sociales, Rio Negro), 230 p.
- CASAMIQUELA R.M., (1966).- Algunas consideraciones teoricas sobre los andares de los Dinosaurios Saurisquios. Implicaciones filogeneticas. Ameghinia, t. IV, n^o 10, pp. 373-388.
- CHARIG A.J., ATTRIDGE J. & CROMPTON A.W., (1965).- On the origin of Sauro-pods and the classification of the Saurischia. Proc. Linn. Soc. London, 176, 2, pp. 197-221.
- CHUNG-CHIEN YOUNG (1947).- Mammal-like reptiles from Lufeng Yunnan, China, Proc. Zool. Soc. London, vol. 117, P. II-III, pp. 537-597.
- COLBERT E.H., (1962).- Dinosaurs, their discovery and their world. Hutchinson of London, 288.
- COLBERT E.H., (1964).- Relationship of the Saurischien Dinosaurs. American Museum Novitates, n^o 2181, pp. 1-24.
- COSTEDOAT D., (1962).- Etude de quelques reptiles fossiles du Basutoland. Dipl. Et. Sup. Paris.
- COUREL L. & DEMATHIEU, G.G.P. (1961-62).- Les empreintes de pas fossiles dans le Trias de la bordure est et nord-est du Massif Central. Bull. Scient. de Bourgogne, t. XXI.
- COUREL L., DEMATHIEU G. et BUFFARD R. (1968).- Empreintes de pas de Vertébrés et stratigraphie du Trias. Bull. Soc. Géol. France, t. X, pp. 275-281.

- CROMPTON A.W. & ELLENBERGER F., (1957).- On a new cynodont from the Molteno beds and the origin of the Tritylodontids. Ann. S. Af. Mus., Vol. 44, pp. 1-14.
- CROMPTON A.W. (1953).- On the lower jaw of Diarthrognathus and the origin of the mammalian lower jaw. Proc. Zool. Soc. Lond., vol. 140, P. 4, pp. 697-753.
- CROMPTON A.W., (1955).- A possible explanation for the origin of the Mammalian Brain and Skull. S.A. Journal of Sc., Vol. 52, n^o 5, pp. 130-133.
- CROMPTON A.W., (1955).- A revision of the Scaloposauridae with special reference to Kinetism in this family. Res. of the Nas. Mus. Bloemf. vol. 1, P. 7, pp. 150-183.
- CROMPTON A.W., (1958).- The cranial morphology of a new genus and species of Ictidosauran. Proc. Zool. Soc. London. Vol. 130, P. 2, pp. 183-216.
- CROMPTON A.W., (1962).- On the dentition and tooth replacement in two Bauriamorph reptiles. Annals of the S.A. Museum, Vol. XLVI, P. IX, pp. 231-255.
- CROMPTON A.W. and CHARIG A.T., (1962).- A new ornithischian from the upper triassic of S.A. Nature, London, vol. 196, n^o 4859, pp. 1074-77.
- CROMPTON A.W., (1963).- The evolution of the mammalian jaw. Evolution, U.S.A Vol. 17, n^o 4, pp. 431-434.
- CROMPTON A.W., (1963).- Tooth replacement in the cynodont Thrinaxodon Liorhinus. Annals of the S.A. Mus., vol. XLVI, P. XX, pp. 479-521.
- CROMPTON A.W., (1964).- A preliminary description of a new mammal from the U. Triassic of S.A. Proc. Zool. Soc. London, Vol. 142, P. 3, pp. 441-452.
- CROMPTON A.W., (1964).- On the skull of Oligokyphus. Bull. Brit. Mus.(Geol.) London. Vol. 9, n^o 4, pp. 67-82.
- CROMPTON, ATTRIDGE, CHARIG (1965).- On the origin of the Sauropods, and the classification of the Saurischia. Proc. Linn. Soc. London, 176, 2, pp. 197-221.
- CROMPTON and HUTTON N., (1967).- Functional morphology of the masticating apparatus of two dicynodonts (Reptilia, Therapsida). "Postilla", Peabody Mus. of Nat. Hist. Yale Univ. Newhaven, Connecticut U.S.A., n^o 109, pp. 1-51.
- CROMPTON and JENKINS (1968).- Molar occlusion in late triassic mammals. Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society. Vol. 43, pp. 427-458.

- CROMPTON A.W., (1968).- In Search of the insignificant. Discovery, London, 3 (2), pp; 23-32.
- CROMPTON A.W., (1968).- The enigm of the evolution of mammals. Optima, London, New-York, p. 137-151.
- DAMANE M., (1969).- Dinosaur footprints and fossils at Matsieng, Lesotho Museum Board proceedings, 2 p
- DEMATHIEU G., (1966).- Rhynchosauroides petri et Sphingopus ferox, nouvelles empreintes de reptiles des grès triasiques de la bordure nord-est du Massif Central. C.R. Acad. Sc., Paris, t. 263, p. 483-488.
- DEMATHIEU G., (1968).- Les empreintes de pas fossiles des grès triasiques de la mine de Largentière (Ardèche). Bull. Scient. de Bourgogne, T. XXV, pp. 347-367.
- DEMATHIEU G., (1970).- Contribution à l'ichnologie à la connaissance de l'évolution des reptiles pendant la période triasique. C.R. som. de la Soc. Géol. de France, pp. 122-123.
- DEMATHIEU G., (1970).- Les empreintes de pas de vertébrés du Trias de la bordure nord-est du Massif Central. Editions du C.N.R.S., Paris (211 p.)
- DEMATHIEU G., (1971).- Cinq nouvelles espèces d'empreintes de Reptiles du Trias de la bordure nord-est du Massif Central. C.R. de l'Ac. Sc. Paris, t. 272, pp. 812-814.
- DORNAN S.S., (1907).- On the geology of Basutoland. Brit. and South African Association Report, Vol. II.
- DORNAN S.S., (1908).- Note on the Geology of Basutoland. Geol. Mag., Vol. V, pp. 57-63 and pp. 112-118.
- DUPONT E., (1897).- Bernissart et les Ignanodons. Mus. Hist. Nat. Bruxelles, 55 p.
- DU TOIT A. (1954).- The Geology of South Africa (3rd ed). Oliver and Boyd London, 611 p.
- ELLENBERGER Paul (1955a).- Le Quaternaire du Basutoland (Afrique du Sud). Note préliminaire. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 240, pp. 793-795.
- ELLENBERGER Paul (1955b).- Note préliminaire sur les pistes et restes osseux de Vertébrés du Basutoland (Afrique du Sud). C.R. Acad. Sc. Paris, t. 240, pp. 889-891.

- ELLENBERGER Paul (1960).- Le Quaternaire au Basutoland (Afrique du Sud). Succession et stratigraphie dans le Bassin du Haut Orange. Bull. Soc. Préh. Fr., LVII, n° 78, pp. 439-475.
- ELLENBERGER Paul (1961).- Basutoland National Museum Morija. Leselinyana, Morija, pp. 2-3.
- ELLENBERGER Paul (1965).- Découverte de pistes de Vertébrés dans le Permien, le Trias et le Lias inférieur, aux abords de Toulon (Var) et d'Anduze (Gard). C.R. de l'Acad. Sc. Paris, t. 260, p. 5856-5859.
- ELLENBERGER Paul (1970).- Les niveaux paléontologiques de première apparition des Mammifères primordiaux en Afrique du Sud, et leur ichnologie. Etablissement de zones stratigraphiques détaillées dans le Stormberg du Lesotho (Afrique du Sud). (Trias supérieur à Jurassique). Symposium International du Gondwana, à Capetown et Johannesburg. (sous presse, 50 p.)
- ELLENBERGER Paul (1970).- Pistes de Vertébrés dans l'Infralias (Rhétien et Hettangien de Sanary-sur-Mer (Var) et Corbès (Gard), et leurs antécédents dans les mêmes séries au Permo-Trias. (Découvertes 1965 ; Bull. Soc. Géol. de France, à paraître).
- ELLENBERGER F. et ELLENBERGER Paul (1956a).- Quelques précisions sur la série du Stormberg au Basutoland (Afrique du Sud). C.R. Acad. Sc., t. 241, pp. 799-801.
- ELLENBERGER F. et ELLENBERGER Paul (1956b).- Le gisement de Dinosauriens de Maphutseng (Basutoland). C.R. somm. Soc. Géol. de France, pp. 99-101.
- ELLENBERGER F. et ELLENBERGER Paul (1958).- Principaux types de pistes de Vertébrés dans les couches du Stormberg au Basutoland (Afrique du Sud). C.R. somm. Soc. Géol. de France, pp. 65-67.
- ELLENBERGER F. et ELLENBERGER Paul (1959).- Quelques pistes de Vertébrés du Permien inférieur de Lodève. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 248.
- ELLENBERGER F. et ELLENBERGER Paul (1960).- Sur une nouvelle dalle à pistes de Vertébrés découverte au Basutoland (Afrique du Sud). C.R. somm. Soc. Géol. de France, pp. 236-237.
- ELLENBERGER F. et ELLENBERGER Paul (1962).- New Dinosaur tracks in Basutoland. Basutoland news, Maseru (Lesotho).
- ELLENBERGER F. et ELLENBERGER Paul, FABRE J. et MENDREZ Ch. (1964).- Deux nouvelles dalles à pistes de Vertébrés fossiles découvertes au Basutoland (Afrique du Sud). C.R. somm. Soc. Géol. de France, pp. 315-316.

- ELLENBERGER F., ELLENBERGER Paul, FABRE J., GINSBURG L. and MENDREZ Ch. (1964).- The Stormberg Series of Basutoland (South Africa). Proc. of the International Geological Congress in New Delhi, with full references.
- ELLENBERGER F. et GINSBURG L. (1966).- Le gisement de Dinosauriens triasiques de Maphutseng (Basutoland) et l'origine des Sauropodes. C.R. Acad. Sc., Paris, t. 262, pp. 444-447.
- ELLENBERGER F. (1962).- New Dinosaur tracks in Basutoland. Basutoland News Maseru.
- ELLENBERGER Paul et GINSBURG L. (1965).- Sur le lieu d'origine du type de Tritylodon longaevus Owen. Bull. Muséum d'Hist. Nat. Paris, t. 37, n° 1, 1965, pp. 190-191.
- ELLENBERGER F., ELLENBERGER Paul and GINSBURG L. (1967).- The appearance and evolution of dinosaurs on the Trias and Lias, a comparison between South African Upper Karroo and Western Europe based on vertebrate footprints. Laboratoire de Géol. Struct. Univ. de Paris (France). International Symposium on Gondwana Geology Mar del Plata (Brazil). (The proceedings have been reedited).
- FABRE J., (1960).- Sédimentologie et flore des couches du Molteno au Basutoland. C.R. Ac. Sc.; t. 260, pp. 1878-1880.
- FABRE J. and GREBER Ch. (1960).- Présence d'un Dictyophyllum dans la flore Molteno du Basutoland (Afrique Australe). B.S.G.F., 7^e Série, t. II, pp. 178-182.
- GINSBURG L., (1961a).- Les Tritylodontes. Coll. Intern. C.N.R.S., n° 104, Paris.
- GINSBURG L., (1961b).- Un nouveau Tritylodonte du Trias supérieur du Basutoland (Afrique du Sud). C.R. Acad. Sc., t. 152, pp. 3853-3854.
- GINSBURG L., (1962).- Likhoelia ellenbergeri, nov. gen., nov. sp., nouveau tritylodonte du Trias supérieur du Basutoland (Afrique du Sud). Ann. de Paléontologie, XLVIII, pp. 179-194, 1 pl. h.t., 13 fig.
- GINSBURG L., (1964).- Découverte d'un Scélidosaurien (Dinosaure ornithischien) dans le Trias supérieur du Basutoland. C.R. Acad. Sc. de Paris, t. 258, pp. 2366-2368.
- GINSBURG L., (1966).- Sur les traces des Dinosaures. Sc. et Av.; n° 233, p. 476-481.
- GUFFROY S., (1956).- Notes paléolithologiques. B.S.G.F., 6^e série, t. VI, pp. 847-853, pl. XXVIII.

- HAUBOLD H., (1971).- Handbuch der Paläoherpetologie, Teil 18 : Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium, Gustav Fischer, Stuttgart (124 p.)
- HAUGHTON S.H., (1924).- The Fauna and Stratigraphy of the Stormberg Series. Ann. S.A. Mus., XII, t. 8.
- HAUGHTON S.H. and BRINK A.S., (1954).- A Bibliographical list of Reptilia from the Karroo Beds of Africa. Palaeont. Africana, Vol. II, 187 p.
- HEYLER D. & LESSERTISSEUR J., (1963).- Pistes de Tétrapodes permien dans la région de Lodève (Hérault). Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., nouv. série, C., t. XI, fasc. 2, Paris, pp. 125-221.
- HITCHCOCK (1863).- New facts and conclusion respecting the fossil footmarks of the Connecticut Valley. Amer. Journ. Sc., p. 46.
- LAPPARENT A.F. de, and MONTENAT Ch., (1967).- Les empreintes de pas de l'Infralias de Vendée. Mém. Soc. Géol. de France, nouv. ser., t. XLVI, fasc. 2, mém. 107, pl. 1-44.
- LESOTHO GOVERNMENT GAZETTE.- Proclamation of Monuments, Relics, Fauna & Flora (1968).
- LESSERTISSEUR J. (1955).- Traces fossiles d'activité animale et leur signification paléobiologique. S.G.F. Paris. Mémoires N.S., t. XXXIV, n° 74, pp. 1-150.
- LOUP A., (1963).- Contribution à l'étude des Esthéries triasiques de la formation de Stormberg du Basutoland (Afrique du Sud). Dipl. Et. Sup. Paris (ronéot.)
- LULL R.S., (1942).- Triassic footprints from Argentina. Amer. Journ. Sc., vol. 24, p. 421.
- LULL R.S., (1953).- Triassic life of the Connecticut Valley. State Geol. and Nat. Hist. Survey of Connecticut, Bull. n° 81, 336 p.
- MASSOL E., (1969).- Recherches sur le Trias inférieur et moyen dans la région de Lodève. C.R.D.P., Montpellier, 109 p.
- NASH Dianas (1968).- A crocodile from the U. Triassic of Lesotho. J. of Zool. London, 156, pp. 163-179.
- PLUMSTEAD E.P., (1958).- The habit of growth of Glossopteridae. Transact. Geol. Soc. of S.A., Vol. LXI, pp. 81-94.
- PLUMSTEAD E.P., (1963).- The influence of Plants and Environment on the Developing Animal Life of Karroo Times. S. African Journ. of Sc., vol. 59, n° 5, pp. 147-152.

- RENNIE T.V.L., (1937).-- Fossils from the Lebombo volcanic formation. Bol. Serv. Indust. Ser. Geol. Lourenço Marques 1, 1.
- ROBARDET M., (1961).-- Etude de quelques Dicroidium de la flore du Molteno du Basutoland (Afrique du Sud). Dipl. Et. Sup. Paris (ronéot.)
- ROMER Alf. S., (1956).-- Osteology of the reptiles. Chicago Press.
- ROMER Alf. S., (1966).-- Vertebrate Palaeontology, 3^d edition. Univ. Chicago Press. Edit., 468 p.
- ROMER Alf. S., (1969).-- The brazilian triassic cynodont reptiles Belesodon and Chiniquodon, Breviora, Mus. Comp. Zool. (Cambridge, Mass.) pp. 1-16.
- STEEL R., (1970).-- Encyclopedia of Paleoherpetylogy, G. Fischer Stuttgart and Portland, U.S.A.
- STOCKLEY G.M., (1940).-- The Geology of Basutoland. Geol. Mag. LXXVII, p. 444.
- STOCKLEY G.M., (1947).-- Report on the Geology of Basutoland, Maseru, London.
- SYMPOSIUM ON KARROO PALAEOLOGY AND STRATIGRAPHY (1962). (E.P. PLUMSTEAD, A.S. BRINK, TH. BARRY, L.D. BOONSTRA, D. SIGOGNEAU, S. FOURRIE, M.E. MALAN, B. HUGUES, T. ATTRIDGE, E.H. COLBERT, N. HOTTON III, J.W. KITCHING)
- TERMIER H. et al., (1960).-- Atlas de Paléogéographie. Masson, Paris.
- THALER L., (1962).-- Empreintes de pas de Dinosaures dans les dolomies du Lias inférieur des Causses (note préliminaire). C.R. somm. Soc. Géol. de France, pp. 190-192.
- TOERIEN M.J., (1951).-- Notes on the genus Kannemeyeria. S.A. Journal of Sc. pp. 279-282.
- VAN EEDEN O., (1937).-- The geology of the country around Bethlehem and Kestell, with special reference to oil indications. Memoir n^o 33, Geol. Survey, Union of S. Afr.
- ZEILLER R., (1900).-- Eléments de Paléobotanique. Masson, Paris.
- ZEUNER F.E., (1960?).-- A triassic insect fauna from the Molteno Beds of S.A. Palaeont. London (?), p. 304-306.
- ZITTEL K.A., (1891).-- Traité de Paléontologie. Doin, Paris.

LISTE DES TYPES REPRESENTES ET LEURS GISEMENTS

BEAUFORT TERMINAL.

- 1 Rotadactylopus archaens, Rouxville (cf. Cyclopus sanariensis du Muschelkalk de Sanary, France ?)
- 2 Trichristolopus dubius, Hermon.
- 3 Tikoeptapodiscus fabri, Ventersburg.

STORMBERG INFERIEUR (Molteno et Red Beds Inférieurs - Etage "A").

Zone A/1

- 4 Senqutrisauropus priscus, Morobong.
- 5 Pentasauropus morobongensis, Morobong.

Zone A/2

- 6 Qemetrisauropus princeps, Qemie.
- 7 Qemetrisauropus minor, Maphutseng.
- 8A Anatrisauropus ginsburgi, Maphutseng (époque A. camisardi du Keuper d'Anduze, France).
- 8B Anatrisauropus hereroensis, S. W. Africa (O'Kania) (zone - ?)
- 9 Pseudotrisauropus humilis, Maphutseng
- 10A Pseudotrisauropus minusculus, Maphutseng.
- 10B Pseudotetrasauropus curtus, Maphutseng.
- 11 Moltenotetrapodiscus vetus, Maphutseng.
- 12 Dijaquesopus obliquus, Maseru.

Zone A/3

- 13 Prototrisauropodiscus minimus, Falatsa.
- 14 Prototrisauropus graciosus, Seaka.
- 15 Prototrisauropus angustidigitus, Seaka.
- 16 Prototrisauropus crassidigitus, Seaka.
- 17 Prototrisauropus crassidigitus, variété cursor, Seaka.
- 18 Prototrisauropus rectilineus, v. levis; 19 : v. gravis; 20 : v. levis, Phuthiatsana.
- 21 Seakatrisauropus unguiferus, Seaka.
- 22 Seakatrisauropus divergens, Seaka.
- 23 Bosiutrisauropus phuthiatsani, v. minor, Phuthiatsana.
- 24 Bosiutrisauropus phuthiatsani, v. major, Phuthiatsana.
- 25 A Pseudotrisauropus molekoi, Morobong.
- 25 B "Vertébré assis", Morobong.
- 26 Paratrisauropus mendrezi, Seaka (cf. Eubrontes ou certains Ornithischiens).
- 27 Paratrisauropus lifofanensis, Maseru.
- 28 Pseudotetrasauropus bipedoida, Libataolong (cf. Otozoum)(époque P. lehmani du Keuper d'Anduze).
- 29 Pseudotetrasauropus mekalingensis, Mekaling.
- 30 Pseudotetrasauropus elegans, Seaka (époque P. andusiensis du Keuper d'Anduze).
- 31 Pseudotetrasauropus duicis, Seaka.
- 32 Pseudotetrasauropus francisci, Seaka.
- 33 Pseudotetrasauropus acutunguis, Phuthiatsana.
- 34 Pseudotetrasauropus augustus, Phuthiatsana.
- 35 Pseudotetrasauropus jaquesi, Phuthiatsana.
- 36 Tetrasauropus unguiferus, Falatsa.
- 37 Paratetrasauropus seakensis, Seaka (époque Parasauropodopus corbesiensis du Keuper d'Anduze).
- 38 Tetrasauropus gigas, Seaka.
- 39 Pentasauropus motlejoii, Seaka.
- 40 Sauropodopus antiquus, Falatsa.
- 41 Lacertoidopus socialis, Seaka.
- 42 Batrachopodiscus tsanatalami (types A, B), Likhoefe.
- 43 Batrachopodiscus curvus, Likhoefe.

Zone A/4

- 44 Deutero-trisauropus socialis, A : Subeng, B : Maphutseng (évoque D. deambulator du Keuper d'Anduze)
45 Mafatri-sauropus errans, A : Subeng, B : Maphutseng (évoque M. gardonensis : id.).
46 Comptichnus moorosii, Maphutseng (cf. C. floracensis de l'Hettangien de St-Laurent-de-Trèves).
47 Trisauropodiscus aviforma, Maphutseng.
49 A Psilotrisauropus subengensis, Subeng.
49 B Pseudotrisauropus dieterleni, Subeng.
49 C Pseudotrisauropus maserui, Maseru.
50 Deuterosauropodopus major (types A, B), Maphutseng (cf. Parasauropodopus, Keuper d'Anduze).
51 Deuterosauropodopus minor (types A, B), Subeng.
52 A Pentasauropus incredibilis, Subeng.
52 B Pentasauropus maphutsengi, Maphutseng.
53 A,B,C Pentasauropus erectus (sortant de l'eau, glissant, marchant), Maseru.
53 D Paratrisauropus equester, Maseru.
53 E Invertébrés : "Sablovores".

Zone A/5

- 54 Tritotrisauropus medius, Maphutseng.

Zone A/6

- 55 Trisauropodiscus galliforma, Thejane.
56 Trisauropodiscus phasianiforma (types A et B), Thejane.
57 Trisauropodiscus levis, Thejane.
58 Trisauropodiscus popompoi, Thejane.
59 Tridactyles non figurés.

Zone A/7

- 60 Microtetrapodiscus longiforma, Pokane.
61 Microtetrapodiscus breviforma, Pokane.

STORMBERG SUPERIEUR (Transition Beds, Cave Sandstone - ETAGE "B").

Remarque : Les types accompagnés d'un astérisque (*) ne sont figurés que dans le second Tome (Stormberg supérieur).

- 62 A,B Neotrisauropus deambulator (A : à sec, B : vers l'eau), Moyeni.
62 C Neotrisauropus mokanametsongensis, Mokanametsong (*)
63 Plastisauropus ingens, Mokanametsong et Moyeni.
64 A Moyenisauropus natator, émergeant de l'eau, variété mosebetsii, Moyeni (évoque Berninasauropus sanariensis du Rhétien de Sanary, France, et les Anomoepodidés).
64 B Moyenisauropus natator : repas, variété jejunus, Moyeni.
64 C Moyenisauropus natator : marchant hors de l'eau, variété balnearius, Moyeni.
64 D Moyenisauropus natatilis, Moyeni. (*)
64 E Moyenisauropus dodai, Moyeni (*)
65 Moyenisauropus vermivorus, avec sa variété mendrezi (repas), Moyeni.
66 A Moyenisauropus minor, avec sa variété fabri (repas), Moyeni.
66 B Moyenisauropus longicauda, Moyeni (Ellenberger et al. 1964 a : piste D)
67 A Aetonychopus rapidus, Mokanametsong. (*)
67 B Aetonychopus digitigradus, Mokanametsong. (*)
68 D Masitisisauropus levicauda, Mokanametsong. (*)

- 68 A Masitisisauropus palmipes, Mokanametsong (variétés pugnax, planus ou palmatus, plumiger, volatilis). (*)
- 68 B Masitisisauropus angustus, Mokanametsong.
- 68 C Masitisisauropus exiguus, Mokanametsong (variétés palmatus, digitigradus) Matsepe (variétés cursor, ruber). (*)
- 67 C Masitisisauropus minimus, Mokanametsong.
- 67 D Masitisisauropus minutus, Mokanametsong (*).
- 69 A Masitisisauropodiscus perdiciforma, Mokanametsong (variété plumosus).
- 69 B Masitisisauropodiscus turda, Mokanametsong (*).
- 69 C Masitisisauropodiscus fringilla, Mokanametsong (*).
- 69 D Trisaurodactylus superavipes, Matsepe.
- 70 Episcopopus ventrosus, Moyeni.
- 71 Amphibiopodiscus saltator, Moyeni.
- 72 Eotetrapodiscus cursor, Moyeni.
- 73 Eotetrapodiscus moyenensis, Moyeni.
- 74 Eopentapodiscus mirabilis (A : v. medius ; B : v. major), Matsepe.
- 75 A Eopentapodiscus crassus, Matsepe.
- 75 B Eopentapodiscus intentus, Matsepe.
- 75 C Eopentapodiscus parvus, Matsepe.
- 75 D Entodipodiscus priscus (avec queue poilue ?), Matsepe.
- 76 A Sauroeidepus matsepeensis, Matsepe.
- 76 B Synaptichnium motutongense, Mokanametsong (*).
- 77 A-B Tridactyle : 2 types non figurés, Thabana - Morena.

Zone B/2

- 78 A Paradipodiscus dubius, Moyeni.
- 78 B Eodipodiscus insectivorus, Pokane.
- 78 C Eodipodiscus cf. priscus (sans queue), Makhathe.
- 79 Mesodipodiscus pokanensis, Pokane.
- 80 Nanopodiscus tenuis, Masitisi.
- 81 Plateotetrapodiscus rugosus, Masitisi.
- 82 Grypoptentapodiscus (cf. Aristoptentapodiscus) fortis, Moyeni.
- 83 Embrithoptentapodiscus crassus, Makhathe (un peu comme Calibarichnus de Patagonie).
- 84 Dromicotetrapodiscus curvus, Makhathe.
- 85 Aristoptentapodiscus formosus, Makhathe.
- 86 Aristoptentapodiscus mirus (2 types), Makhathe.
- 87 Acropentapodiscus major (2 types), Makhathe.
- 88 A Acropentapodiscus ginsburgi, Pokane.
- 88 B Ameghinichnus (?) gigas, Pokane.
- 89 A Insectichnus battaili, Makhathe.
- 89 B Apodidichnus makhathi, Makhathe.
- 89 D Marque ventrale d'un petit crocodylien (?) tel que Pedeticosaurus, Makhathe.

Zone B/3

- 89 C Arthropodichnus esus, Phahameng.
- 90 Katosauropus masitisi, Masitisi.
- 91 Neotripodiscus makoetlani, Maphutseng.
- 92 Otouphepus magnificus, Cana.
- 93 Otouphepus minor, Cana.
- 94 Otouphepus palustris, Cana.
- 95 Otouphepus declivis, Cana.
- 96 Ameghinichnus (plutôt qu' Aristoptentapodiscus) parvulus avec marque de queue, Phahameng).
- 97 Calibarichnus (mieux qu' Aristoptentapodiscus) cancrivorus, Phahameng.

- 98 A-B Acropentapodiscus gracilis (2 types) , Phahameng.
98 C Acropentapodiscus rapidus, Phahameng.
99 Myopentapodiscus tenuis (2 types A, B), Phahameng.
100 Myopentapodiscus minusculus (2 types A, B), Phahameng, Masitisi.
101 Myopentapodiscus (?) moorosii, Masitisi.
102 Apodidichnus leloalengensis (A) et A. sp. (B), Leloaleng, Mekaling.

Zone B/4

- 103 Platysauropus robustus, Phahameng (cf. Ichnites euskelosauroides).
104 A Neotrisauropus leribeensis et "bête assise" (104 C), Leribe.
104 B Neotrisauropus lambereshei, Masitisi (et divers gisements).
105 Platytrisauropus lacunensis (A : à sec ; B : dans l'eau), Leribe.
106 Kalosauropus pollex, variétés, A : victor ; B : minor ; C : minusculus, Leribe.
107 Dinopentapodiscus acutus, Leribe.
108 Francipentapodiscus crassus, Leribe.
109 A Francipentapodiscus medius, Leribe.
110 Francipentapodiscus minor, Leribe.
111 Francipentapodiscus minusculus, Leribe.
112 Francipentapodiscus subtilis, Thaba-Tsoeu.
113 Francipentapodiscus innoxius (A, B, C, D), Thaba-Tsoeu.
114 Dinopentapodiscus vandijki, Giantcastle.
115 Dinopentapodiscus lentus, Giantcastle.
116 Molapopentapodiscus pilosus, Leribe.
117 A Molapopentapodiscus (Paradipodiscus) saltator, Leribe (117 B, Thaba-Tsoeu).
118 Molapopentapodiscus supersaltator, Giantcastle.
119 Vandijkopentapus giantcastlensis, Giantcastle.
120 Lehahichnus coquinaris (types A, B, C), Masitisi.
109 B Arachnichnus thabatsoeuensis, Th-Tsoeu.

Zone B/5

- 121 Cridotrisauropus cruentus, Qomoqomong (évoque C. acutunguis de l'Hettangien de Sanary).
122 Kainomoyenisauropus (cf. Anomoepus) ranivorus, Likhoele.
123 Qomoqomosauropus acutus, Qomoqomong.
124 A Gyrotrisauropus planus, Kolo.
124 B Kleitotrisauropus moshoeshoei, variété profundus, Matsieng (cf. Eubrontes bessieri de l'Hettangien de Lodève)
124 C Kleitotrisauropus moshoeshoei, v. decoratus, Qalo.
124 D Kleitotrisauropus moshoeshoei, v. ingens, Matelile.
124 E-F ? Kleitotrisauropus moshoeshoei, juvéniles (?).
125 A Kainotrisauropus morijiensis, adulte, Morija (cf. Tsikoane, Cana, Berea) (évoque de très près K. thaleri, et K. lagravei, de l'Hettangien de St-Laurent-de-Trèves, ou "Grallator" maximus de l'Hettangien du Veillon; à un moindre degré Kamptotrisauropus ginsburgi et K. minor de l'Hettangien de Sanary, France).
125 B-C Kainotrisauropus morijiensis, juvéniles, dont un "assis", Morija, Matsieng.
125 D Kainotrisauropus morijiensis, adulte et troupe de juvéniles, Likhoele.
126 Megatrisauropus malutiensis, Quthing - Mokaé.
127 Grallator damanej, Matsieng ; évoque G. variabilis de l'Hettangien du Veillon.
128 Paragrallator matsiengensis, Matsieng.
129 Sauroeidepus quthingensis, Malibe.
130 A Batrachopodiscus quthingensis (2 types), Malibe.
130 B Batrachopodiscus likhoelensis, Likhoele (*).

Zone B/6

- 131 Grallator molapoi, Leribe (évoquant une piste du Lotharingien français).
- 132 Conifères : cf. Sphenolepidium matelilensis sp. n., Matelile.
- 133 A-B Traces de Décapodes à queue resserrée (A : Nkoakhomo, B : Thaba-Phatsoa).
- 133 C "Bilobites", Thaba - Phatsoa.

Zone B/7

Pas de figures.

STORMBERG VOLCANIQUE (Drakensberg lavas - Etage "C").

Zone C/1

- 134 Tridactyles : Malutitrisauropus sp., Bethlehem (Figure non intégrée).
- 135 "Cryptopodiscus" (cf. Nanopodiscus) tenuis, Leloaleng.
- 136 A Malacostraca : pince de Hoploparida (?), Moyeni.

Zone C/2

- 133 D Conifères cf. Sphenolepidium leloalengensis sp. n., Leloaleng.
- 136 B Malacostraca : pince d'Anomocarida (?); cf. Paleopagurus (?) du Charmouthien, Leloaleng.
- 137 Apodidé : Apodidichnus mirabilis Makatseng.
- 138 Apodidichnus tenuis, Makatseng.
- 139 A Apodidichnus crassus, Makatseng.
- 139 B Piste de vers (?) sur gouttes de pluie, Makatseng.

Zone C/3

- 140 A Ralikhomopus aviator, Ralikhomo (*).
- 140 B Malutitetrpodiscus saltator, Ralikhomo.
- 141 Malutitetrpodiscus tenuis, Ralikhomo.
- 142 A Malutitetrpodiscus minimus, Ralikhomo.
- 142 B Conifères : cf. Pinus vulcaniamniensis sp. n., Ralikhomo (évoque P. prodromus de l'Oolithique inférieur du Spitzberg).

Zone C/4

- 143 Malutitetrpodiscus pertinax, Lekhalo-la-maburu (altitude 2300 m).

Zone C/5 :

Pas de figure.

Zone C/6

- 144 Equisetum cf. mokhotlongensis.
-

LEGENDE DES PLANCHES (DESSINS)

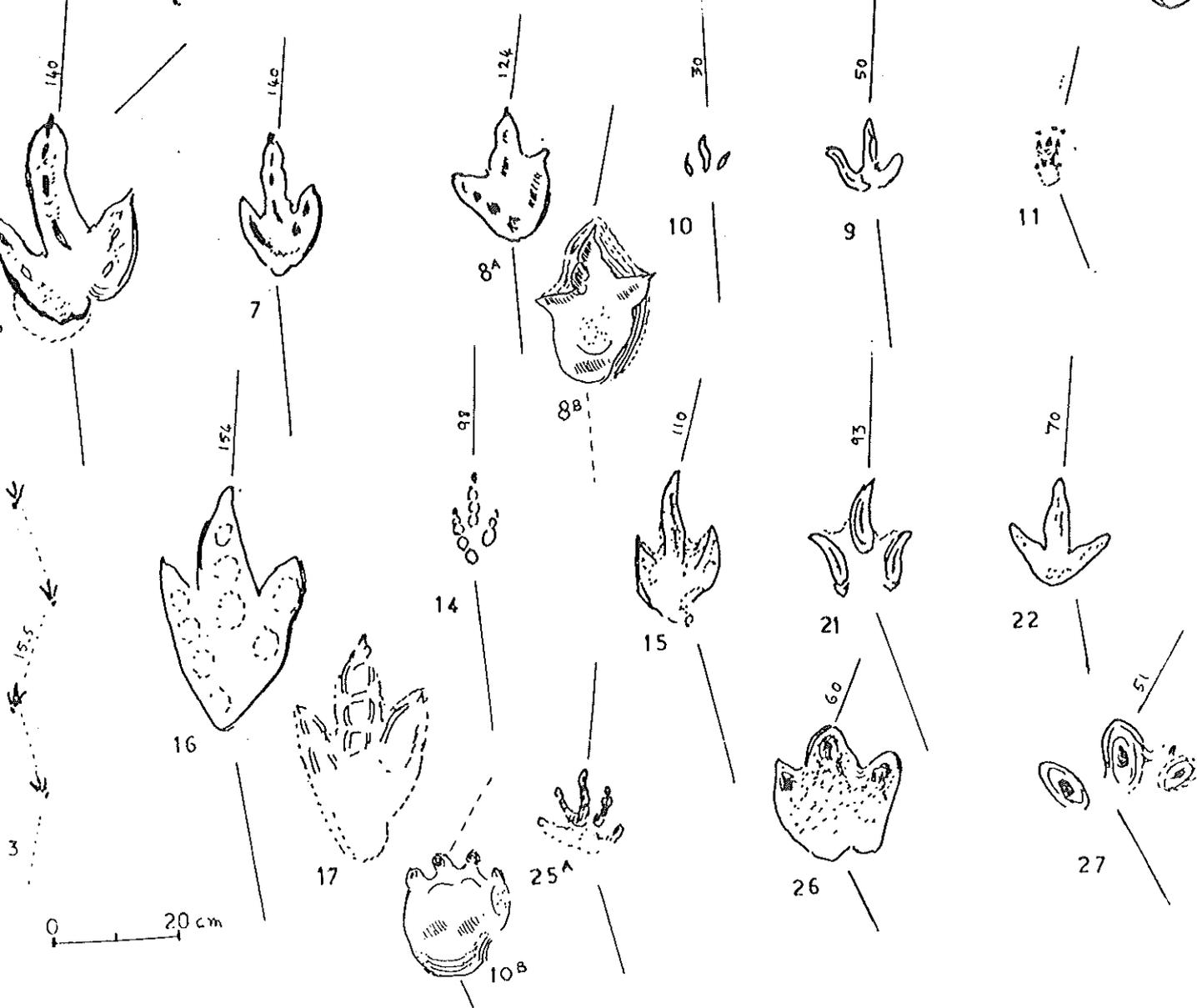
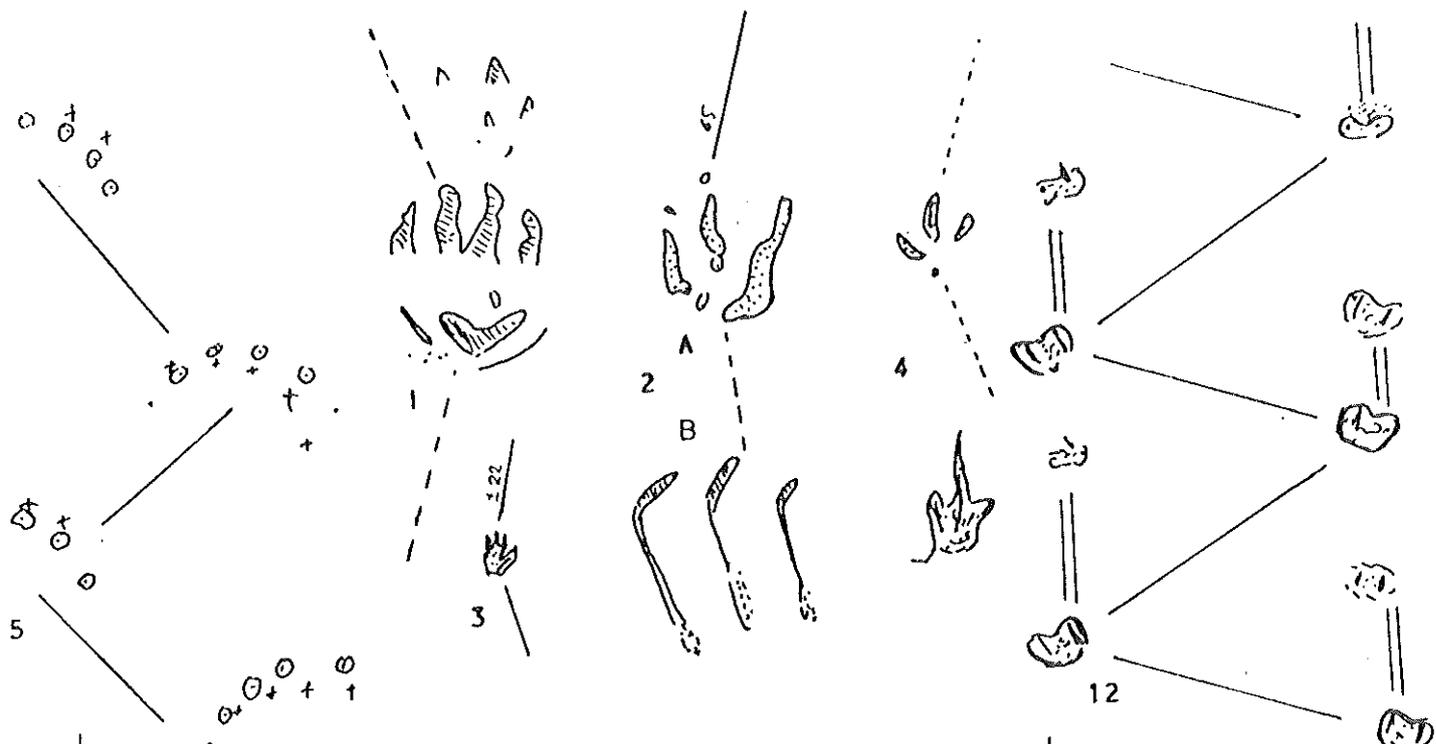
Planches I-V : Les types du Stormberg inférieur ("macrofaune") à l'échelle x 1/10 (Fig. 4 à 58) (Les types 1 à 3 appartiennent à un niveau antérieur).

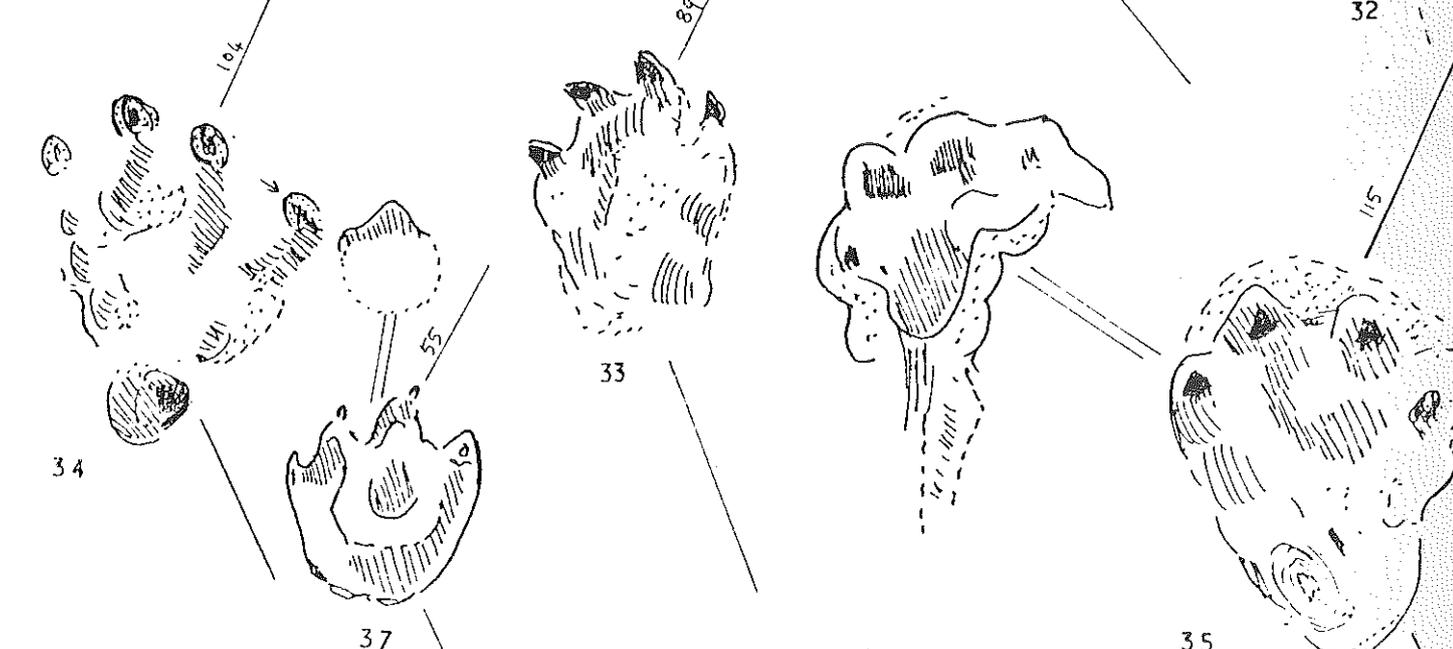
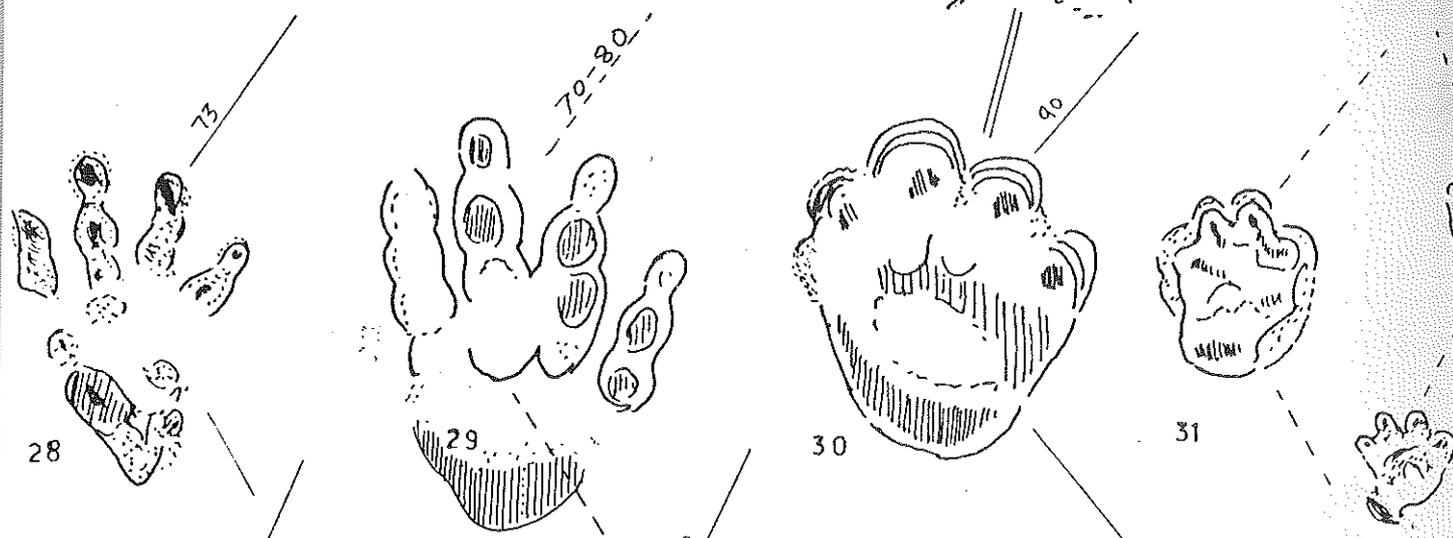
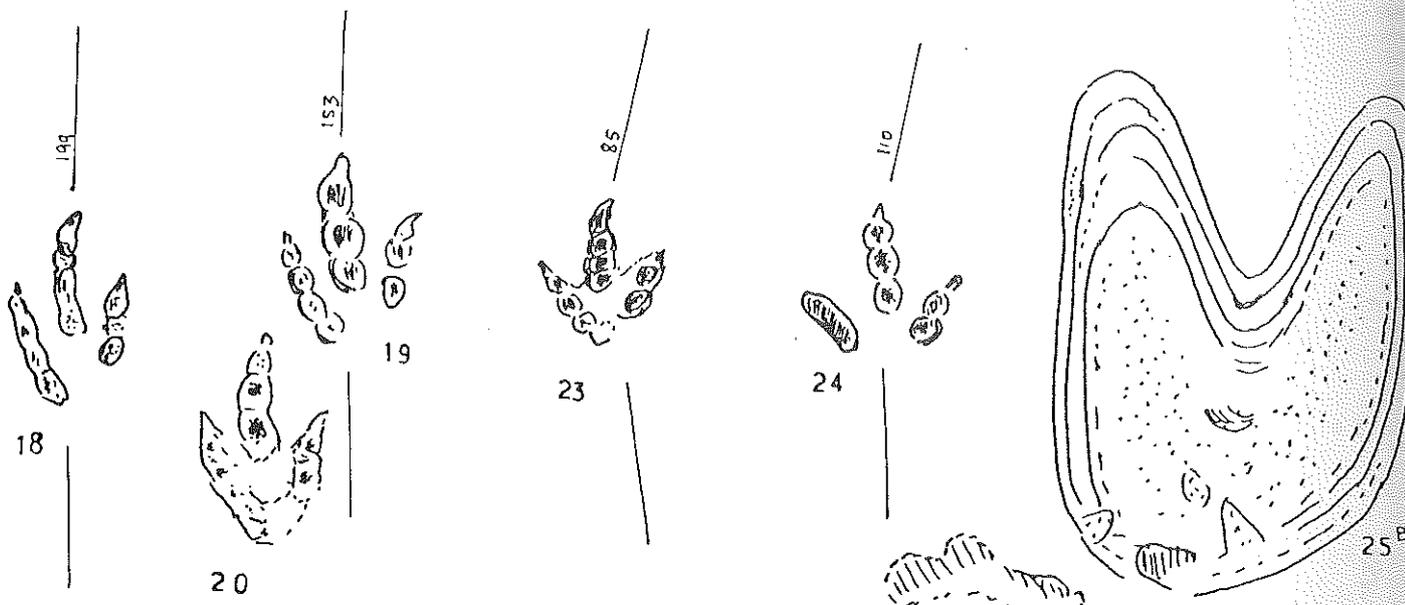
Planches VI-VII: Les types du Stormberg supérieur ("macrofaune"), à l'échelle x 1/10 (Fig. 62-70, 90-95, 103-106, 121-128, 131).

Planche VIII : Sélection de types du Stormberg inférieur et de la zone de passage B/1 ("microfaune" de tridactyles, etc.) à l'échelle x1 (grandeur naturelle).

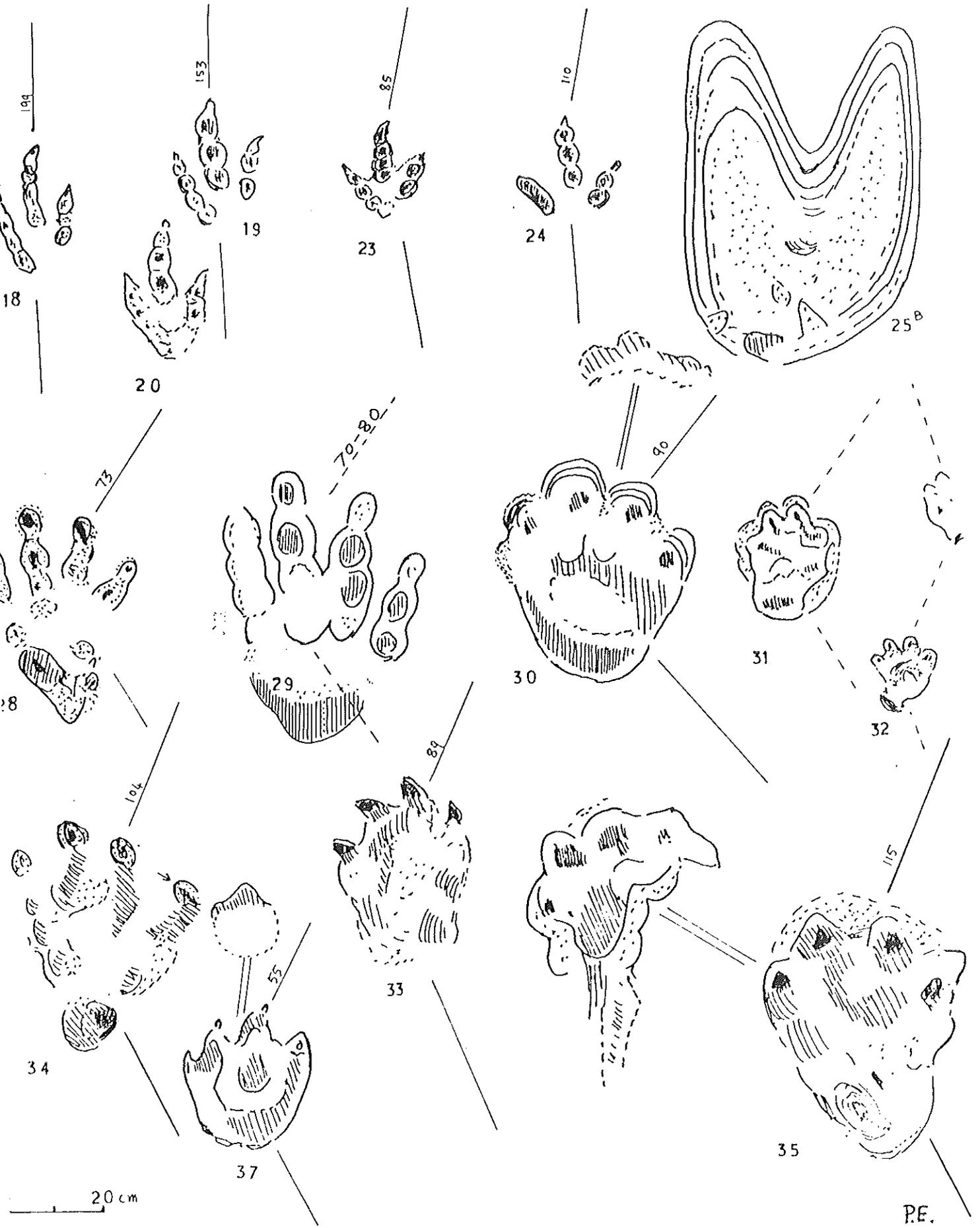
Planches IX-XI : Les types du Stormberg supérieur et de la zone de passage A/7 ("microfaune" de polydactyles), à l'échelle x1 (grandeur naturelle) (Fig. 60-61, 71-88, 96-101, 107-118 (+119), 129-130).

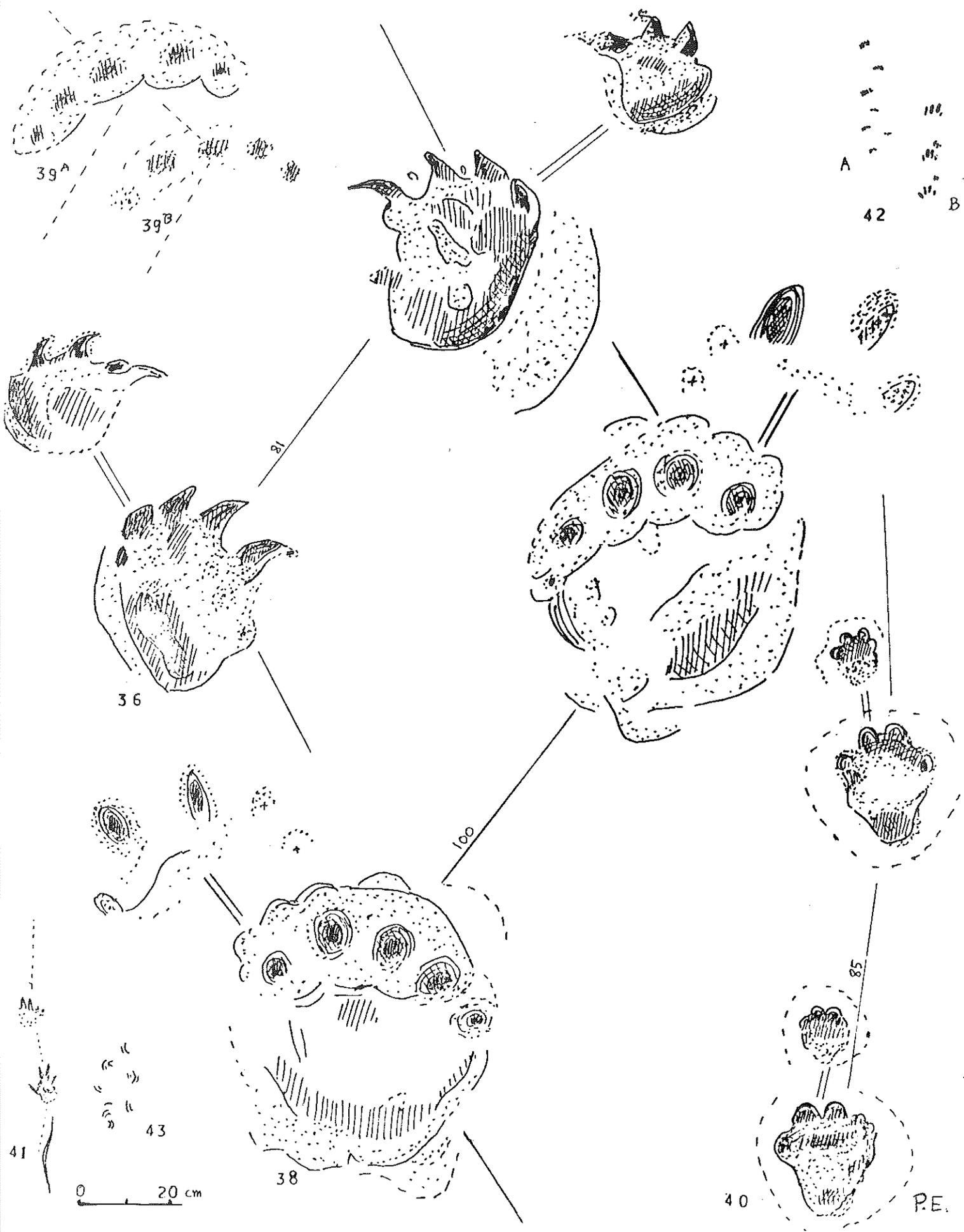
Planche XII : Amphibiens et Lépidosauriens ?... du Stormberg supérieur ("microfaune") (Fig. 120, 129-130) . Les types des Drakensberg Lavas ("microfaune") (Fig. 135, 140-143). Quelques spécimens inédits, d'environnement des Drakensberg Lavas (Arthropodes et flores) (Fig. 133^D, 136-139, 142^B). Le tout à l'échelle x1 (grandeur naturelle).





0 20 cm





39A

39B

A

100

85

110

B

42

81

36

100

85

43

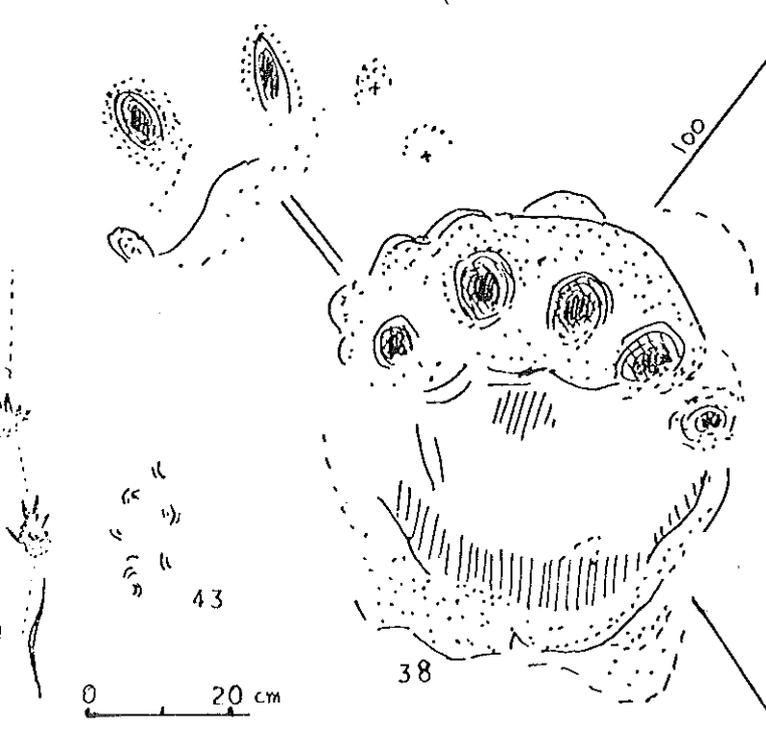
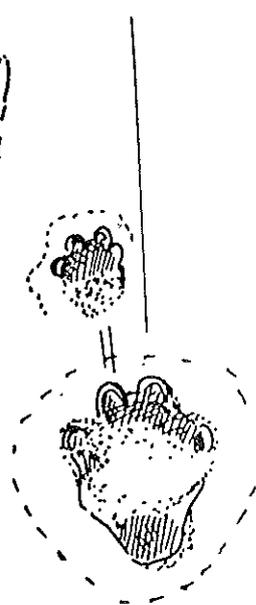
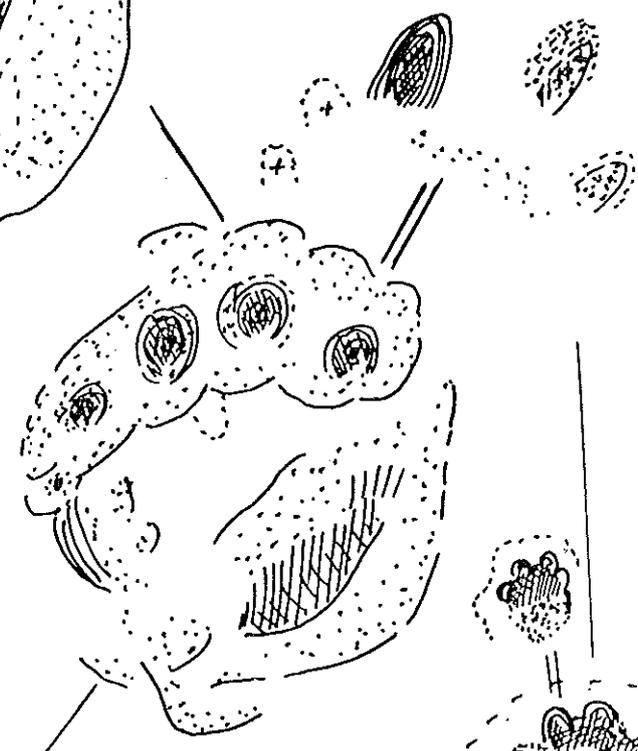
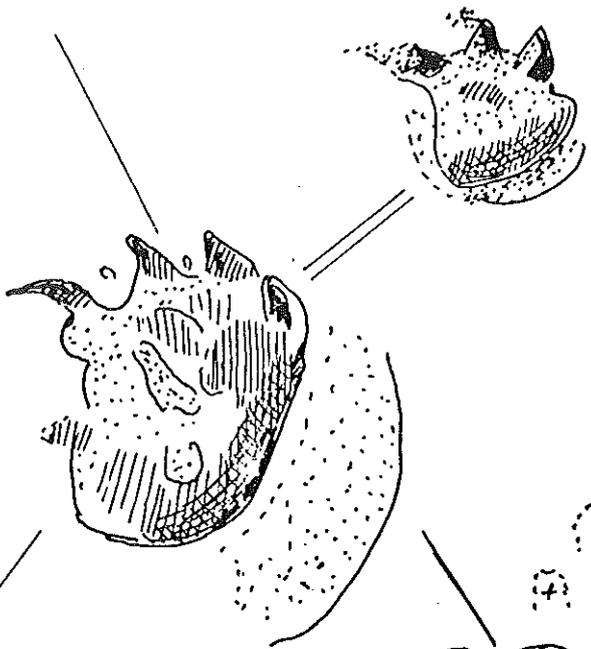
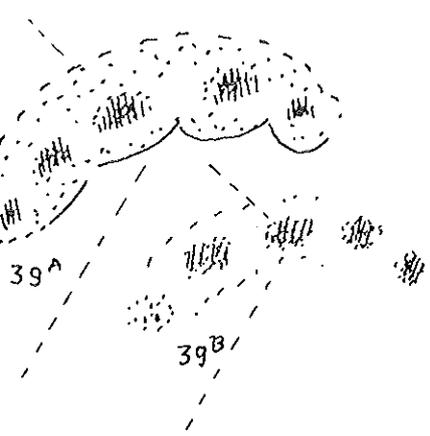
38

40

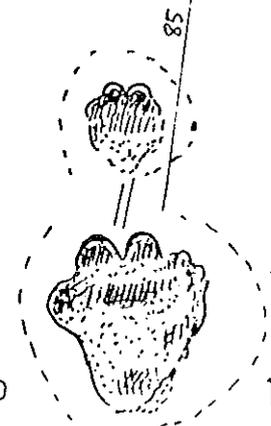
P.E.

0 20 cm

41



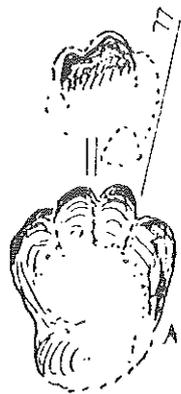
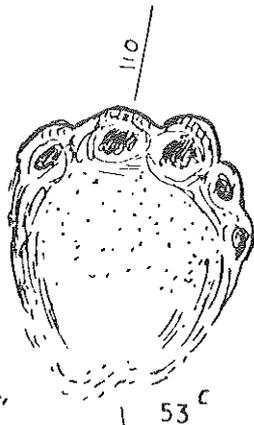
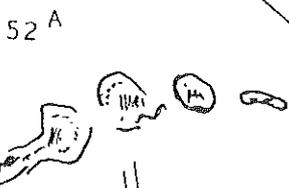
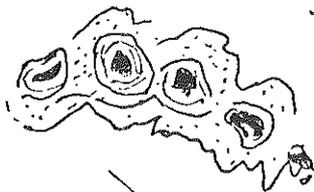
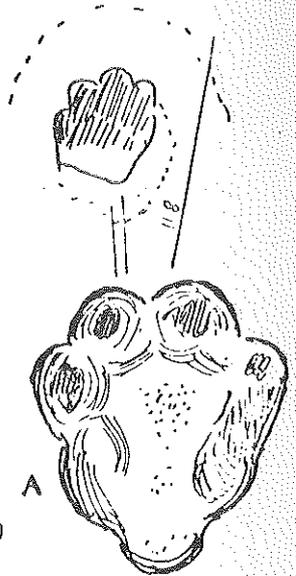
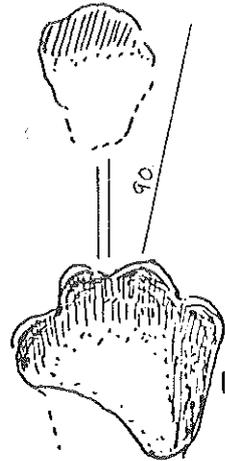
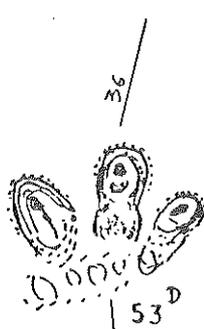
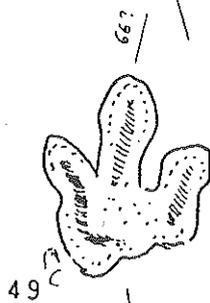
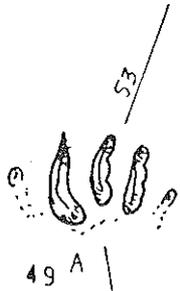
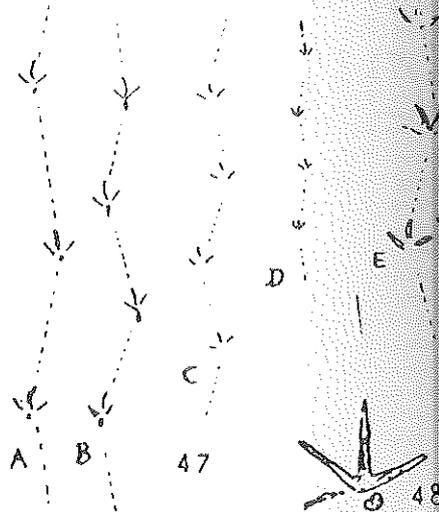
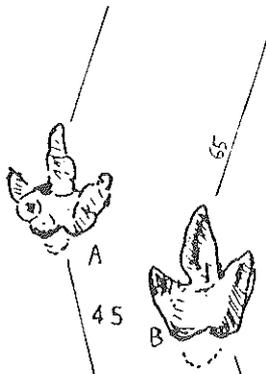
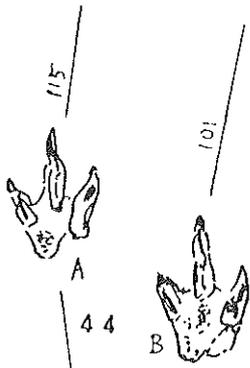
100



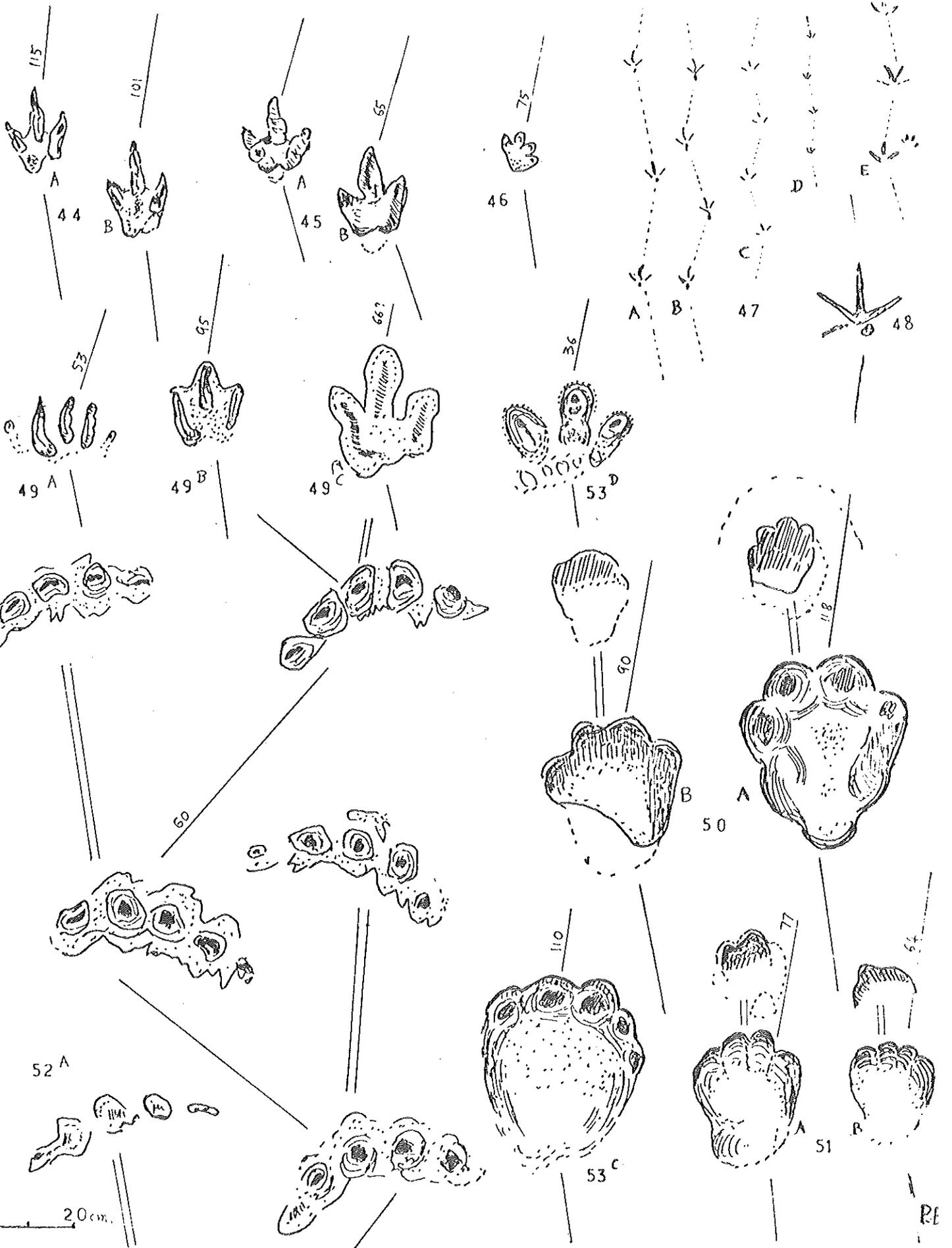
85

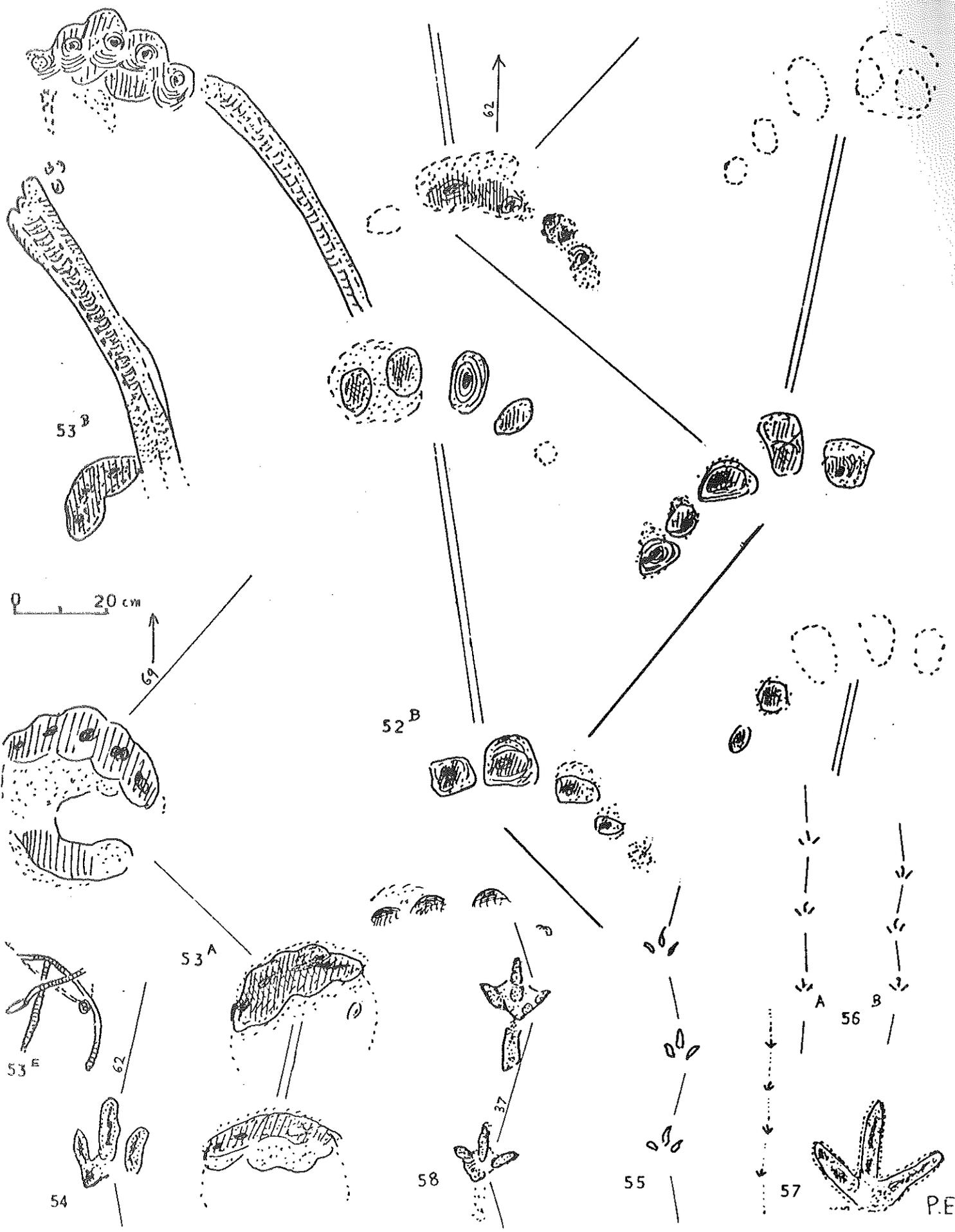
0 20 cm

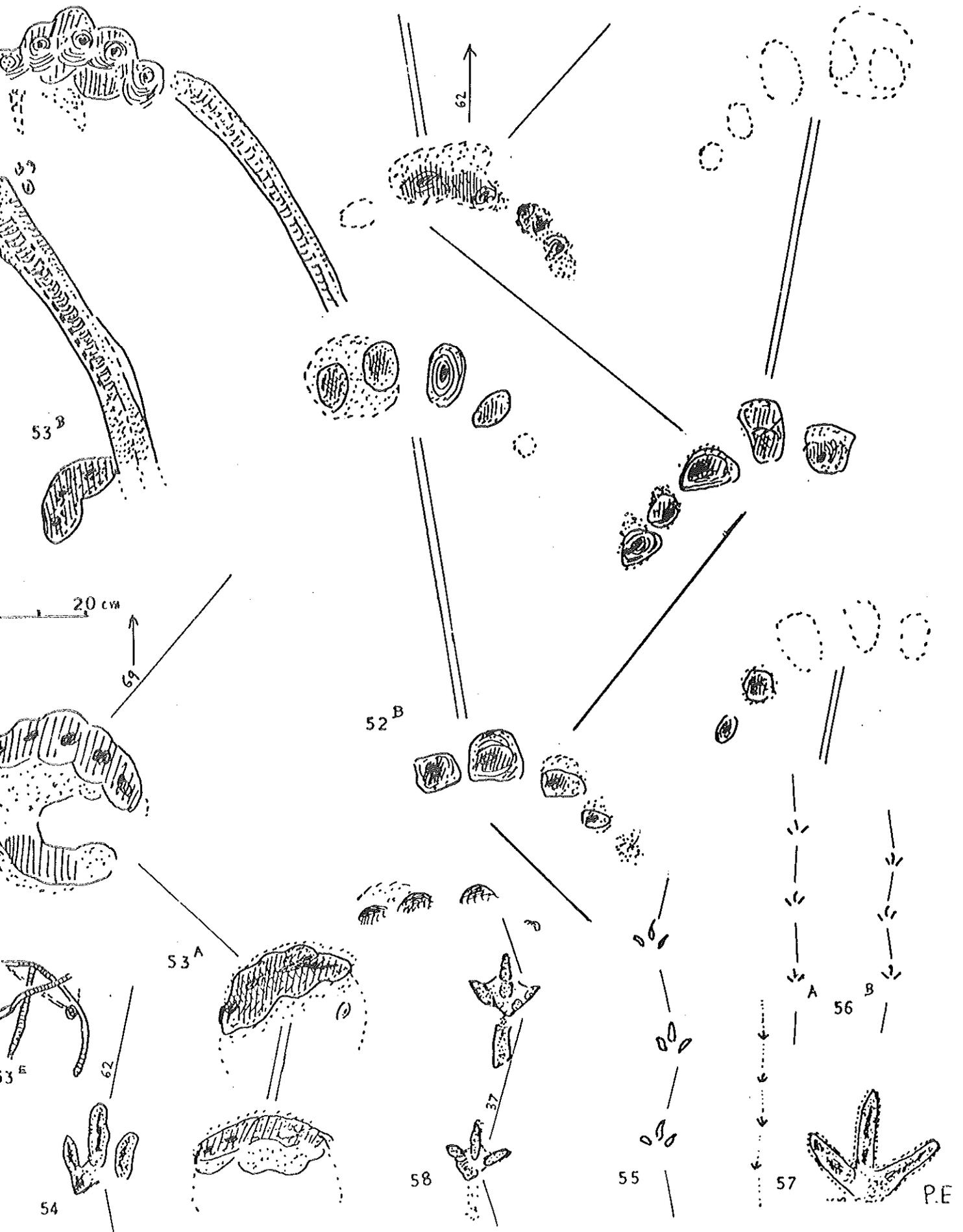
P.E.

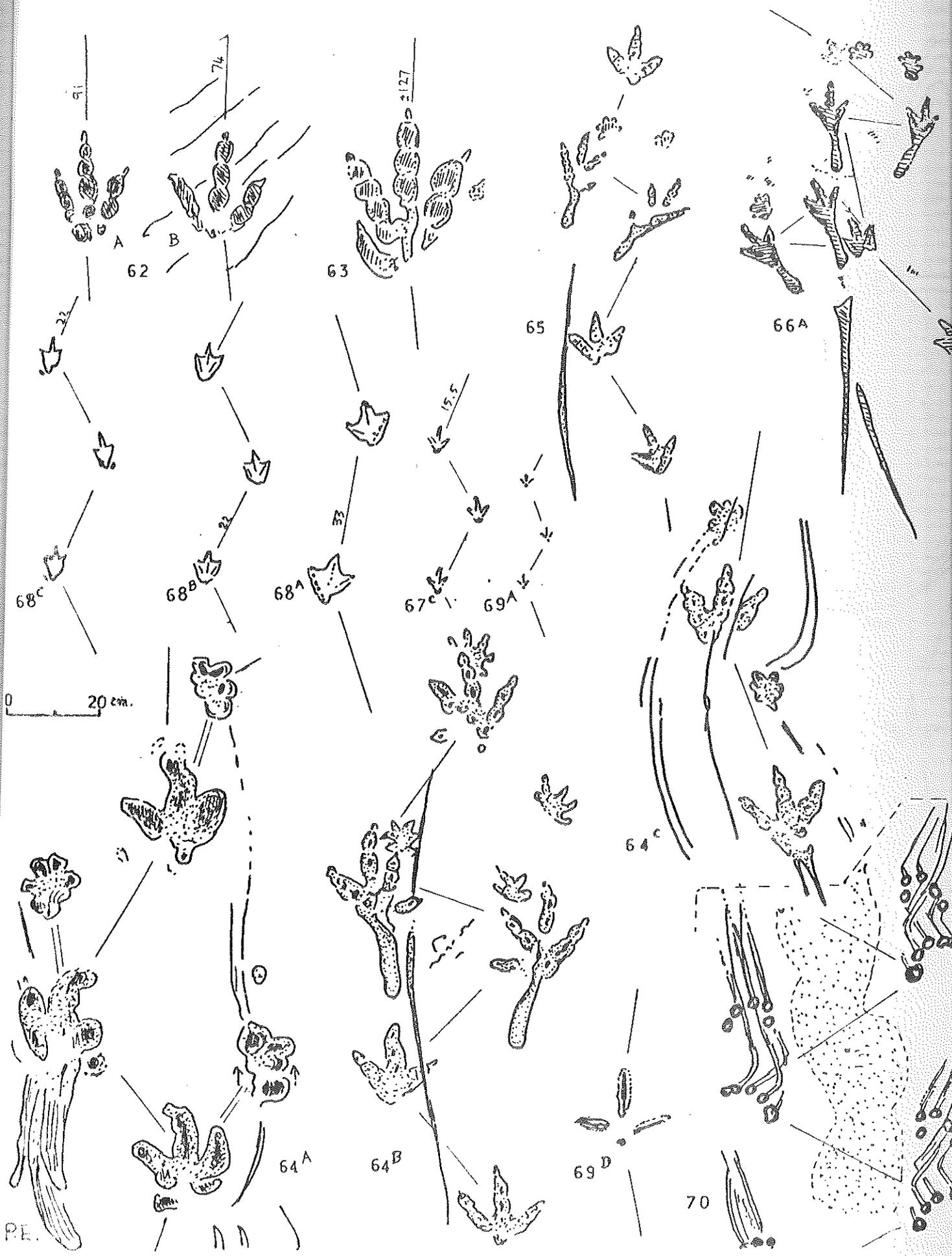


0 20 cm.



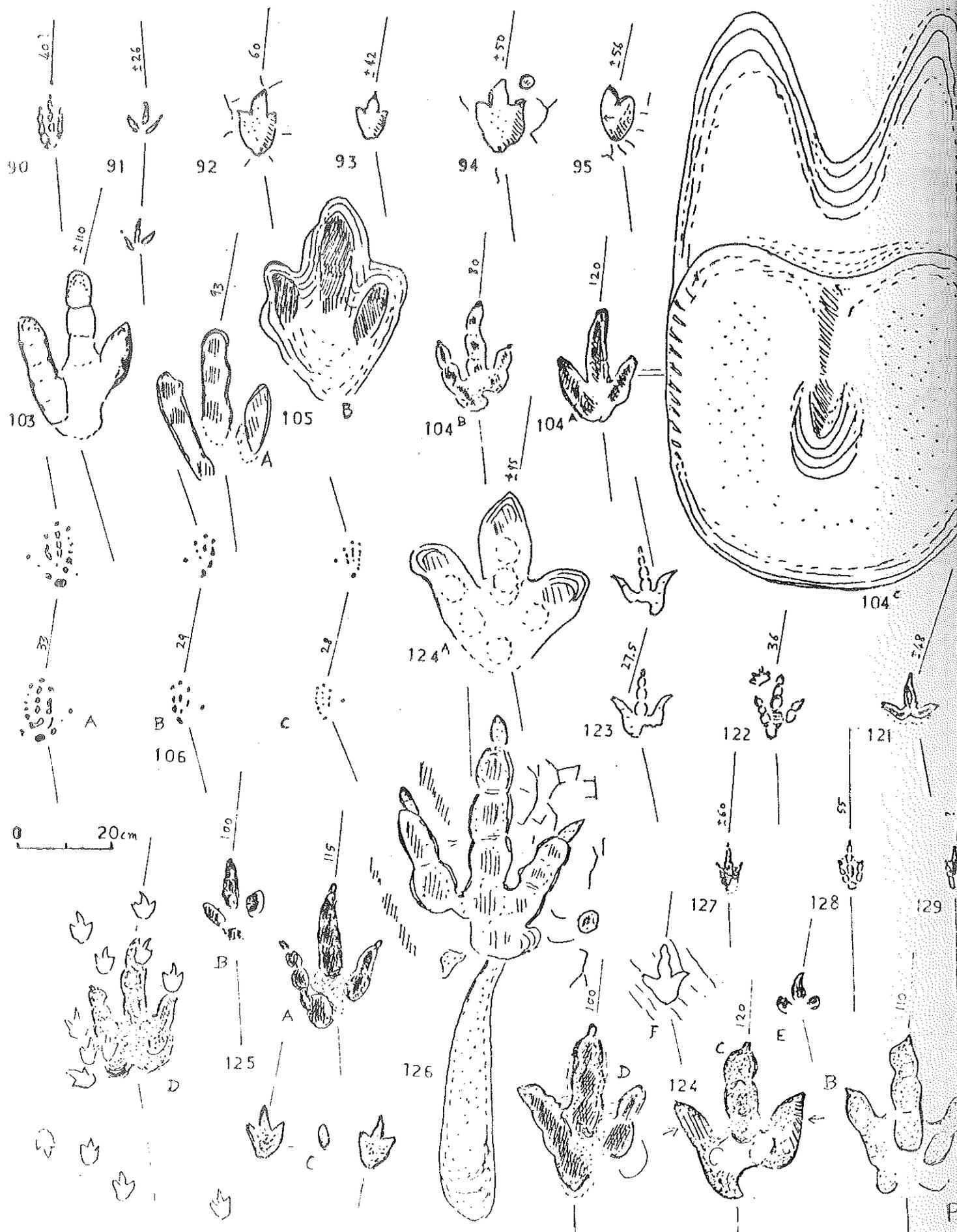


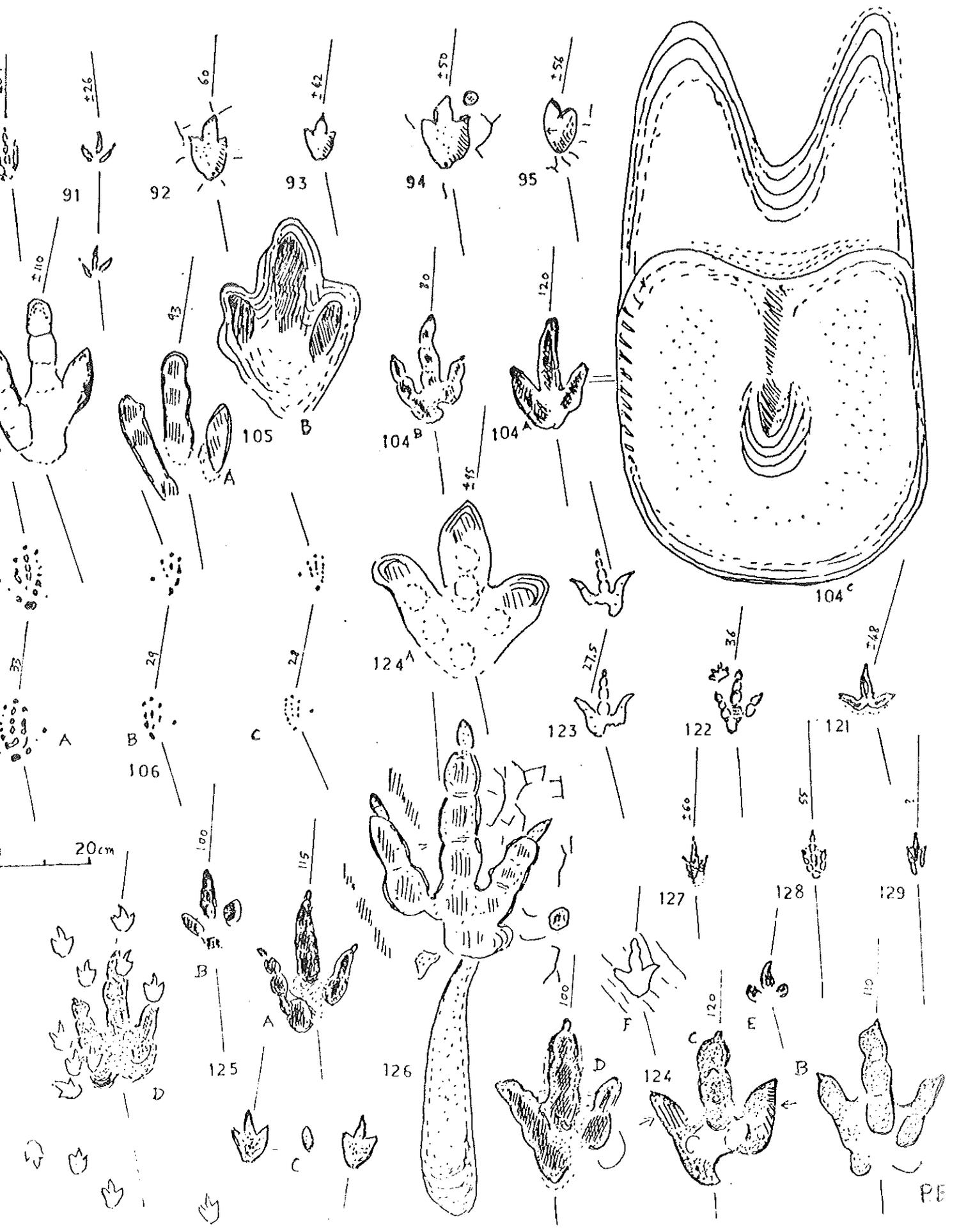




PE.



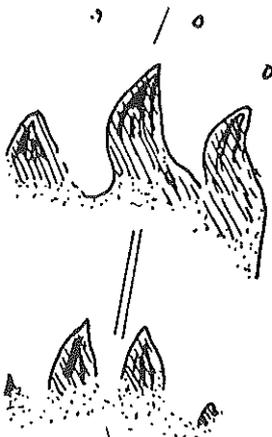




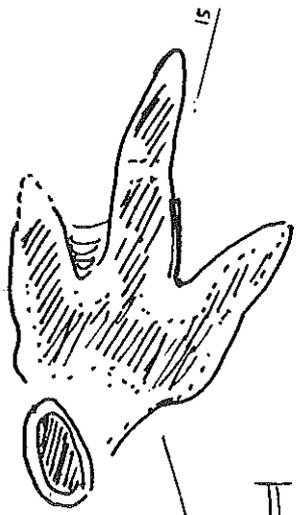




11



13

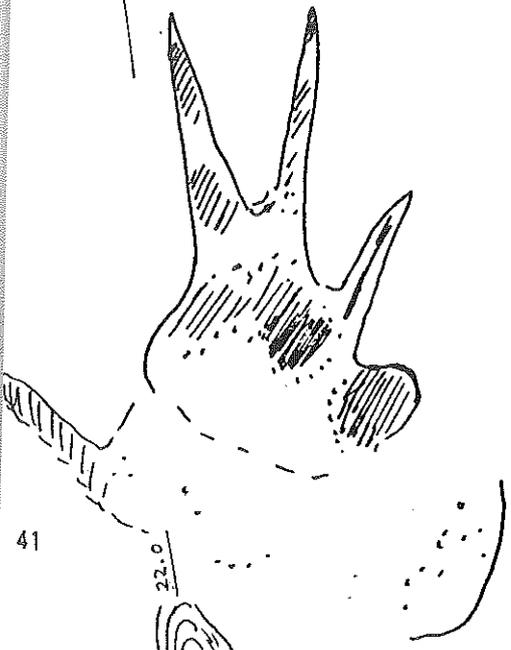


42 A

anob



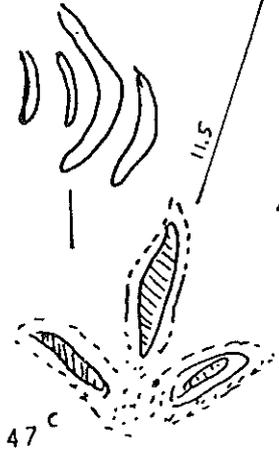
42 B



41



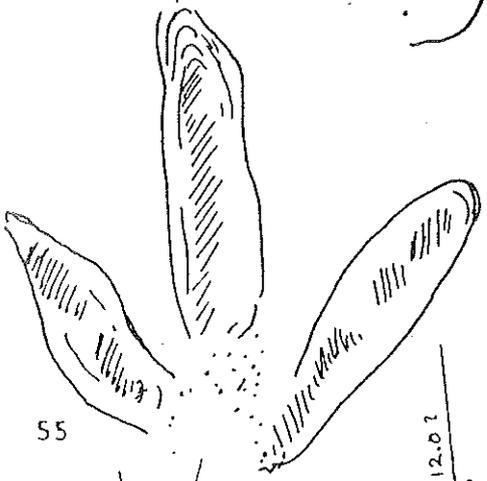
47 A



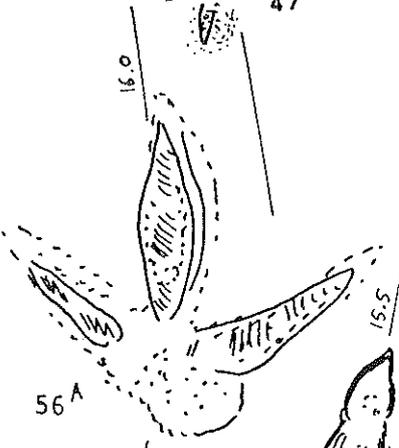
47 C



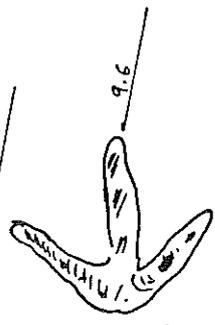
47 D



55



56 A

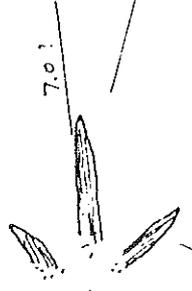


57

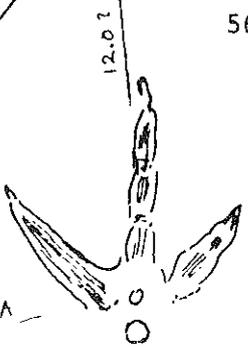


68 C

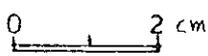
PE



69 A

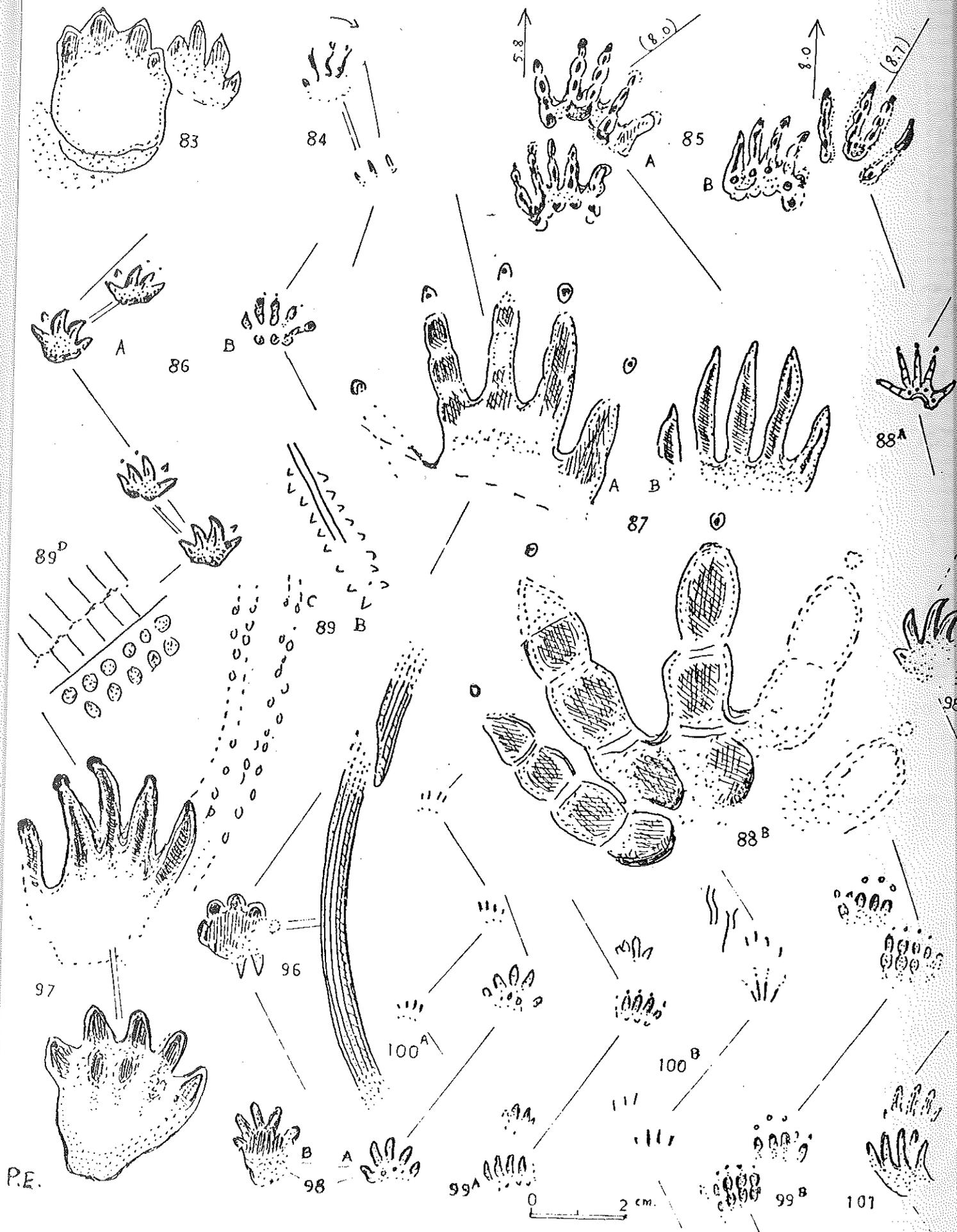


67

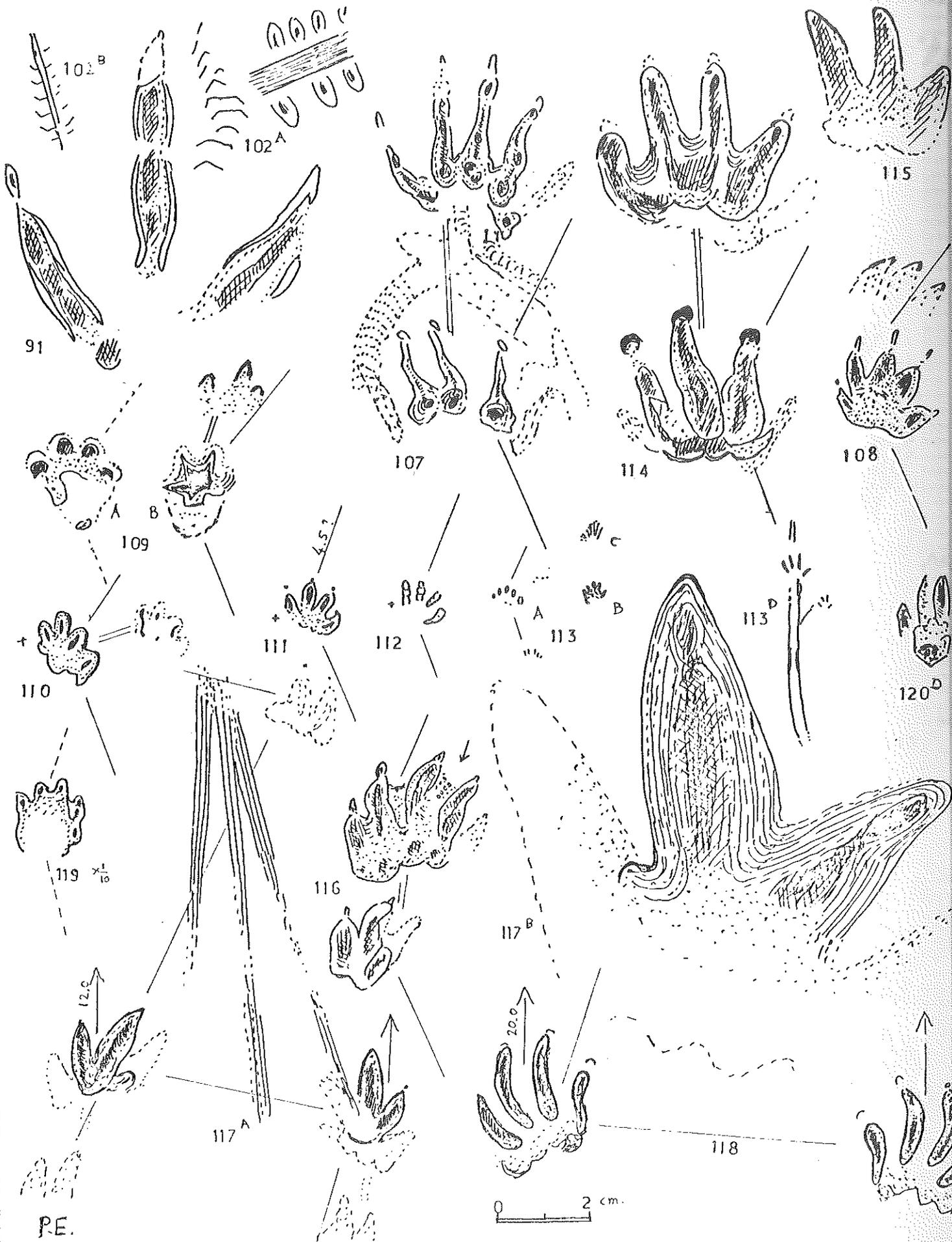


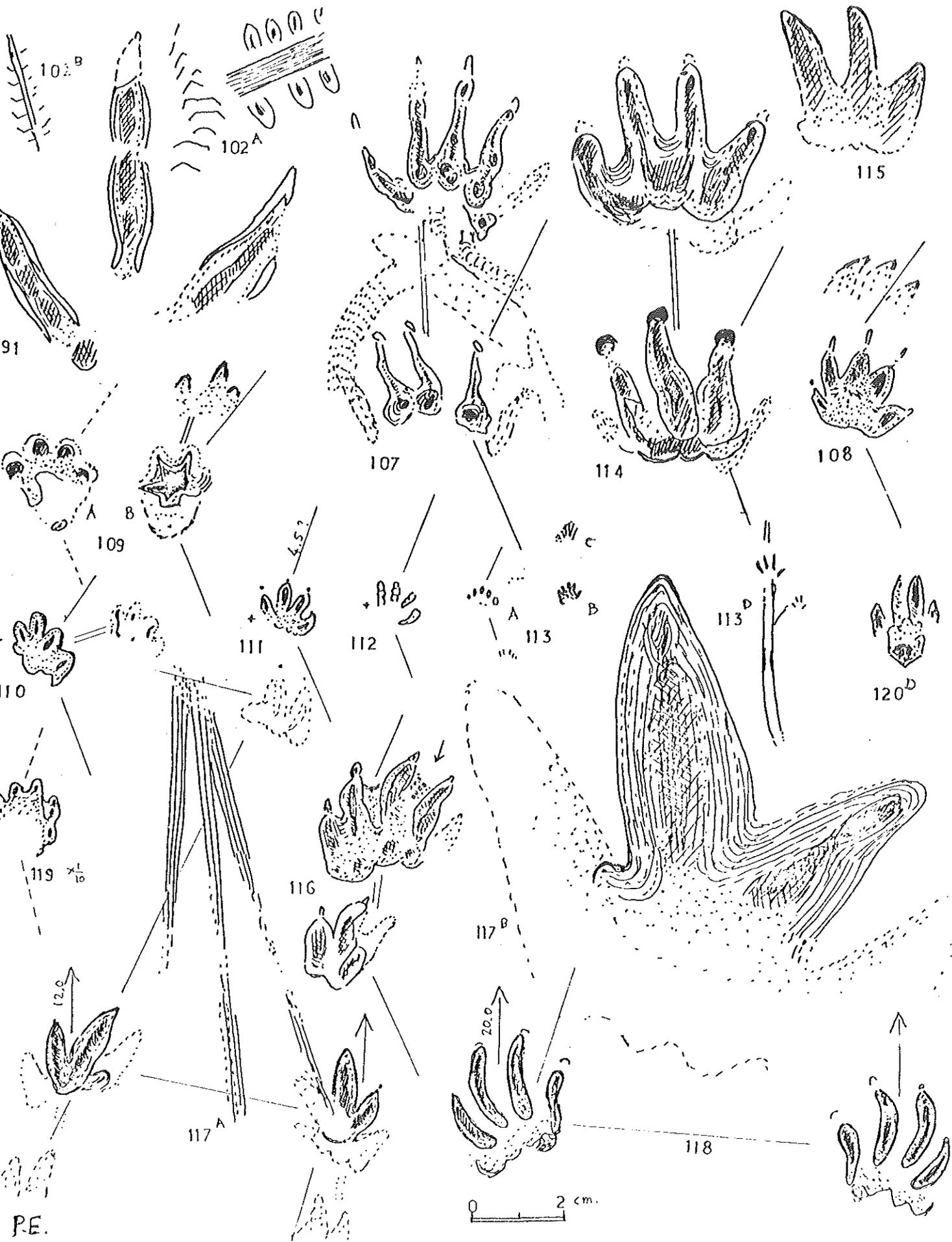






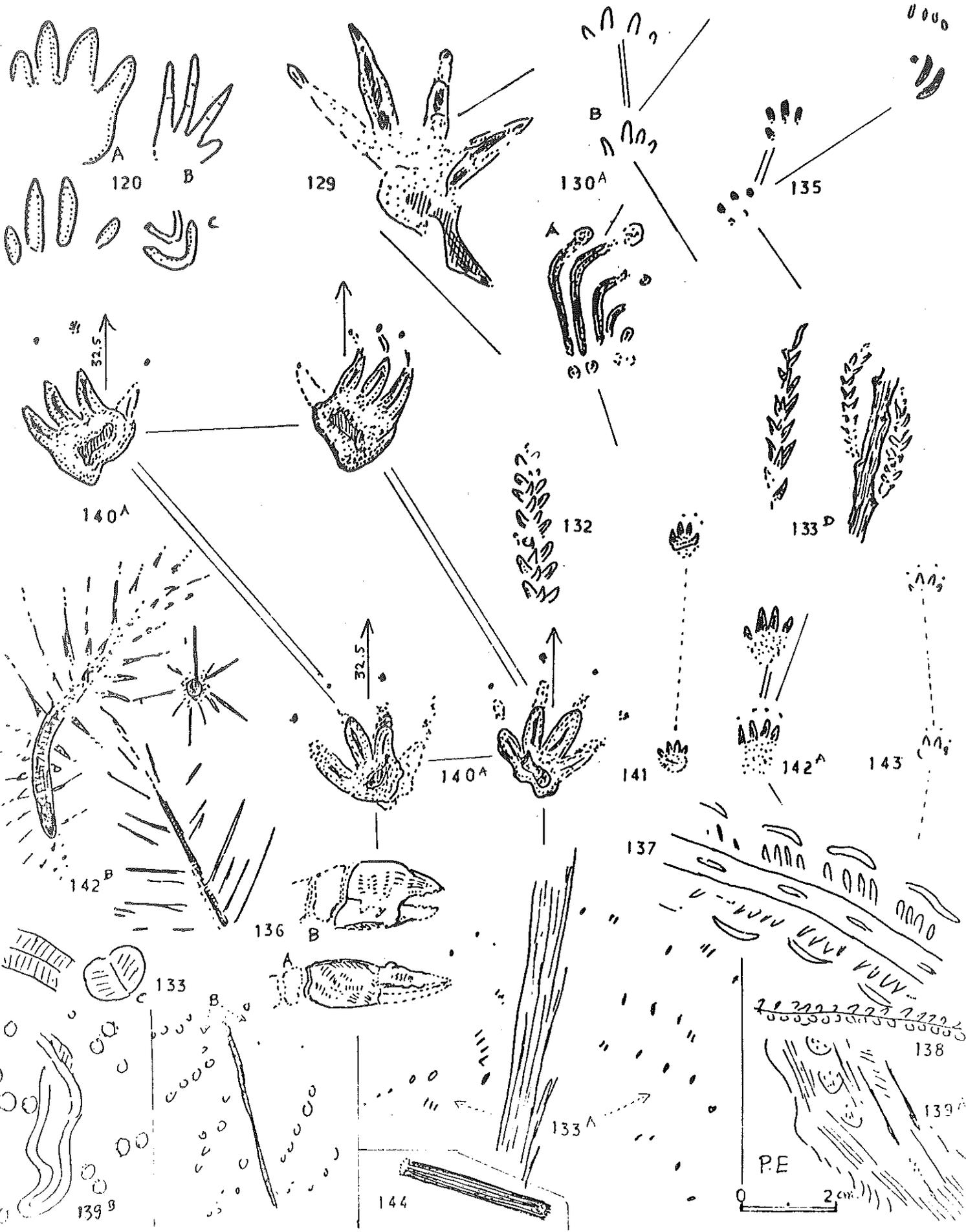






P.E.

0 2 cm.





Planches photographiques (Trias, Stormberg inférieur)

Légendes de gauche à droite et de haut en bas. Les chiffres se réfèrent aux figures des types.

Planche I Frontispice. La grande dalle de Subeng lors de sa découverte.

Planche II Pistes du Beaufort et du Molteno basal (Trias moyen).

. Zone A/1, Molteno inférieur a :

- Pentasauropus morobongensis, sur sol à empreintes végétales (conifères ?). Stéréoscopie d'un couple manus-pes. Grès blanc très grossier, Morobong (5).
- Senqutrisauropus priscus (coin inférieur droite de la même photo) (4).

. Zone A/2, Molteno inférieur b.

- Qemetrisauropus princeps (35 x 25 cm, pas 1,55 m). Dalle de grès verdâtre tourbillonnaire, L. Qeme (6).
- Qemetrisauropus minor (24 x 14 cm, pas 1,40 m). Dalles, à ripplemark, puis lisse, grès verdâtre, Maphutseng I (7).
- Anatrisauropus ginsburgi (22 x 18 cm, pas 1,24 m). Même lieu (8A).
- Pseudotrisauropus humilis (12 x 11 cm, pas 0,50 m ?). Même lieu (9).
- Pseudotrisauropus minusculus (7,3 x 6, 2 cm, pas 0,30 m). Même lieu (10A).
- Moltenotetrapodiscus vetus (3 ou 5 x 3,2 cm, pas 0,17 m). Même lieu (11).

. Beaufort (pour mémoire) (limite Permo-Triasique) :

- Tikoepentapodiscus fabri (6, 2 x 4, 3 cm, pas 0,20 m) Vastes dalle de Ventersburg (zone à Cistephalus, ou Lystrosaurus) (3).
- Un tridactyle spécial d'apparence bipède non nommé du même lieu (même échelle).

Planche III Zone A/2, Molteno inférieur b :

La même dalle à pistes de Maphutseng I. On y distingue les types (7) et (8A). La dalle plonge à faible pendage sous la montagne noire à gauche, formée de toute la suite du Molteno (Zones A/3 et A/4). La dalle "sommitale" fournira la faune des Planches XV et XVI. Les niveaux ensoleillés à l'arrière plan, dans le lointain, montrent les 200 m d'épaisseur du Stormberg supérieur rouge puis blanc, couronné de plus de 1000 m de laves basaltiques (Dra-kensberg Lavas).

Planche IV . Zone A/3, Molteno supérieur a :

- Jeune "équipe" sur le grès grossier verdâtre à bois et Dicroidium cf. longifolia, à Morobong, juste en dessus du gisement de Scalenodontoides macro-

dontes (Cynodonte), et de Mélanorosauridés inédits.

- Joueur de "lésiba", ou "gura", instrument paléolithique célébrant la vie animale dans son cycle journalier. Colmatages loessoïdes quaternaires.
- Un pas de l'énigmatique Pseudotrisauropus molekoi (25 A).
- Empreinte d'arrière-train de vertébré assis (plusieurs systèmes "dermiques" sont visibles : cruraux et lombaires-fessiers) (25 B).

Planche V Zone A/3, Molteno supérieur a :

- Pseudotetrasauropus bipedoida (largeur de piste : 75 cm) (28) ; dalle de grès verdâtre de Libataolong.
- Squelettes de pattes d'Euskélosauridés inédits du voisinage : "Bête de Télé", "Bête de Maphutseng" (Stéréoscopie).

Planche VI Zone A/3, Molteno supérieur a :

- Dalle de 400 m de long (grès verdâtre dur) à Falatsa et Seaka ; ici piste de Tetrasauropus unguiferus : quelques uns des 12 couples pes-manus successifs (largeur de la piste 1,40 m). Les mains se projettent à l'avant des marques de pieds à l'extérieur, comme indiqué sur la droite de la photo. Dimension du pied 44 x 37 cm, pas 0,83 m (36).

Planche VII Zone A/3, Molteno supérieur a :

- Pseudotetrasauropus mekalingensis ; grès verdâtre à galets T.M.S. à Mekaling. Stéréoscopie d'un moulage de pied droit (60 x 45 cm), montrant les coussinets phalangiens et les plis articulaires (articulations digito-métacarpiennes I, II et III) de cet énorme bipède qui devait dépasser 10 m de long et 4 m de haut (29).
- Tetrasauropus unguiferus (voir Planche VI). Stéréoscopie d'un moulage de pied gauche. On devine l'existence de la Ve griffe (Dalle de Falatsa).
- Relevés miniaturisés pour comparaison, à la même échelle, de pistes de Pseudotetrasauropus bipedoida (28), Tetrasauropus unguiferus (36) et Sauropodus antiquus (40).

Planche VIII Zone A/3, Molteno supérieur a :

- Pseudotetrasauropus elegans ; dalle de Seaka. Stéréoscopie d'un moulage de couple pes-manus droit de ce "bipède" : la main a exceptionnellement effleuré le sol (des doigts III et IV ?) à l'avant du pied ; le pied (48 x 40 cm) montre l'existence apparente du Ve doigt (30).
- Tetrasauropus gigas ; même dalle. Stéréoscopie d'un moulage de pied gauche montrant des détails de la sole pédieuse de ce "quadrupède" géant (articulation digito-métatarsienne, etc). Le pied (60 x 50 cm) rappelle bien avec ses 5 ongles, Pentasauropus incredibilis, mais la main, très différente, se projette loin en dehors de la piste (largeur de la voie : 2,00 m) (38).

Planche IX Zone A/3, Molteno supérieur a :

- Pseudotetrasauropus dulcis ; même dalle. Moulage d'un pied gauche, sole pédieuse et forme arrondie typique (31).
- Paratetrasauropus seakensis ; même dalle. Moulage d'un couple pes-manus droit. Le pied montre une sole pédieuse arrondie très écourtée. Les 3 doigts II-III-II onglulés évoquent ceux des Ornithopodes. Le Ve doigt est plus fonctionnel que l'hallux (cf. Paratrisauropus ?) (37).
- Lacertoidopus socialis ; même dalle (41)
- Batrachopodiscus tsanatalani et B. curvus ; dalle de grès Likhoele (42-43)

Planche X Zone A/3, Molteno supérieur a :

Dalle de 42 m de long de Phuthiatsana, grès verdâtre.

- Prototrisauropus rectilineus, variété levis, pas rectilignes de 1,52 m (18).
- Bosiutrisauropus phuthiatsani, variété minor, aux pas très légers; se distingue en marche parallèle, vers la gauche (23). Photo du bas : même légende.
- Pseudotetrasauropus augustus, lourd tétradactyle semi-bipède; s'aperçoit marchant dans le même sens, sur la droite de la photo (34).
- Pentasauropus cf. motlejoi, immense pentadactyle onguligrade, se voit en haut à gauche (2 pas) (cf. 39).

Planche XI Zone A/3, Molteno supérieur a :

Même dalle que pour la Planche X.

- Pseudotetrasauropus augustus, une autre piste à 30 m plus au Nord, montrant plusieurs détails anatomiques : coussinets phalangiens, sole, talon, variabilité dans l'écartement des doigts, marque de queue (34). On aperçoit sur la photo inférieure gauche la variété quadrupède Pseudotetrasauropus jaquesi, qui est peut-être le même animal en état de semi-nage.
- P. acutunguis, aux ongles tournés vers l'extérieur : 3 pas visibles sur la partie droite de la photo, même direction de marche (33).
- Bosiutrisauropus phuthiatsani, variété major : 3 pas en diagonale depuis le coin inférieur droite. On revoit cet animal sur le côté droit des deux photos inférieures (23).

Planche XII Zone A/4, Molteno supérieur b :

Dalles de grès blanc-verdâtre de Subeng :

- Psilotrisauropus subengensis, piste et détail (présence probable des doigts externes V et I). (49 A).
- Pseudotrisauropus dieterleni : deux empreintes montrant la structure très particulière du pied de cet animal, en bas à gauche (49 B).

- En haut à droite, squelettes de pieds et mains de "Paléopodes" de la base du Stormberg supérieur : Aetonyx palustris et Gryponyx africanus (Musée de Capetown) (pour comparaison).

Planche XIII Zone A/4, Molteno supérieur b (mêmes dalles) :

- Deuterosauropodopus minor, 2 pistes parallèles (pied : 28 x 27 cm). Largeur de piste très faible : 35 cm (51)
- Pseudotrisauropus dieterleni, descendant, sur la droite : photo de haut (49 B). Autre empreinte : centre-bas de la photo inférieure gauche.
- Deuterotrisauropus socialis, plusieurs pas (pointe possible du hallux au sol) : photo inférieure gauche (44 A).

Planche XIV Zone A/4, Molteno supérieur b (même dalles)

- Pentasauropus incredibilis, largeur du pied 37 cm, voie 1.00 m (52 A).

Planche XV Zone A/4, Molteno supérieur b

Dalle de 30 m de long de Maphutseng II, grès blanc verdâtre :

- Trisauropodiscus aviforma, traces enchevêtrées ou sautillantes des variétés vanellus (40 x 60 mm), columba (35 x 42 cm), turtur (32 x 37 mm) merula (27 x 32 mm), passer (16 x 18 mm). (47 A, B, C, D, E).
- Trisauropodiscus superaviforma, 2 pas descendants sur la gauche, et 1 pas montant au bas du quart supérieur droite de la photo (165 x 230 mm). Doigts rectilignes, fins et allongés, et à l'arrière marque d'hallux pratiquement identique à celle des Anatidés actuels. (48).

Planche XVI Zone A/4, Molteno supérieur b.

Aperçu sur l'extrémité Est de la Dalle de Maphutseng II.

- Deuterosauropodopus major, piste "éléphantine" montant sur la gauche (42 x 32 cm). La voie, "mains" comprises, est particulière étroite (47 cm).- Photo du bas : même type, vu de près. (50 A).
- Deuterosauropodopus major, variété decurrans, descendant et disparaissant sur la droite (33 x 28 cm environ). Voie de 40 à 45 cm (50 B).
- Deuterotrisauropus socialis, tridactyle, montant à grands pas (1,05 m) sur l'axe central de la photo (44 B).
- Mafatrisauropus errans, tridactyle, descendant à petits pas dandinants (0,69 m) depuis la droite (45 B).
- Trisauropodiscus aviforma, quelques traces millimétriques au tout premier plan.
- Comptichnus moorosii au milieu du bas du carré inférieur gauche (46). Se détachant sur les huttes du hameau, nos aides : à gauche Mafa, à droite Nonyana.

Planche XVII

. Zone A/5. Flore à Dicroidium lancifolia et Sphaenopteris (à gauche) dans les argilites rouges dites "Red Beds inférieur", à restes osseux de Mélanorosauridés et de Carnosauriens géants ("Likhoesaurus ferox", etc).

. Zone A/6 (photo du bas). Protoaviens à traces anatiformes :

- Trisauropodiscus galliforma (55), à droite et à gauche.
- Trisauropodiscus Phasianiforma (56), 2 traces au centre.
- Trisauropodiscus levis (57), 4 traces minuscules vers le haut.
- Trisauropodiscus popompoi (58), 3 pas montant vers le milieu : palmure, empreinte métatarsienne, enfoncement de l'hallux à l'arrière.

. Zone A/7 (Stéréoscopie). Apparition des micro-mammifères : Masitisitherium primordialis (avant dégagement).

Zone à Microtetrapodiscus longiforma et M. breviforma.

Planche XVIII

Quelques dalles précédemment signalées par l'auteur : Trias du Stormberg inférieur (1, 2, 3) et Keuper de France (4).

1. Dalle de Phuthiatsana (1964, p. 2), Zone A/3.
2. Dalle de Subeng (1955 b, p. 2) , Zone A/4.
3. Dalle de Maphutseng (1960 b, p. 2), Zone A/4.
4. Dalles de Corbès, France (1965, p. 2), Keuper s. s^{tr}.

Il est frappant de constater la similitude de ces ensembles faunistiques.

Photographies de l'auteur, prises sur le terrain.

Un grand remerciement à François Ellenberger pour la mise au point, en leur temps, des figures de la planche XVIII, ainsi que pour plusieurs des photos du Molteno (Planche X, XI, XVI), avec le bas de la planche XVII. Nous devons au Dr A. Jaques de Maseru la photo inférieure gauche de la planche XI, pistes dont il est l'inventeur, et que nous lui avons dédiées.

Enfin nous exprimons notre reconnaissance à M. Martin, photographe du Laboratoire de Paléontologie de Montpellier pour maints travaux ardues que nous lui avons confiés (rephotographie des dessins des types, reproduction en noir et blanc de diapositives, etc.)

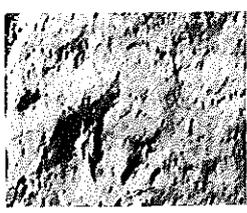
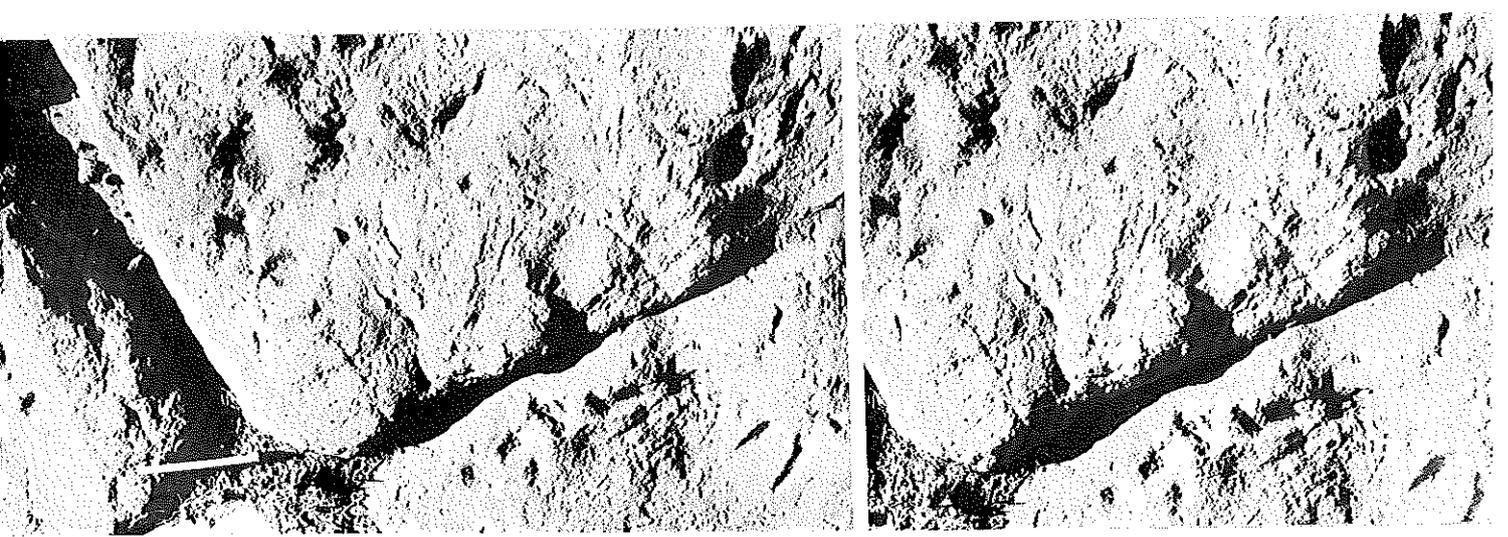
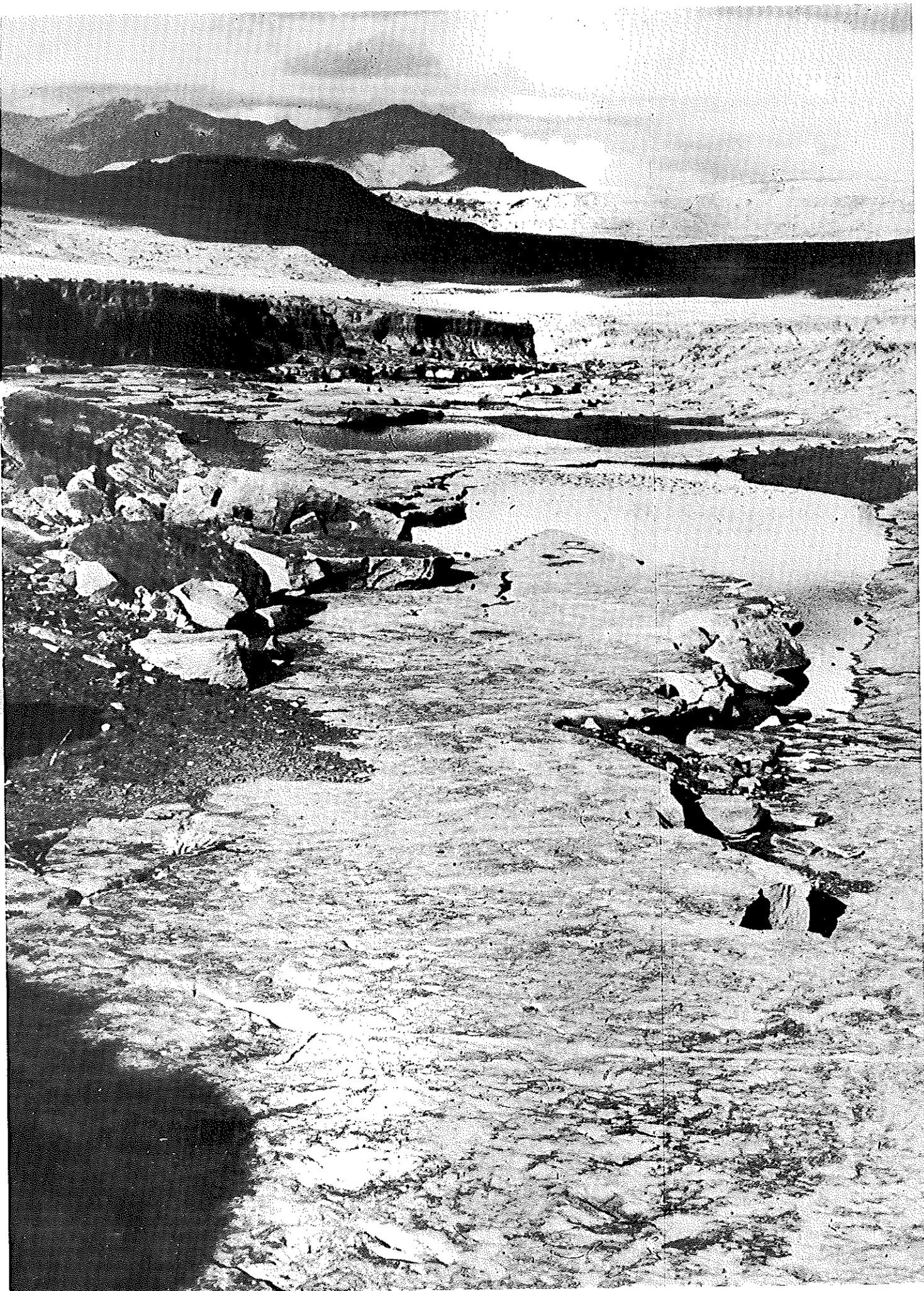
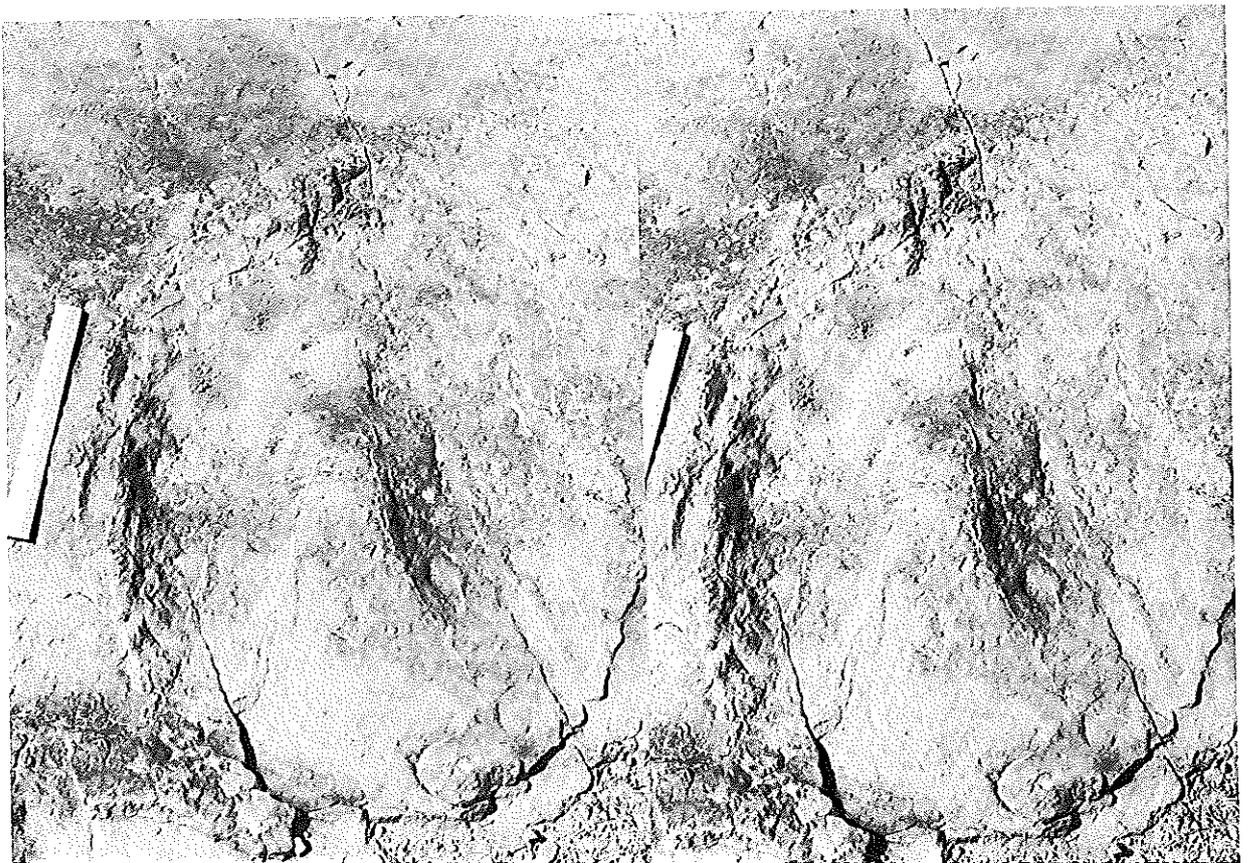


PLANCHE II





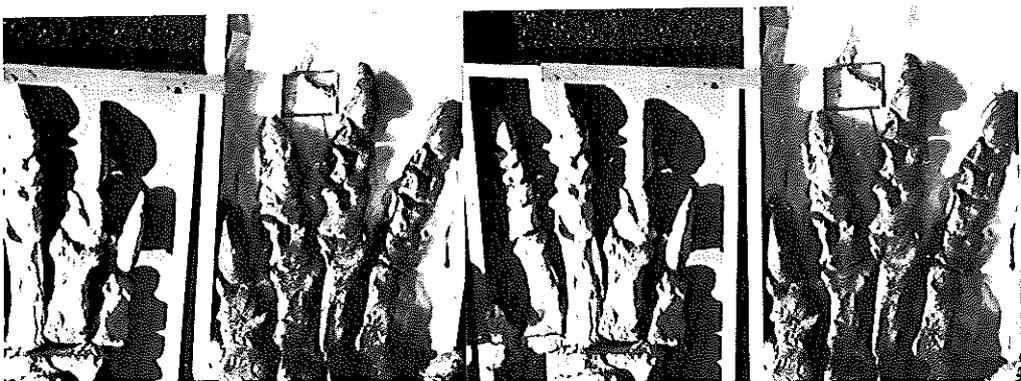
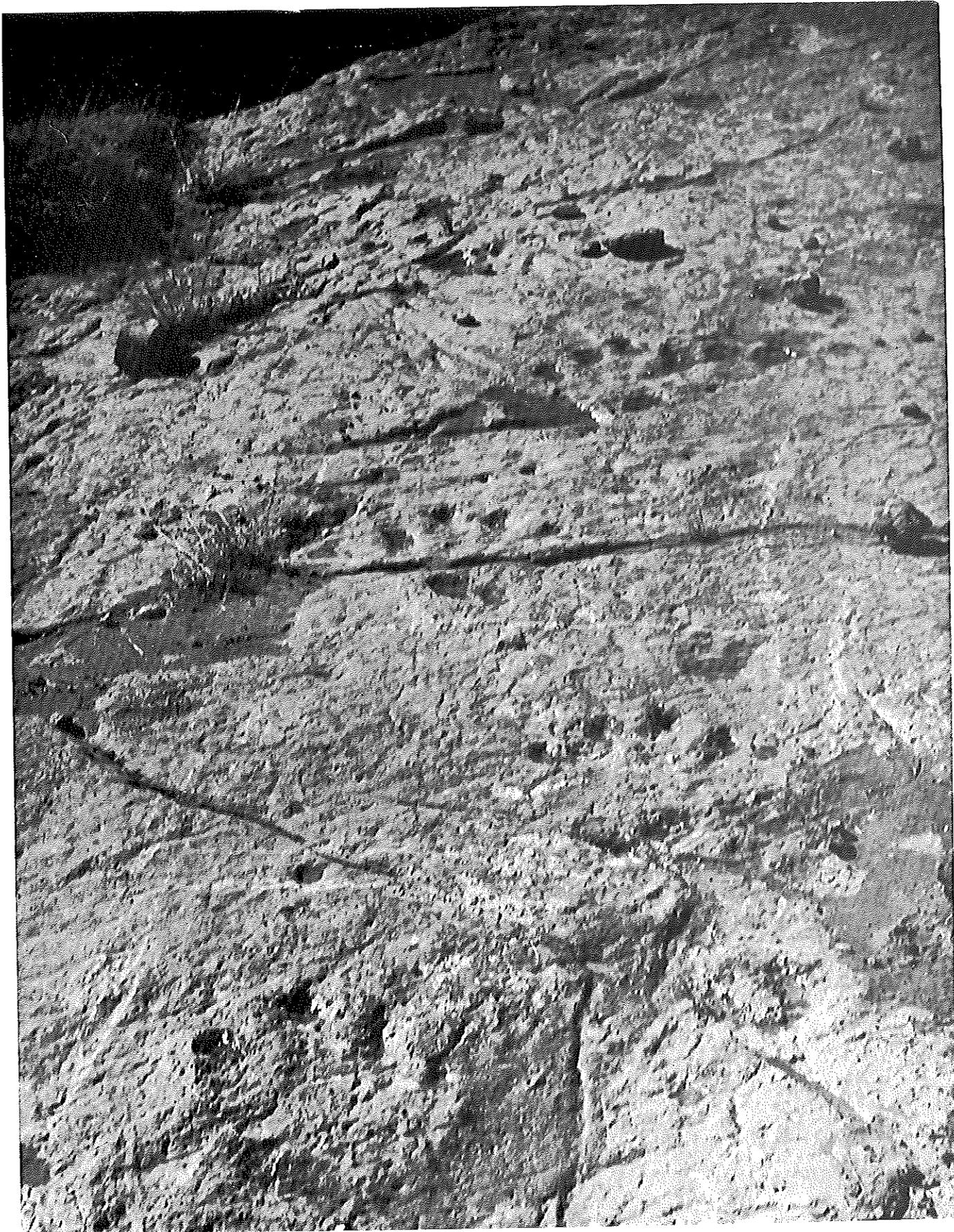


PLANCHE V



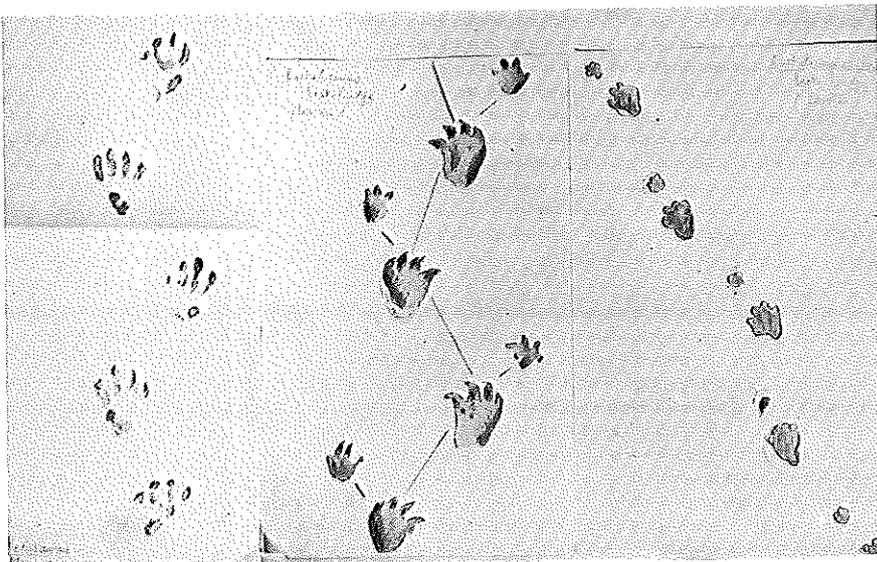
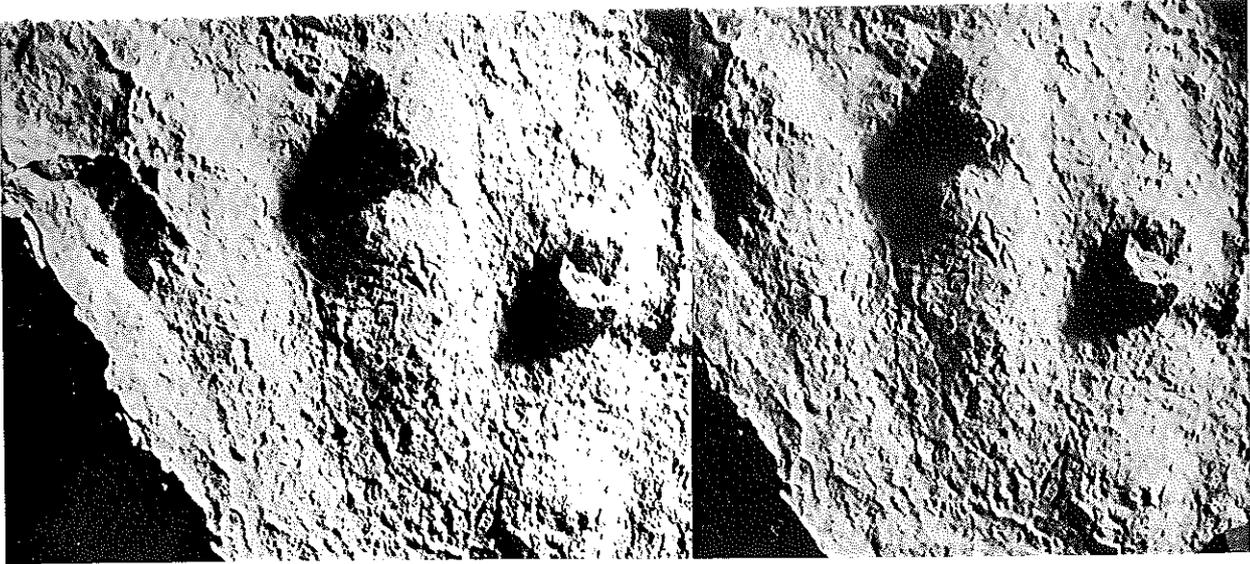


PLANCHE VII

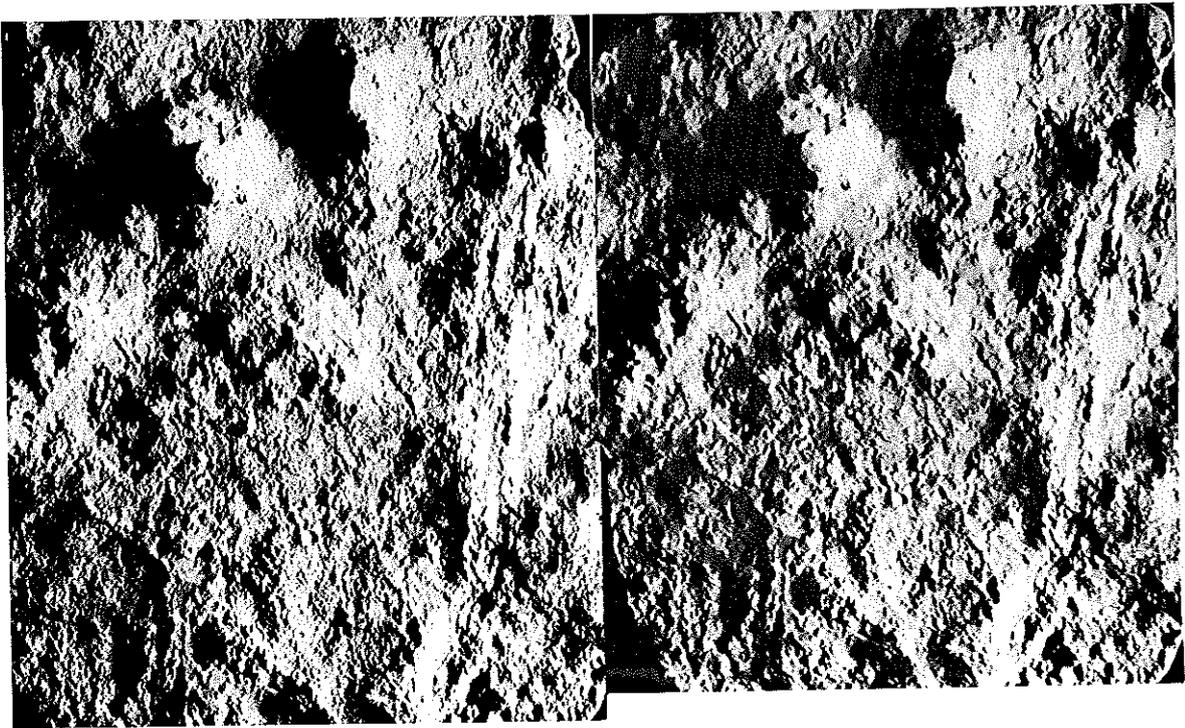
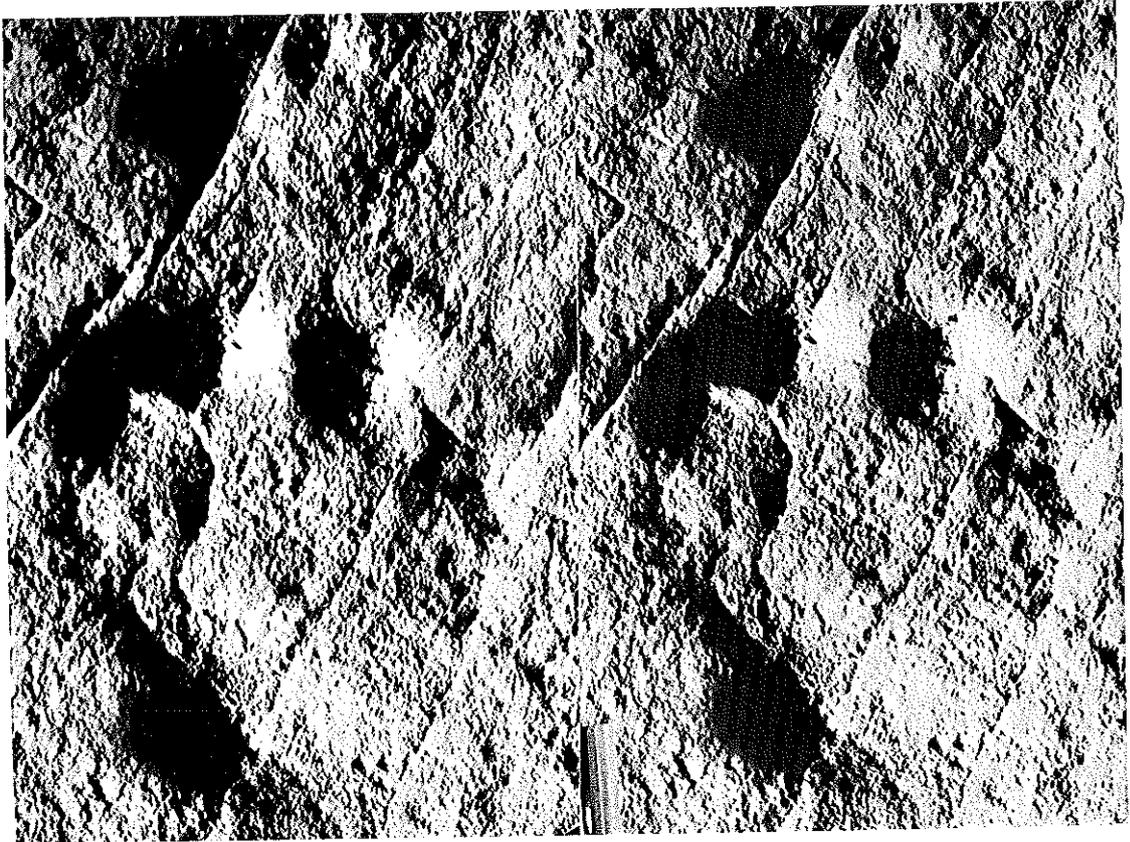
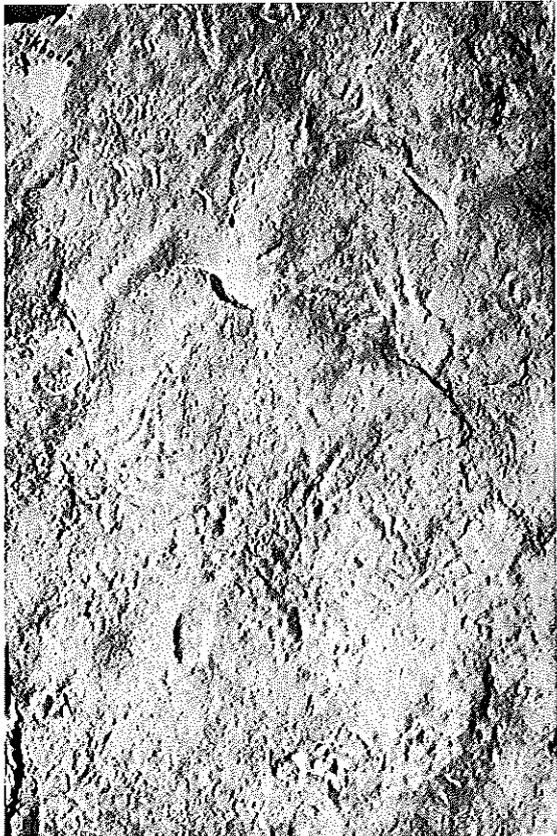


PLANCHE VIII



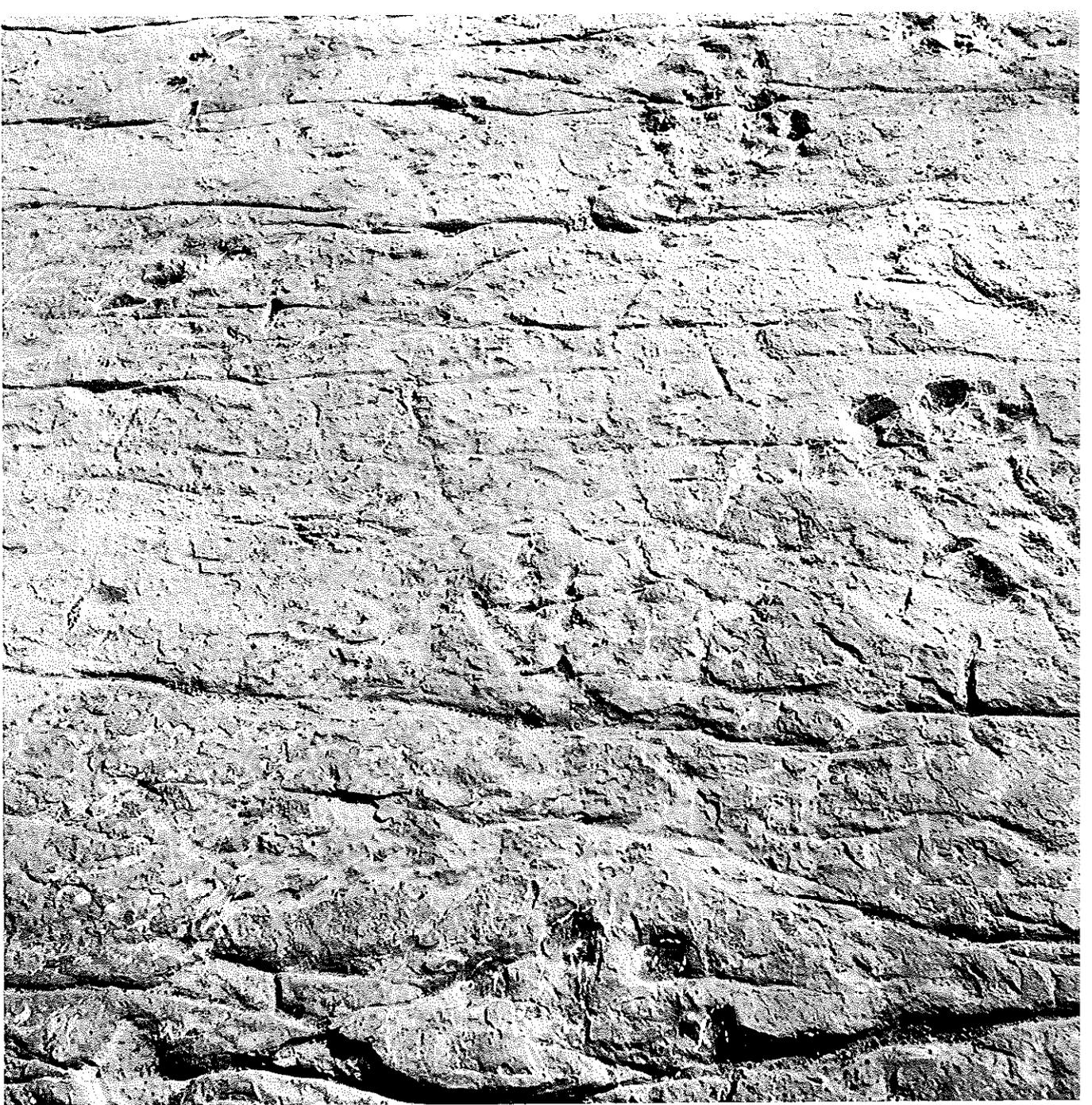
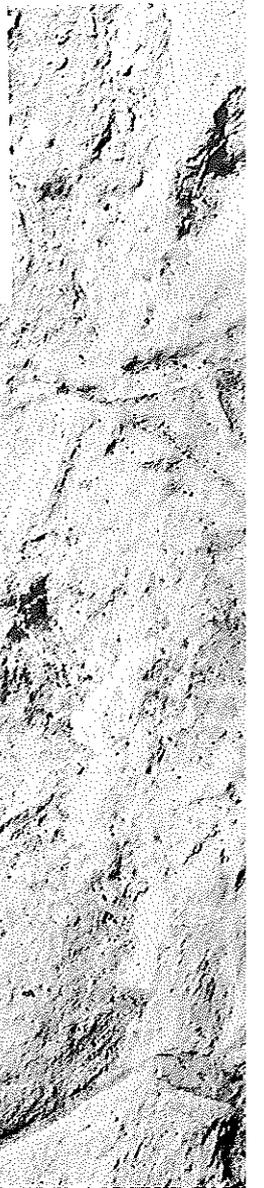


PLANCHE X



PLANCHE XI



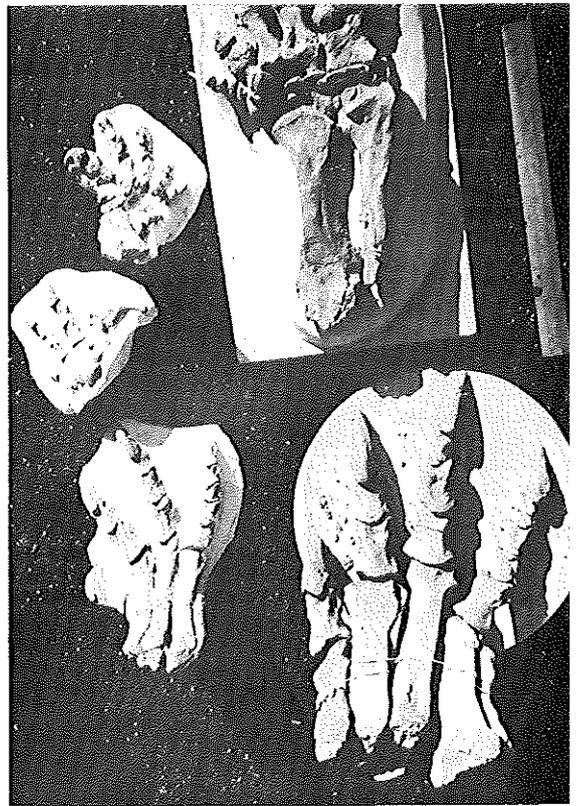
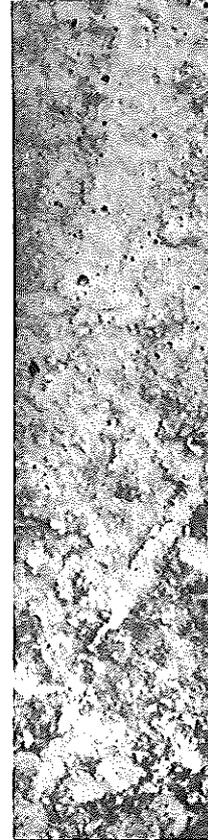


PLANCHE XII





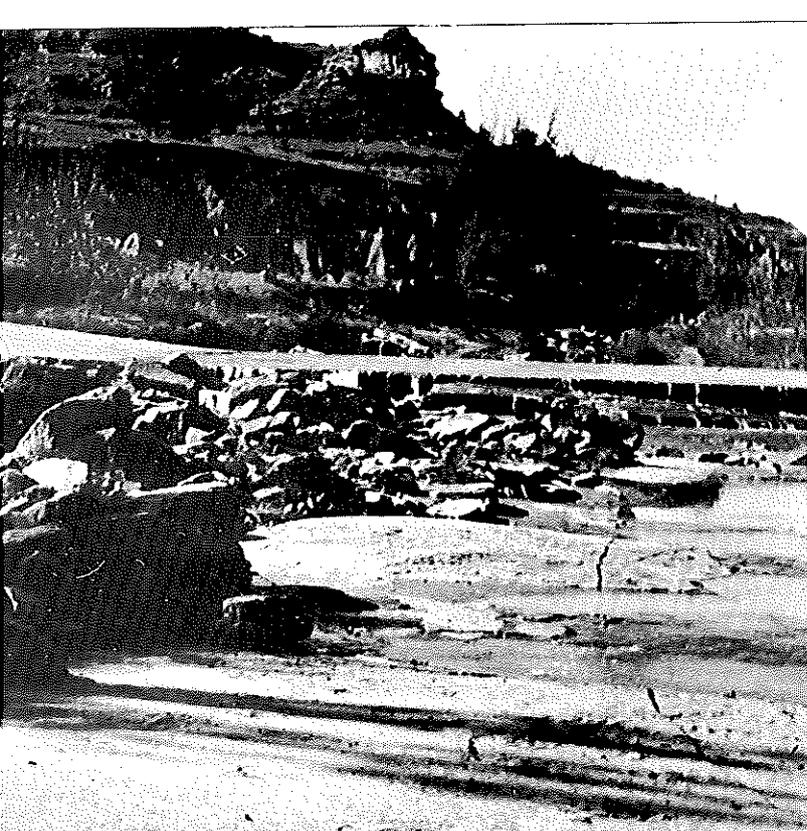


PLANCHE XIV



PLANCHE XV

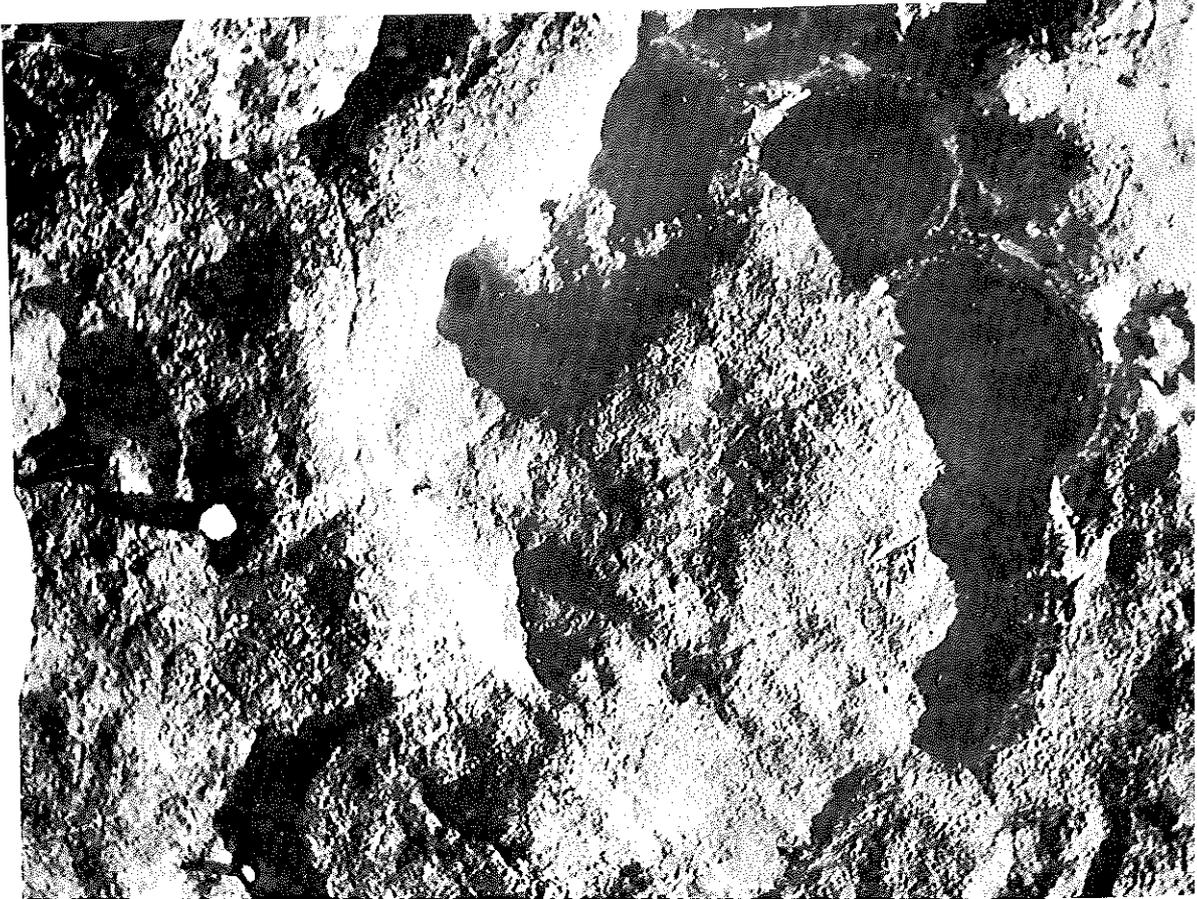
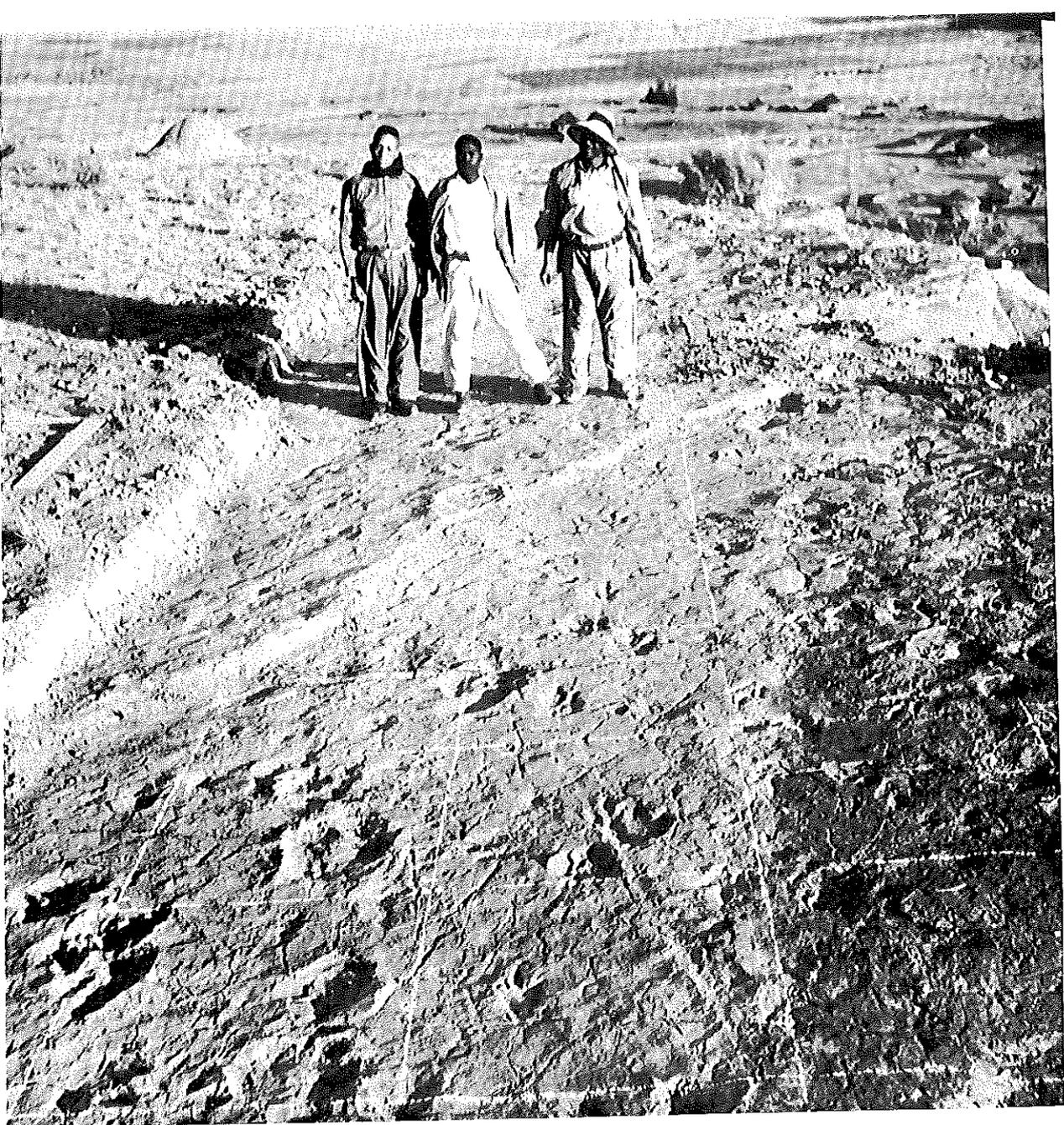


PLANCHE XVI

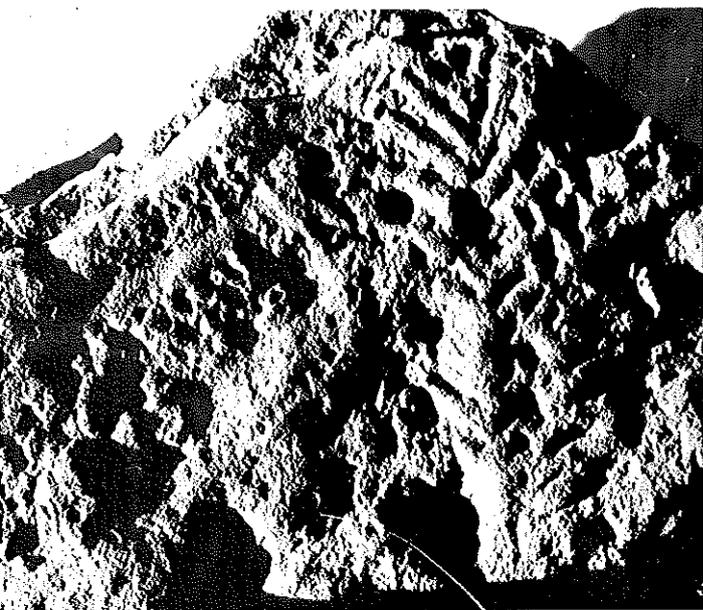


PLANCHE XVII



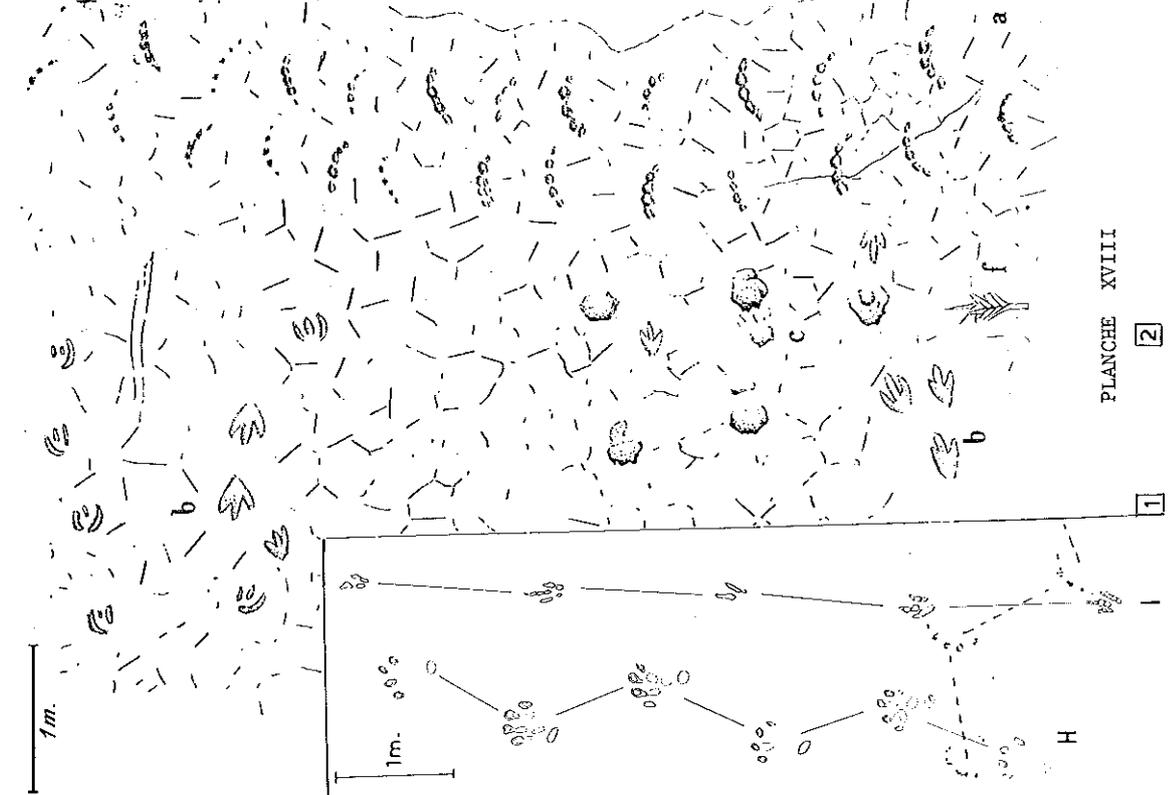
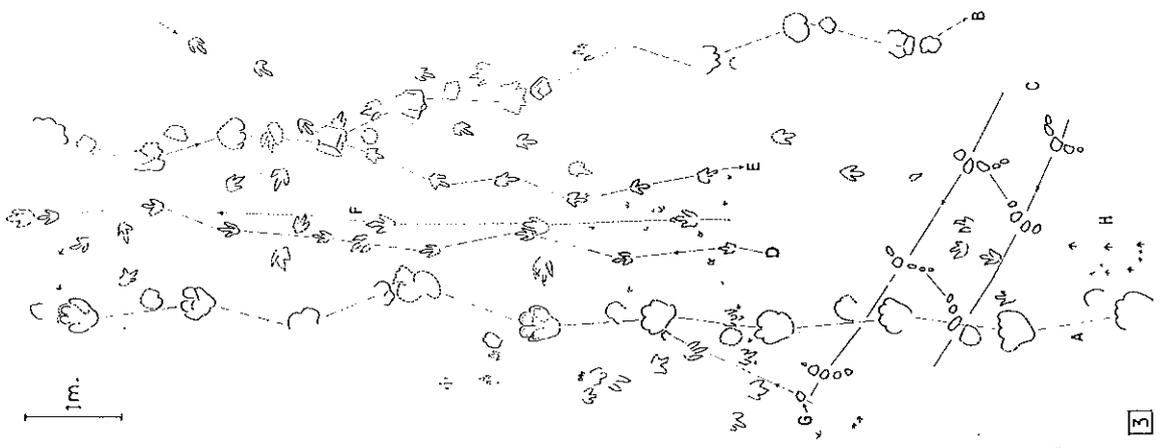
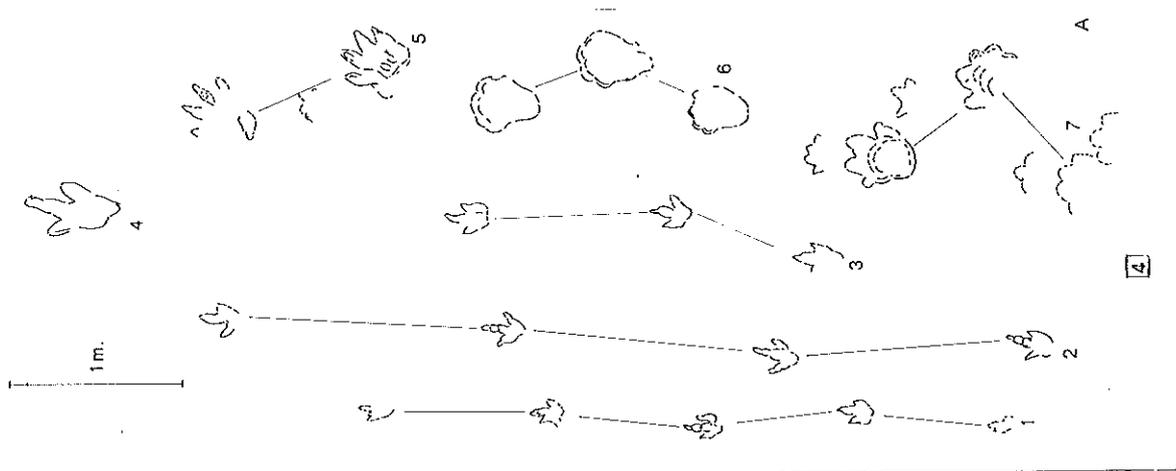


PLANCHE XVIII

4

3

2

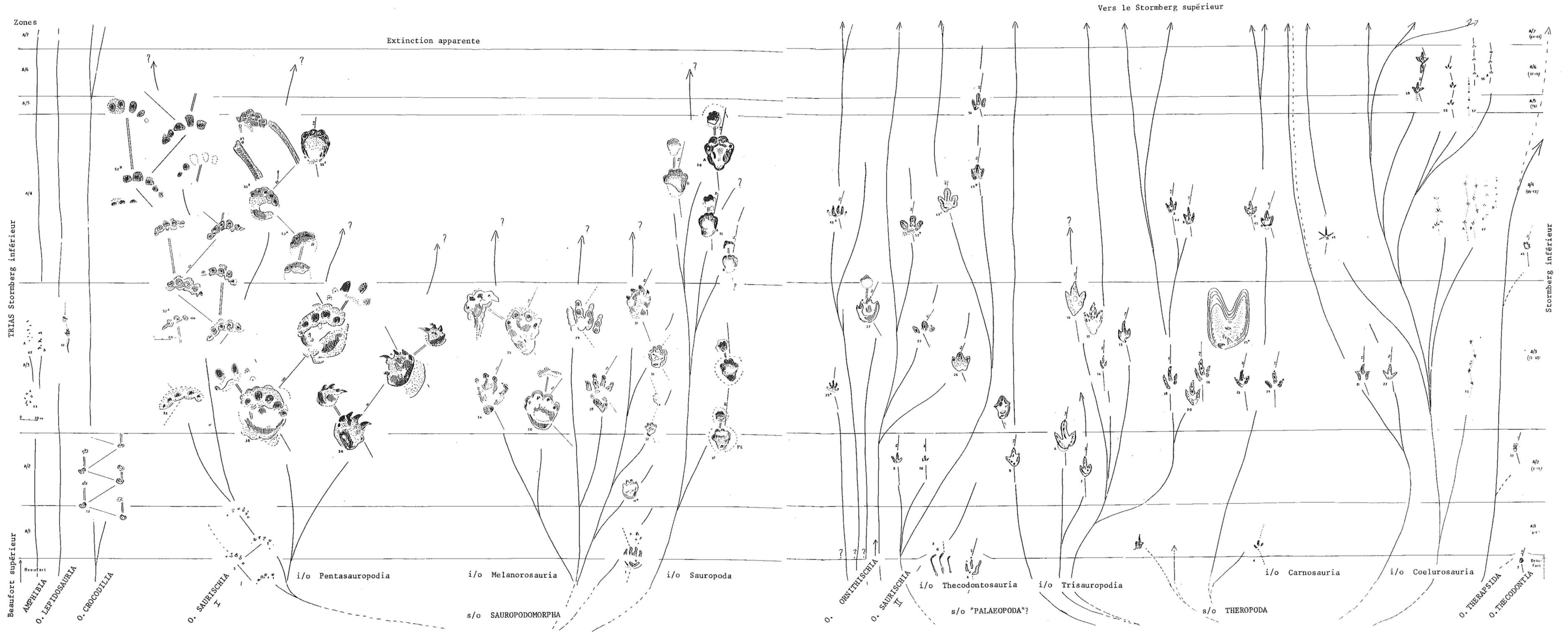
1

D E P L I A N T

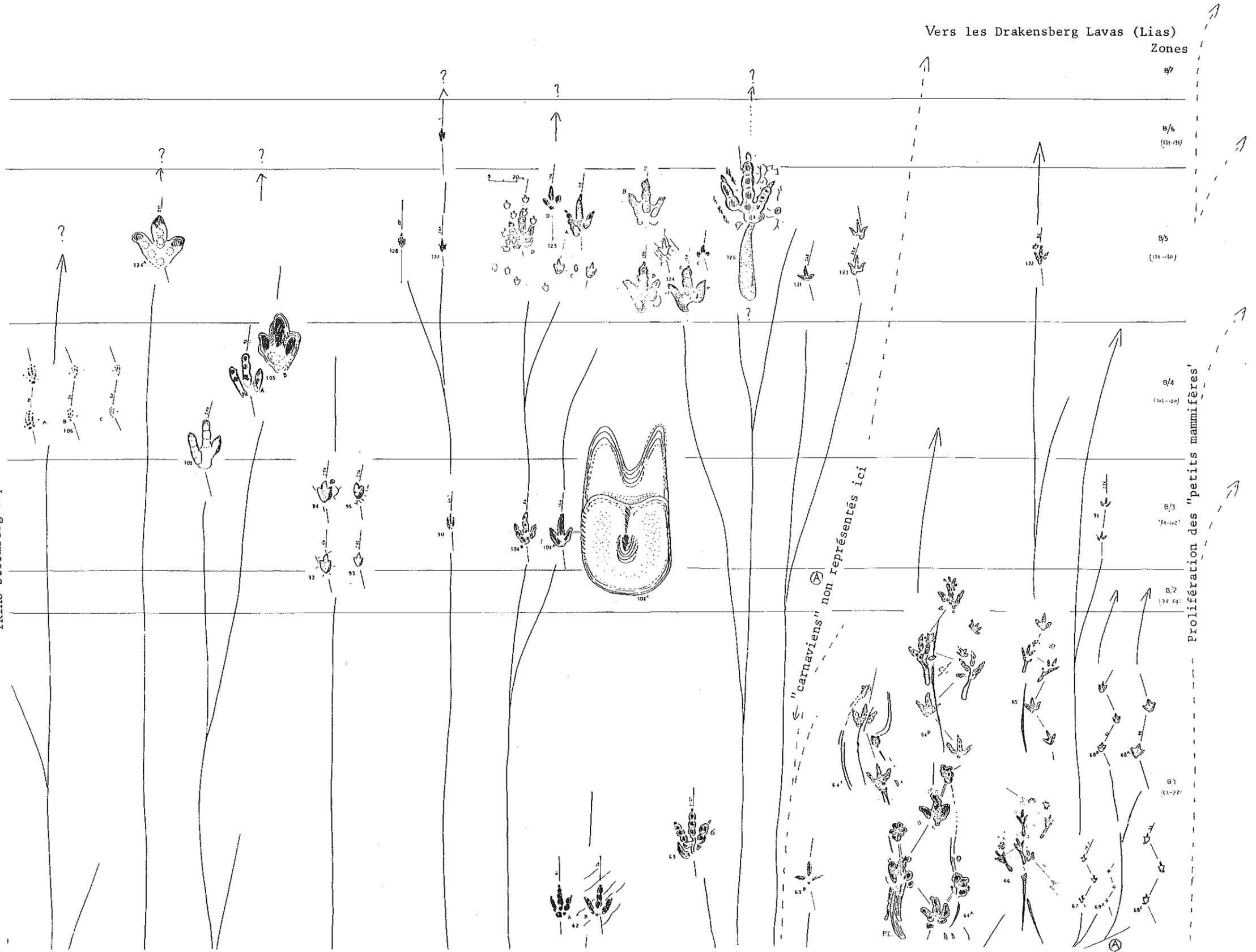
Feuillelet n° 1. - Tableau phylogénique des types du STORMBERG INFÉRIEUR (essai).

Feuillelet n° 2. - Evolution des tridactyles au STORMBERG SUPÉRIEUR. - Ce tableau se raccorde au haut de la partie droite du feuillelet précédent ; la partie gauche du feuillelet n° 1 n'a donné pratiquement aucune suite évolutive ! (Au Stormberg supérieur une multitude de petits animaux - non figurés ici - voit le jour, peut-être émanés de l'insignifiant phylum que l'on entrevoit à l'extrémité droite du feuillelet n° 1).

Echelle : 15 mm pour les 40 cm soit environ $\frac{1^e}{27}$



TRIAS Stormberg supérieur



suite du Stormberg inférieur (volet droit seul)