

Les reptiles du Trias moyen du Monte San Giorgio, Tessin

Autor(en): **Toroni, Aldo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **45 (1979)**

Heft 109

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-203882>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les reptiles du Trias moyen du Monte San Giorgio, Tessin¹⁾

par Don Aldo TORONI*

Le sud du Tessin avec le Monte San Giorgio a les plus importants affleurements de schistes bitumineux de la Suisse; ils ont une étendue d'environ 1 km² et une masse approximative de 1400000 tonnes. Ils se composent d'une vingtaine de couches bitumineuses généralement de l'épaisseur de quelques centimètres chacune seulement – la plus grande atteint 10cm – ; ils sont séparés par des bancs clairs de dolomie bitumineuse d'une puissance considérablement plus grande. L'ensemble des couches contenant les schistes bitumineux a à l'endroit P. 902 (voir fig. 2) une puissance d'environ 15,8m; l'exploitation technique à la Cava Tre Fontane (voir fig. 2) s'étendait sur l'épaisseur de 3,9m.

Des recherches faites pendant la dernière guerre ont confirmé qu'à l'état actuel de la technique et de la chimie, ces schistes bitumineux, comme tous les schistes bitumineux de la Suisse, ne peuvent pas être exploités économiquement pour la production d'huile combustible. (1)



Fig. 1 Vue du Monte Generoso sur le Monte San Giorgio. (Photo H.RIEBER)

1) Conférence donnée à l'Assemblée annuelle de l'Association suisse des géologues et ingénieurs du pétrole à Lugano, le 16 juin 1979.

* Don Aldo TORONI, Muzzano

Ces schistes bitumineux sont devenus célèbres par la découverte, il y a plus de cinquante ans, de reptiles marins du Trias moyen, ayant un âge d'environ 200 millions d'années. Les schistes bitumineux s'étendent aussi sur le versant italien jusqu'à Besano et Pogliana. Et précisément la présence de vertébrés fossiles dans la zone de Besano comme au Monte San Giorgio était connue aux naturalistes italiens déjà il y a plus de cent ans.

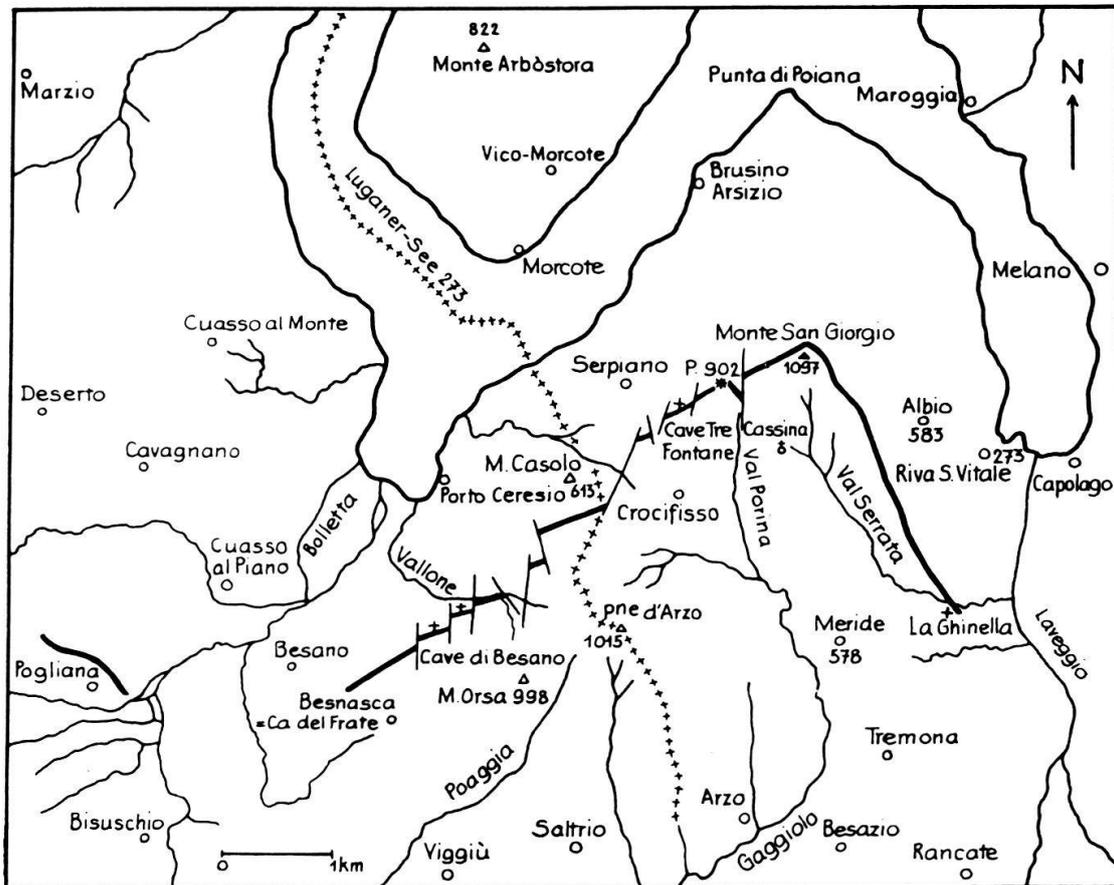


Fig. 2 Position de la zone limite bitumineuse («Grenzbitumenzone») (ligne noire, épaisse) dans le territoire du Monte San Giorgio, près de Besano et près de Pogliana en Italie. D'après H. RIEBER.

Le mérite de la recherche scientifique en revient à M. Bernhard PEYER (+ 1963), professeur de paléontologie à l'Université de Zürich, qui à l'occasion de l'Assemblée de la Société helvétique des sciences naturelles à Lugano en 1919, ayant fait à titre privé une excursion au Monte San Giorgio, devina que par des fouilles systématiques il aurait été possible de découvrir une intéressante faune fossile.

Depuis le début du siècle, une société italo-suisse exploitait, dans une mine, les schistes bitumineux près de Besano et au Monte San Giorgio pour en extraire un produit pharmaceutique. En effet si par une exploitation technique le rendement moyen en huile des schistes bitumineux du Monte San Giorgio est bas, seulement 8% et si les frais d'extraction augmentent par la nécessité de les séparer de la dolomie qui les accompagne et à cause de la distillation, l'huile brute obtenue par distillation à basse température et par des traitements successifs donne cependant un produit pharmaceutique estimé, appelé Saurolo, semblable à l'Ichthyol obtenu en Autriche, à Seefeld dans le Tyrol.

Fig. 3 Vue de la surface des grandes fouilles au Point 902 (voir fig. 2) du Monte San Giorgio. Qu'on observe l'alternance des schistes argileux bitumineux et des bancs de dolomie clairs et épais de la zone limite bitumineuse, qui sont inclinés vers le sud. Août 1964. (Photo A. TORONI)

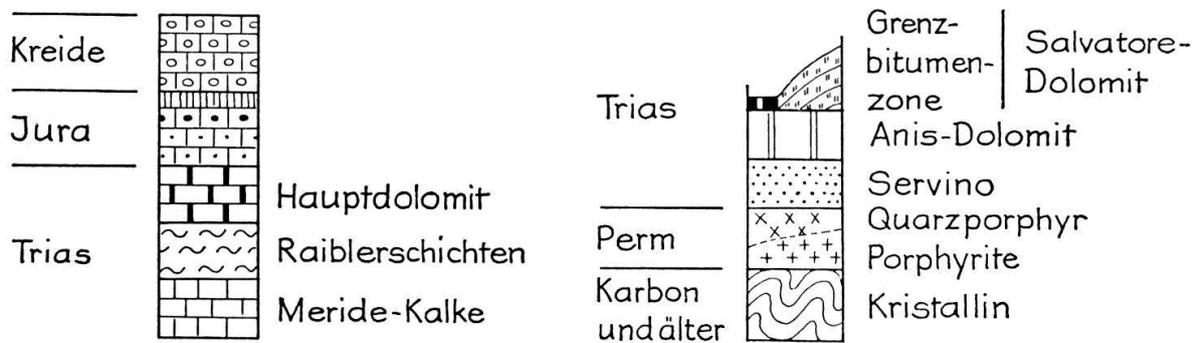
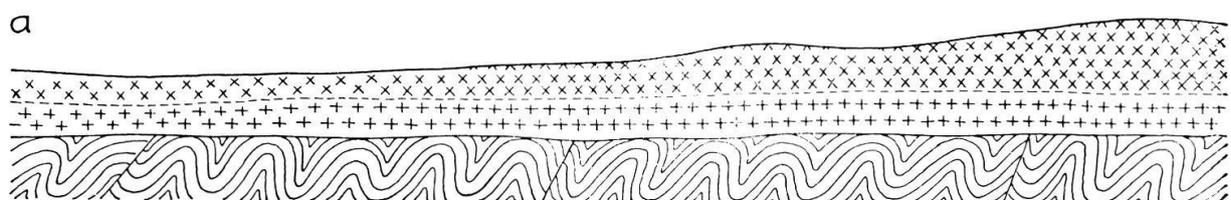
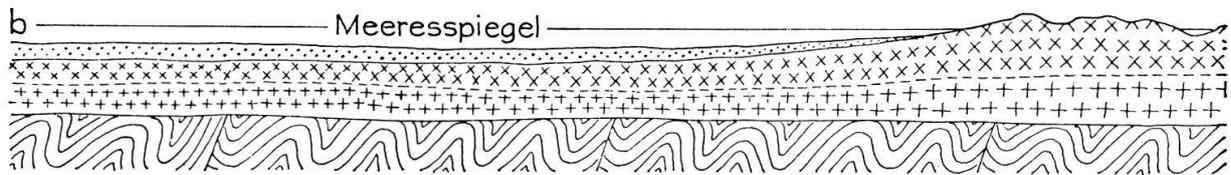
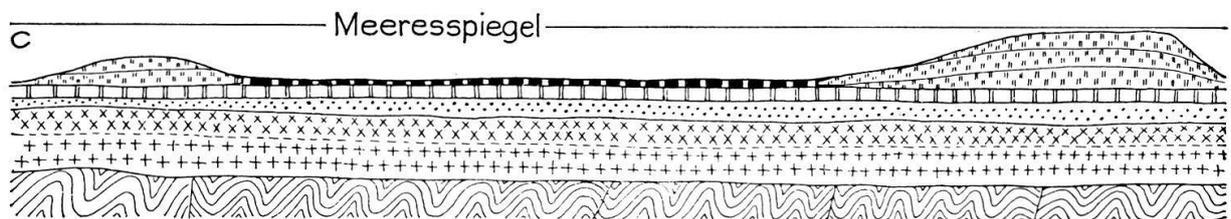
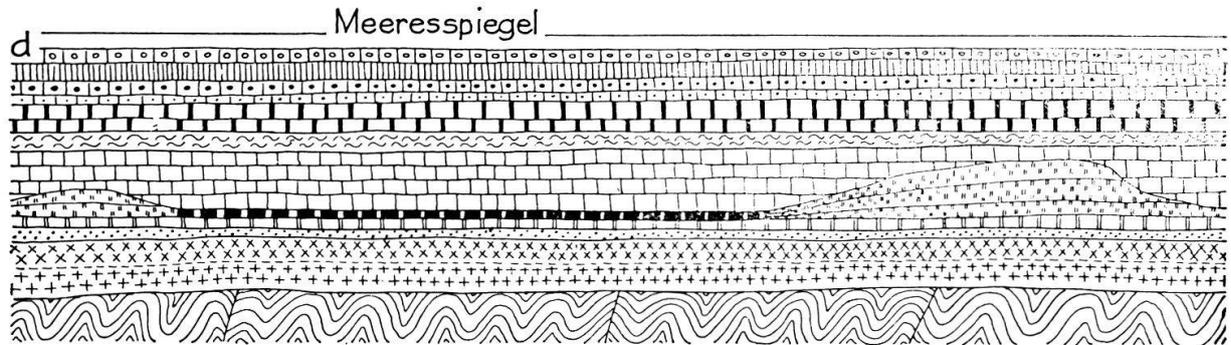
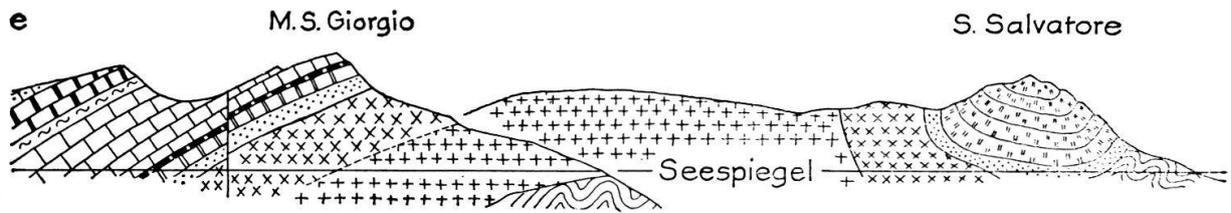


Bernhard PEYER s'accorda en 1924 avec la direction des mines d'avancer à la Cava Tre Fontane par des explosions avec précaution afin de sauvegarder les éventuels fossiles présents. Les résultats furent décourageants. Il entreprit alors, au grand air, dans la Val Porina (voir fig. 2) l'exploration des schistes bitumineux dans un but scientifique. Et tout de suite il eu une grande chance.

I. — Il découvrit dans la zone limite bitumineuse („Grenzbitumenzone“) des restes de *Placodontes*, reptiles marins, qui vivaient pendant le Trias en Europe Centrale et en Hongrie et dont on avait découvert dans le Trias lombard seulement quelques dents. Déjà dans la première année des fouilles il découvrit (1924) dans un banc de dolomie situé entre les schistes bitumineux de la zone limite bitumineuse un reste de *Cyamodus* d'une longueur de 1,30m. Ce reptile était connu de l'Allemagne. Pour la première fois, on a put constater que le tronc et la queue étaient protégés par une forte carapace dermique. De l'Hongrie on connaissait une forme semblable, le *Placochelys*.

Le *Paraplocodus broilii* Peyer est connu jusqu'à présent seulement du Monte San Giorgio; il a une longueur d'environ 1,4m. Les Placodontes ont en avant des dents adaptées pour saisir les proies et derrière, séparée par une lacune, une forte denture formée par des dents aplaties aptes à broyer les coquilles des proies: mollusques, crustacés et échinodermes. Grâce aux fossiles du Monte San Giorgio, la connaissance de ces reptiles a connu un remarquable progrès.

Les fouilles ont été poursuivies jusqu'il y a deux ans, pendant plus de cinquante ans presque chaque été sous la direction d'abord de M. Bernhard Peyer et ensuite du Prof. Emil KUHN-SCHNYDER; (2) les fossiles sont exposés au Musée de paléontologie de l'Université de Zürich. Sur initiative de M. Emil KUHN-SCHNYDER, de M. Dr. Graziano PAPA, président de la Section tessinoise de la Ligue suisse pour la protection de la nature et de M. Alberto DONINELLI, maire de Meride, un petit musée, mais très agréablement disposé a été créé dans le village de Meride, au pied du Monte San Giorgio. (3,4) Des exemplaires de fossiles du Monte San Giorgio ont été donnés au Musée cantonal d'Histoire naturelle de Lugano.



◀ Fig. 4 La formation des Alpes calcaires tessinoises dans le territoire du Monte San Giorgio et du Monte Salvatore. D'après H. RIEBER.

- a) Au Permien supérieur, quand les volcanites du Permien inférieur (porphyrites et porphyres quartzifères) ont été érodés.
- b) Au Trias inférieur, quand la mer avança vers le nord.
- c) Au Trias moyen, quand dans un bassin les schistes argileux bitumineux et dolomies (zone limite bitumineuse, «Grenzbitumenzone») se formèrent avec beaucoup de restes de vertébrés. Dans le territoire du San Salvatore, il y avait un ensemble de lagunes et de récifs (dolomie du Salvatore).
- d) Au Crétacé supérieur.
- e) La situation actuelle. Pendant la formation de la chaîne alpine les couches furent inclinées et soulevées et pendant le Tertiaire une grande partie des couches fut érodée.

La transgression de la mer du Trias moyen a eu lieu d'est en ouest.

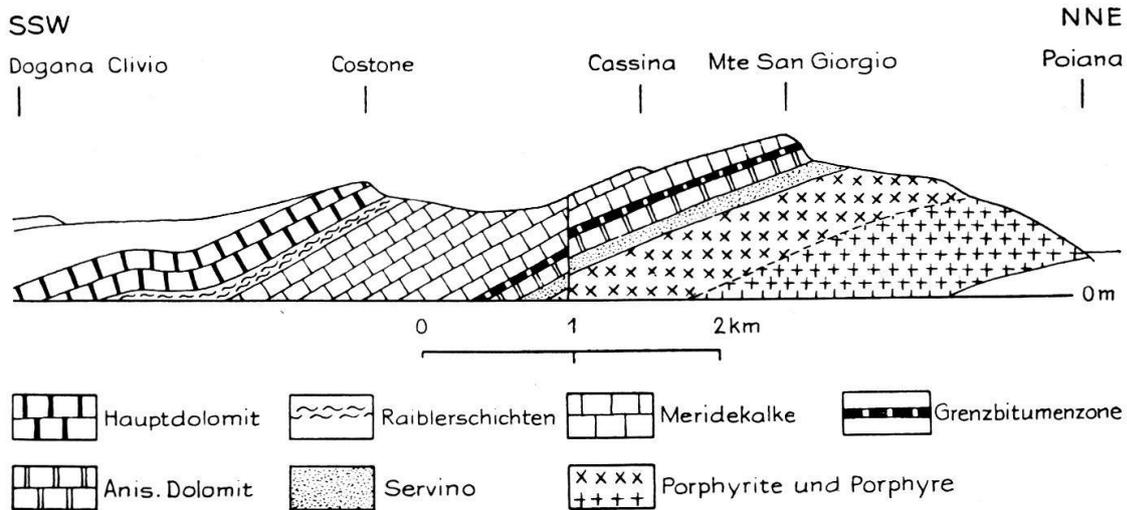


Fig. 5 Profil géologique à travers le Monte San Giorgio.

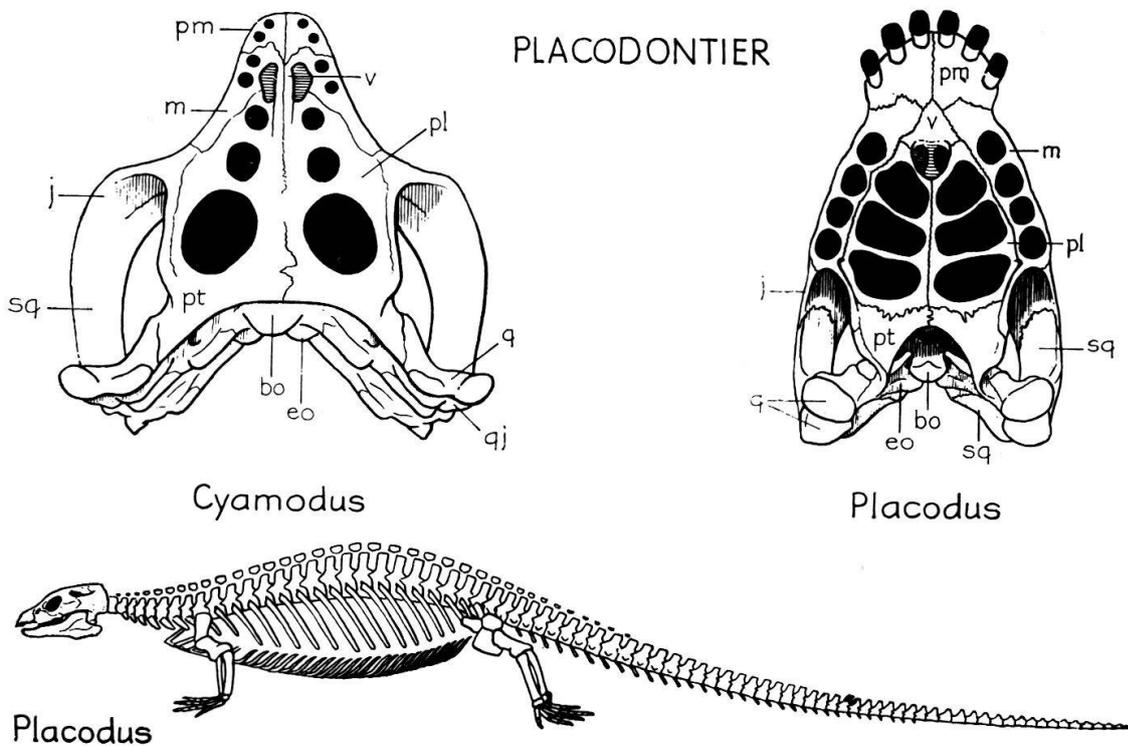


Fig. 6 Placodontes du Trias. Face ventrale du crâne de *Cyamodus*. Face ventrale du crâne de *Placodus*. Reconstruction du squelette de *Placodus*. D'après E. KUHN-SCHNYDER.

II. — Parmi les reptiles les plus célèbres et les plus fréquents du Monte San Giorgio il y a les *Mixosauri*, des Ichthyosauriens, reptiles à corps de poisson, comme l'indique le nom, avec un cou très court de quelques vertèbres. C'est par eux qu'on a pu documenter le passage des Ichthyosauriens de la terre ferme à la vie marine; ce fait et une documentation analogue pour d'autres reptiles fossiles ont donné une renommée internationale au gisement triasique du Monte San Giorgio.

Les Ichthyosauriens du Jurassique et du Crétacé, comme par exemple les magnifiques exemplaires qu'on trouve au Wurtemberg avec les contours aussi des parties molles de l'animal, étaient complètement adaptés à une vie marine. La queue servait de propulseur, les nageoires d'organes de direction. Ils ne pondaient plus, étant devenus vivipares. Les jeunes, aussitôt après la naissance, devaient être capables de puiser de l'air à la surface de la mer et ils étaient indépendants dans la nutrition. Les derniers Ichthyosauriens s'éteignirent à la fin du Crétacé. Leur origine est encore obscure.

Les *Mixosauri* sont les Ichthyosauriens les plus primitifs; ils sont répandus partout; on les a découverts en Europe, aux Spitzbergen, en Chine, en Amérique. Les exemplaires les plus beaux et les mieux conservés ont été trouvés au Monte San Giorgio. Ils atteignent une longueur de 1,5 m. Ils appartiennent aux Ichthyosauriens latipennés, c'est-à-dire à nageoires larges.

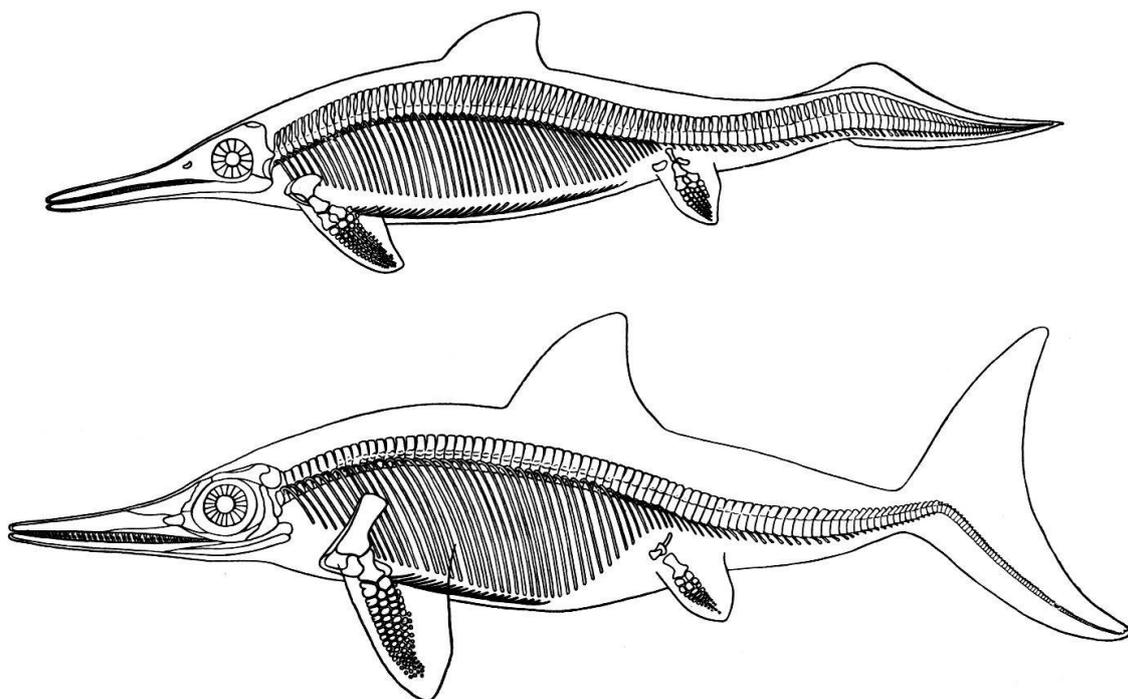
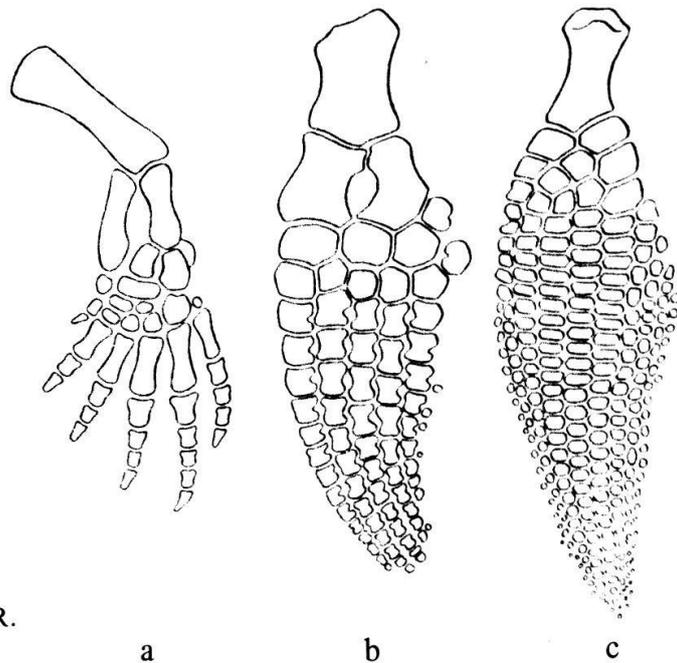


Fig. 7 Dessus: *Mixosaurus cornalianus* (BASSANI). Trias moyen du Monte San Giorgio. Dessous: *Ichthyosaurus quadriscissus* (QUENSTEDT). Jurassique inférieur, Holzmaden (Wurtemberg). Qu'on observe l'évolution de la nageoire caudale. D'après E. KUHN-SCHNYDER.

Les Mixosauriens du Monte San Giorgio comparés avec les Ichthyosauriens du Jurassique de l'Allemagne, nous montrent l'évolution de la nageoire caudale et des nageoires latérales. La colonne vertébrale caudale du *Mixosaurus* est droite; il a une nageoire dorsale caudale impaire. Dans les Ichthyosauriens du Jurassique et du Crétacé l'extrémité de la colonne vertébrale caudale est pliée du côté ventral; elle entre dans le lobe

inférieur de la nageoire caudale verticale, tandis que la nageoire caudale dorsale impaire du *Mixosaurus* se développe dans les Ichthyosauriens du Jurassique comme lobe supérieur de la nageoire caudale. Le squelette de la nageoire antérieure présente encore dans le *Mixosaurus* le spatium interosseum et le rétrécissement latéral des phalanges propres aux animaux terrestres, tandis qu'ils ont disparu dans les Ichthyosauriens du Jurassique et du Crétacé; dans ceux-ci le nombre des rayons est augmenté ainsi que le nombre des phalanges.

Fig. 8 a) Membre antérieur d'un reptile terrestre. D'après H. STEINER.
 b) Membre antérieur de *Mixosaurus cornalianus* (BASSANI). Du Trias moyen du Monte San Giorgio. D'après E. KUHN-SCHNYDER.
 c) Membre d'un Ichthyosaurien *Ichthyosaurus communis* (CONY-BEARE) Lias inférieur, Lyme Regis, Dorset (Angleterre). D'après O. JEKEL. D'après E. KUHN-SCHNYDER.



Des représentants des Ichthyosauriens longipennés, c'est-à-dire à nageoires étroites sont aussi connus au Monte San Giorgio par de rares exemplaires; dans ces Ichthyosauriens le nombre des rayons des nageoires peut se réduire à trois. Ils atteignent une longueur de 6m. Les représentants les plus proches proviennent du Trias de la Californie.

Les fossiles du Monte San Giorgio nous révèlent que les Ichthyosauriens se nourrissaient de seiches; à l'endroit de leur estomac on a trouvé de nombreux crochets et des restes de mâchoire. Un squelette de *Mixosaurus*, d'ailleurs mal conservé, trouvé au Monte San Giorgio, renferme à l'intérieur les restes délicats des petits sur le point de naître; c'est une preuve que les Ichthyosauriens étaient vivipares.

CUVIER a magistralement caractérisé ainsi les Ichthyosauriens: «Ils ont un museau d'un dauphin, les dents d'un crocodile, la tête et le sternum d'un lézard, les nageoires d'un cétacé et les vertèbres d'un poisson.» (Cité de 3, pag. 24) En Angleterre on a trouvé des squelettes entiers d'Ichthyosauriens il y a déjà un siècle. Une grande monographie sur les Ichthyosauriens manque encore.

En comparant la forme externe d'un Ichthyosaurien avec celle d'un dauphin et d'un requin on constate un intéressant exemple de phénomène de convergence. Leur ressemblance ne dépend pas d'une affinité d'évolution; il s'agit en effet d'un reptile, d'un mammifère et d'un poisson. L'*Ichthyosaurus* a une nageoire caudale verticale, comme le requin, tandis que le dauphin a la nageoire caudale horizontale. En vivant dans un même milieu, pour mieux y s'adapter et vaincre la résistance des filets d'eau, ils ont acquis la même forme aérodynamique.

III. — Parmi les Sauroptérygiens les représentants les plus connus sont les Plésiosaurosiens. Contrairement aux Ichthyosaurosiens, ils ont un long cou et pour nager ils se servaient de leur quatre robustes nageoires de la même façon que les lions marins actuels. Ils peuplaient les mers du Jurassique et du Crétacé. Peu de restes de leurs ancêtres du Trias sont connus. Au contraire, on connaît une série de formes affines, les Nothosaurosiens ou Sauriens bâtards. Ceux-ci sont abondamment représentés au Monte San Giorgio.

Paranothosaurus amsleri PEYER est un des Nothosaurosiens les plus grands connus jusqu'ici; il mesure à peu près 3,8m de long. Un squelette presque complet provient de la zone limite bitumineuse près de la Cava Tre Fontane. C'était un reptile rapace; sa denture caractéristique le prouve. Il se nourrissait de poissons et de reptiles et même d'individus de la même espèce. Il ne quittait la mer que pour pondre à proximité du rivage.

Mais la découverte la plus spectaculaire parmi les Sauroptérygiens est un exemplaire d'environ 2,3m de long, d'un genre nouveau appelé *Ceresiosaurus calcagnii* PEYER, le Saurien du lac de Lugano, extrait d'un niveau fossilifère des calcaires inférieurs de Méride au dessus de la zone limite bitumineuse. Il provient de l'endroit Acqua ferruginosa, dans la Valle Nera. Sa préparation a été exécutée du côté ventral parce qu'on sait par expérience que, si les animaux tombent sur le fond de la mer dans leur position normale, les fossiles sont mieux conservés dans la partie ventrale. En effet, quand le cadavre de l'animal tombe sur le fond de la mer où il est couvert par les éléments du sédiment, des gaz se développent à son intérieur par putréfaction, qui en se dégageant peuvent provoquer un vide et par conséquent un écrasement du fossile avec endommagement de la partie supérieure de l'animal.

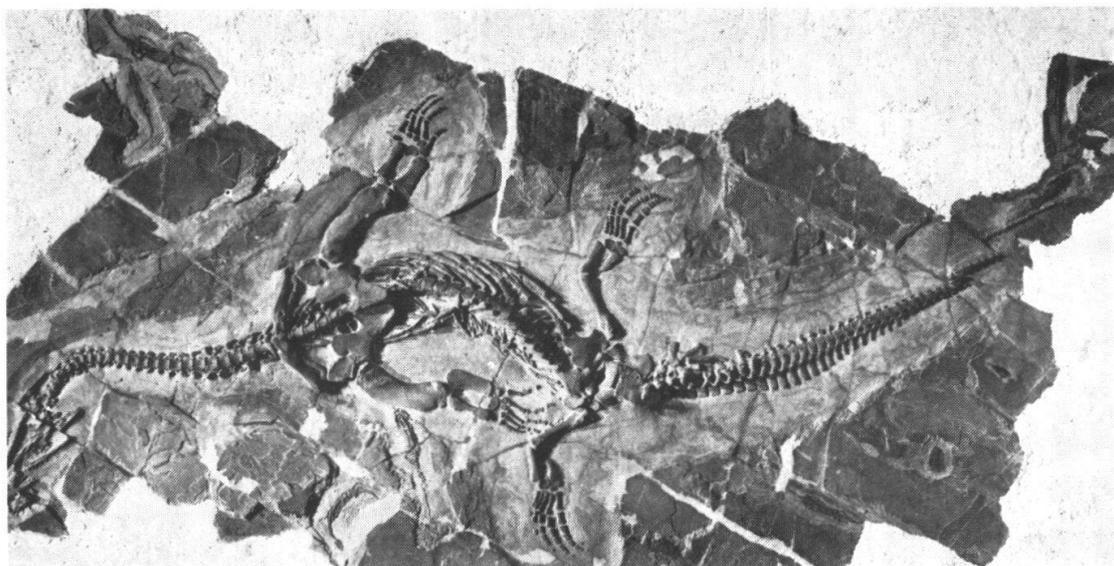


Fig. 9 *Ceresiosaurus calcagnii* (PEYER). Étage ladinien des calcaires inférieurs de Méride du Trias. Acqua ferruginosa. Valle Nera (Meride). Environ 2,3 m de longueur. Noter les jeunes *Pachypleurosauri* qui sont autour du «Saurien du Ceresio». D'après E.KUHN-SCHNYDER.

Autour du *Ceresiosaurus*, on remarque, sur la dalle, plusieurs jeunes exemplaires de *Pachypleurosaurus*; ils constituaient une proie pour le puissant Sauroptérygien, comme il est prouvé par le coprolithe de la même dalle, qui contient des morceaux d'osselets de ces petits sauriens.

Les jeunes Pachypleurosauriens sont très nombreux à différents horizons des calcaires inférieurs de Meride. Ils sont représentés par deux types; ils subissaient une considérable variation des proportions du squelette au cours de la croissance individuelle. Il s'agit pour la plupart de jeunes qui se déplaçaient par groupes, les adultes aimaient séjourner ailleurs; ils atteignaient le rivage pour pondre. Les *Pachypleurosauri* adultes sont très rares au Monte San Giorgio.

Le *Lariosaurus balsami* CURIONI, le Saurien du lac de Como, dont plusieurs exemplaires avaient été trouvés à Perledo au-dessus de Varenna sur le lac de Como présente aussi une certaine affinité avec les Plesiosauriens. Un exemplaire, unique jusqu'ici, il s'agit d'un jeune, a été découvert en 1971 dans le Val Mara, à l'ouest de Meride, tout en haut dans les calcaires supérieurs de Meride. (2, pag. 64 - 65) Le *Lariosaurus* est un Nothosaurien.

IV. — Le nom et la découverte de l'*Askeptosaurus*, un représentant des Eosuchiens, ont une origine curieuse. F. v. NOPCSA, spécialiste dans l'étude des reptiles fossiles, avait demandé, pour faire une comparaison, des morceaux de schistes bitumineux fossilifères de Besano au Museo Civico de Milan. Sur un morceau de quelques centimètres carrés de surface, il remarqua la présence d'un os du bassin d'un reptile inconnu; en effet la forme du bassin est très caractéristique pour les reptiles. Il l'appela le saurien qui avait échappé à l'attention: *Askeptosaurus*. Plus tard, on trouva tout le squelette: il atteignait environ 2,5m de long. C'était un reptile rapace adapté à la vie aquatique ou au moins amphibie. Il avait une longue queue aplatie latéralement.

V. — Lacertiliens. Parmi les organismes les plus bizarres qui soient apparus sur la Terre il y a dans le groupe extravagant des sauriens un lacertilien au cou extrêmement allongé, le *Tanystropheus*, un saurien au cou d'une girafe (5). Dans un animal adulte qui pouvait atteindre une longueur de 6 m, le cou mesurait jusqu'à trois mètres et demi. Le cou comprenait 12 vertèbres.

Contrairement aux mammifères qui ont tous, à trois exceptions près, sept vertèbres cervicales, par ex. une souris, par ex. une girafe, les reptiles se caractérisent par un nombre très variable de vertèbres cervicales. L'*Elasmosaurus*, un reptile du Crétacé de l'Amérique du nord, avait un cou très long comprenant 76 vertèbres cervicales, le *Tanystropheus*, ayant un cou de la même longueur, avait seulement 12 vertèbres cervicales (6, pag. 90). Ses vertèbres étaient donc extrêmement allongées. On les avait découvertes isolées, il y a longtemps, dans le Muschelkalk de l'Allemagne du sud et mal interprétées. En 1929, une découverte au Monte San Giorgio dans la Valporina révéla la forme bizarre de ce reptile. *Tanystropheus longobardicus* BASSANI est un lacertilien; son appartenance aux lacertiliens est déterminée par la forme du crâne; elle est confirmée par la formation de surface de rupture préformée des vertèbres caudales, qui permet l'autotomie. Comme nos lézards, le saurien au cou de girafe en danger pouvait abandonner sa queue. Par le *Tanystropheus*, l'histoire des lézards actuels remonte au Triassique.

Sa colonne vertébrale cervicale était flanquée latéralement de côtes cervicales minces, très flexibles, filamenteuses. La longueur de chaque côte cervicale dépassait plusieurs fois la longueur des vertèbres cervicales les plus longues, de sorte que les côtes cervicales en se superposant formaient un soutènement. Ils avaient donc une fonction stabilisante. De plus, leur élasticité aidait beaucoup à rétablir la position normale du cou après sa flexion. Le long cou lui servait surtout à la prise rapide de la nourriture, soit quand il nageait dans la mer, soit quand de la terre ferme, il se penchait en avant avec le cou au-dessus des eaux. Il menait en effet une vie amphibie. Comme le témoignent les restes con-

tenus dans l'estomac des adultes, nombreux crochets des tentacules de seiches et, en plus faible quantité, des écailles de poissons, il se nourrissait surtout de ces animaux marins.

D'après les dents, les jeunes se nourrissaient d'insectes; ils ont en effet dans la partie arrière de la mâchoire des dents à trois pointes, tandis que les adultes ont toujours des dents à une seule pointe; il y avait donc, avec le temps, un changement de nourriture, comme pour la plupart des lacertiliens actuels. Les jeunes, à peine sortis de leur coquille, avaient une longueur de 22 cm. Comme le prouvent les restes presque exclusivement de jeunes, dans les dépôts terrestres du Buntsandstein de la Forêt Noire, les jeunes vivaient sur la terre ferme à proximité de la côte. Quand ils atteignaient une longueur de 2 m, ils changeaient leur mode de vie et donnaient la chasse aux seiches et aux poissons dans la mer.

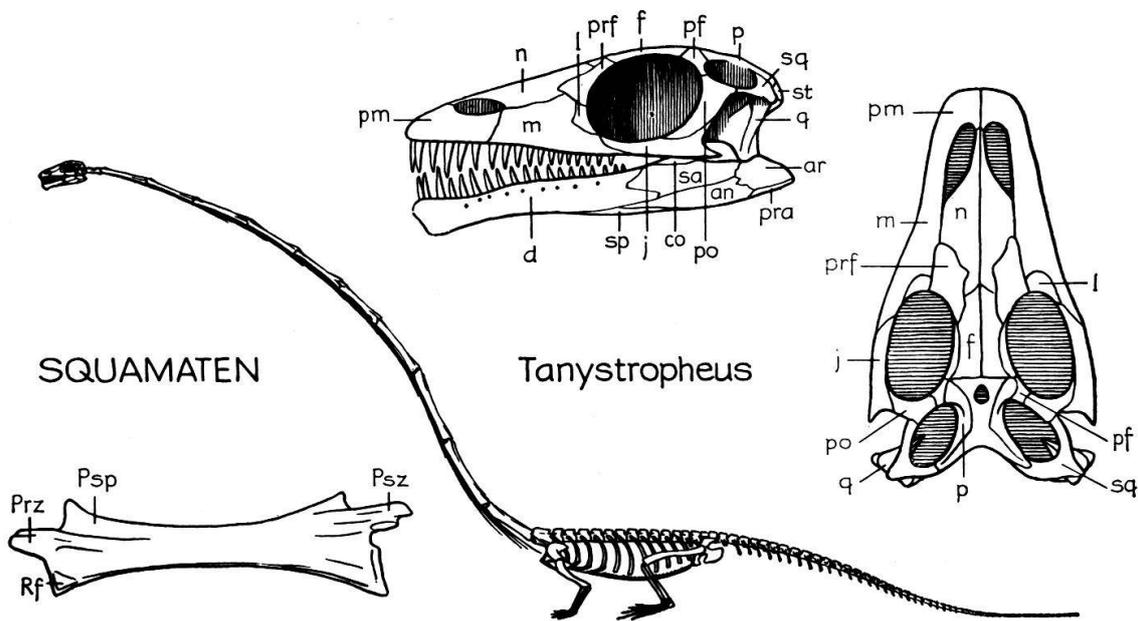


Fig. 10 *Tanystropheus longobardicus* (BASSANI). Trias moyen du Monte San Giorgio. Reconstruction du crâne, vue latérale et d'en haut. Reconstruction du squelette. Croquis d'une vertèbre cervicale. D'après R. WILD.

Le cou excessivement allongé présentait donc des avantages au reptile, mais aussi des désavantages; qu'on imagine le problème de pousser le sang jusqu'à l'encéphale, quand le cou dressé perpendiculairement élevait la tête de l'animal trois mètres et demi au-dessus du tronc! Le long cou était aussi la partie la plus vulnérable; les reptiles rapaces savaient où l'attaquer. Dans les schistes bitumineux du Monte San Giorgio fréquemment on ne trouve du *Tanystropheus* que la tête et une partie du cou, toujours plié dans l'agonie. L'animal s'éteignit vraisemblablement à cause de la surspécialisation dans l'extrême allongement du cou. Le *Tanystropheus* a été découvert aussi à Besano (Italie), dans le désert du Negev en Israël et en Roumanie. On en connaît une deuxième espèce: le *Tanystropheus conspicuus*, du Muschelkalk germanique. Le *Tanystropheus* a d'étroites relations avec les Prolacertiliens.

Un autre lacertilien trouvé au Monte San Giorgio est le *Macrocnemus*, un petit saurien semblable à un lézard; il pouvait atteindre une longueur de 90 cm. Il est considéré comme un représentant des Prolacertiliens (2, pag. 50).

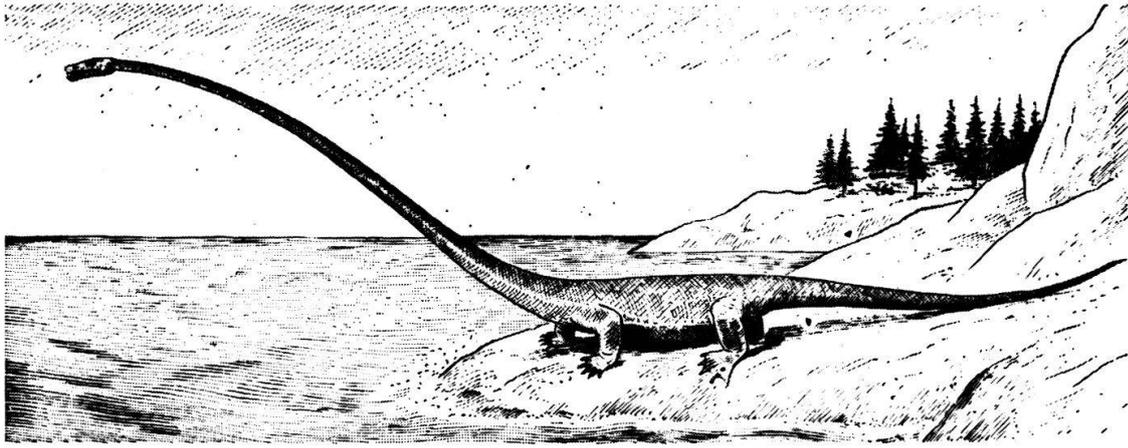


Fig. 11 *Tanystropheus longobardicus* (BASSANI). Dans son milieu. D'après O. GARRAUX.

VI. — Archosauriens. La dernière découverte la plus intéressante issue des fossiles des Vertébrés du Monte San Giorgio a été le squelette presque entier d'un *Pseudosuchus*: le *Ticinosuchus ferox* KREBS (7). C'est le premier reptile complètement terrestre du Trias alpin. Le gisement du Monte San Giorgio est connu comme le gisement actuel le plus riche de la Terre de sauriens marins du Trias moyen. Le *Ticinosuchus* n'est pas un reptile marin, mais terrestre; il apporte une remarquable contribution à la connaissance du groupe des Pseudosuchiens et du point de vue de leur phylogénèse. Suchos en grec signifie d'après Hérodote le crocodile d'Egypte. Le *Ticinosuchus* n'est pas un crocodile, mais il aide à éclairer l'histoire des crocodiles.

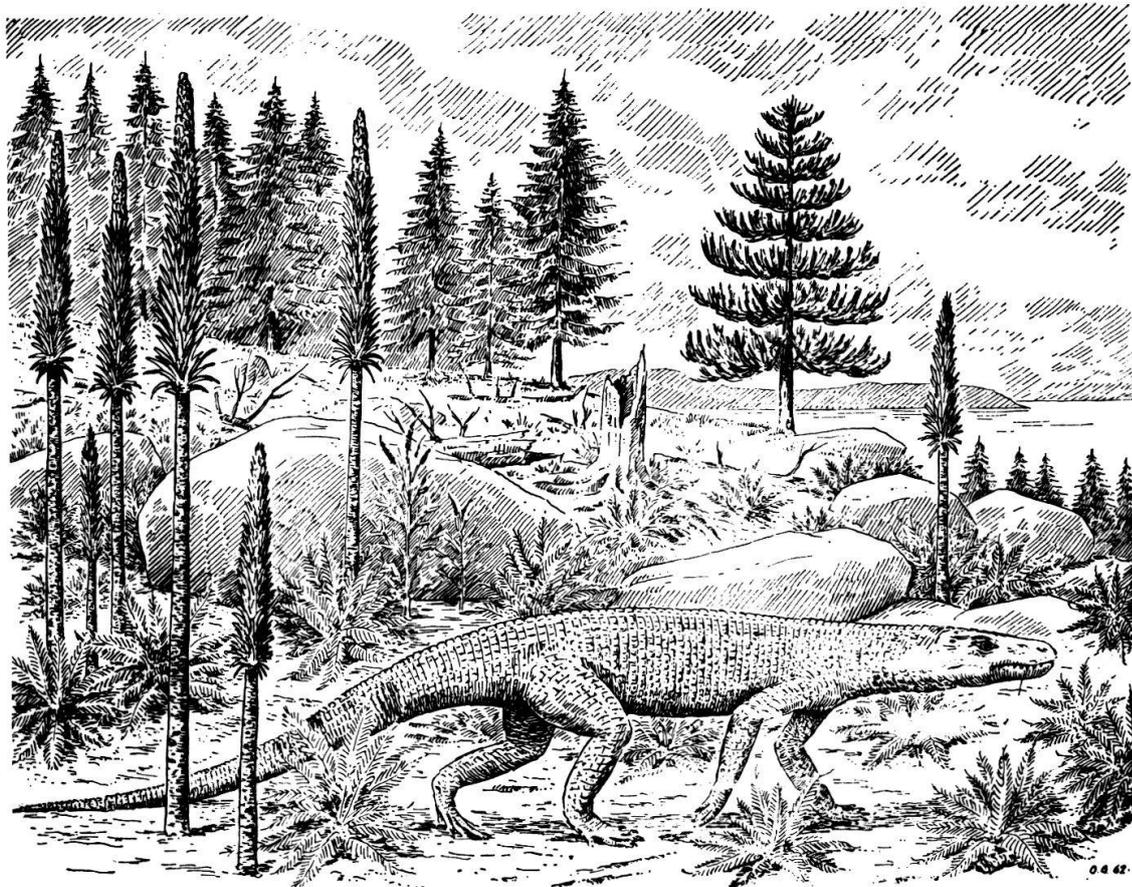


Fig. 12 *Ticinosuchus ferox* (KREBS). Dans son milieu. D'après O. GARRAUX.

Le squelette a été trouvé dans la Valporina, dans la «zone limite bitumineuse»; il a deux mètres et demi de longueur; il est écrasé comme une plante d'herbier, comme c'est le cas général pour les fossiles du Monte San Giorgio. Ce reptile appartient aux Archosauriens, les reptiles dominants pendant l'Ere secondaire. Des Pseudosuchiens, on connaît une quarantaine de genres, tous du Triassique; ils ont joué un grand rôle dans l'histoire des Vertébrés.

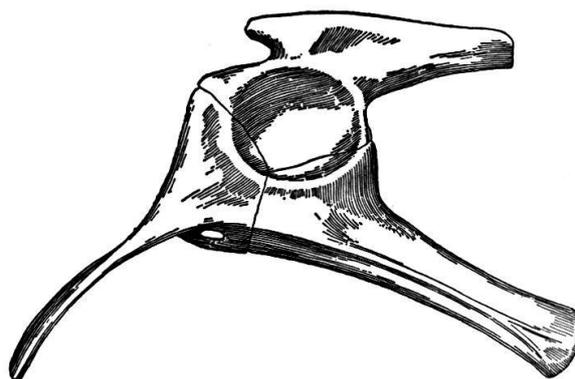
Les Pseudosuchiens doivent être à l'origine:

- des deux ordres des Dinosauriens: les *Saurischia* et les *Ornithischia*, qui comprennent les formes les plus gigantesques des reptiles terrestres, longs jusqu'à 40m et même plus,
- des Ptérosauroiens ou reptiles volants,
- des Crocodiles, les uniques encore survivants,
- l'origine des Oiseaux est à chercher aussi dans les Pseudosuchiens.

La plupart des Pseudosuchiens sont représentés par une seule espèce, même par un reste unique, souvent très fragmentaire.

Pour la détermination du reptile le bassin, de forme nettement triradiée, a joué un grand rôle; ce bassin le caractérise comme un *Archosaurus*. Une telle forme typique unie à un acétabule non perforé est connue seulement dans les *Pseudosuchi*. Le *Ticinosuchus* est caractérisé, comme quelques autres *Pseudosuchi* de grande dimension, par un ischion en forme de tige, par la présence de seulement deux vertèbres sacrés et par un bouclier dorsal léger. Il appartient à la famille des *Rauisuchidae*.

Fig. 13 Reconstruction du bassin de *Ticinosuchus ferox* (KREBS). La forme du bassin est nettement triradiée; au dessus: l'ilium; au dessous, à gauche: le pubis, à droite: l'ischion. L'acétabule n'est pas perforé; sa plus grande partie est située dans l'ilium. D'après B. KREBS.



De représentants de cette famille étaient connus jusqu'à présent seulement du Trias moyen de l'Amérique du sud (Brésil) et de l'Afrique orientale (Tanzanie); de terrains donc appartenants au Continent de Gondwana. Le *Ticinosuchus* est le premier représentant des *Rauisuchidae* dans l'hémisphère Nord et il prouve qu'entre les masses continentales septentrionales et le Continent de Gondwana il y a eu des ponts de terre.

Mais qu'est-ce que le *Ticinosuchus* a à voir avec les crocodiles? Examinons le pied du *Ticinosuchus* et précisément le tarse. Il est composé de quatre éléments: deux proximaux: l'astragale et le calcanéum et deux distaux: les tarsiens 3 et 4. La comparaison manifesta une concordance nette avec le calcanéum des crocodiles. Et la concordance vaut aussi pour les autres éléments du tarse, ainsi que pour la construction du tarse dans l'ensemble. Une telle ressemblance frappante dans la morphologie du tarse du *Ticinosuchus* avec le tarse des crocodiles porte à la conclusion d'une ressemblance de fonction. Or l'articulation fonctionnelle passe entre l'astragale et le calcanéum. Celui-ci est solidaire avec le pied. Cette disposition est en nette opposition avec l'articulation méso-tarsale de beaucoup de reptiles et surtout des Dinosauriens, où la ligne de l'articulation passe entre les éléments tarsiens proximaux et les éléments distaux.

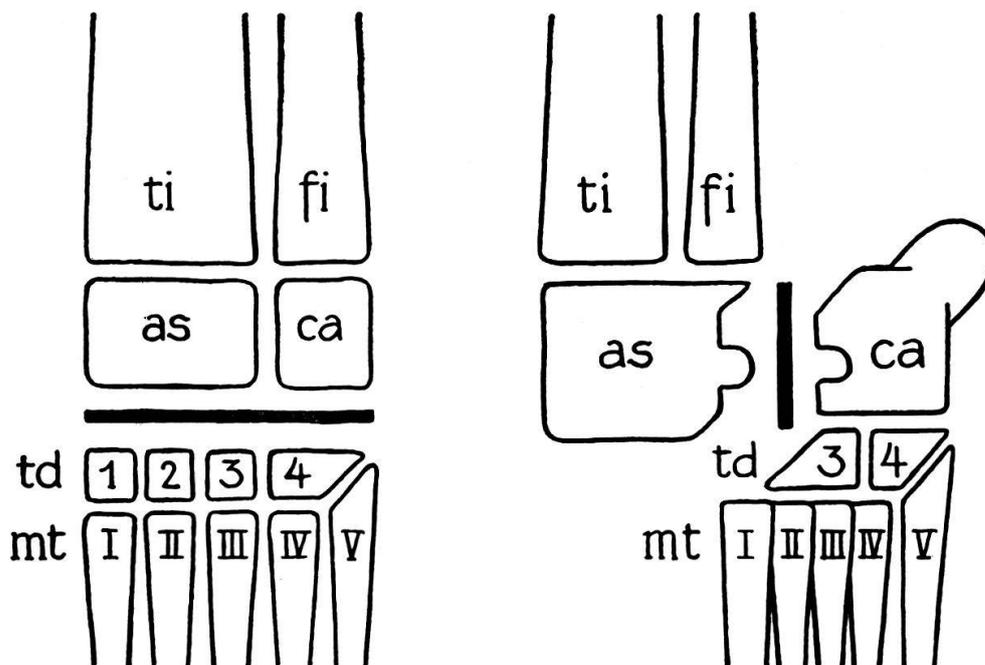


Fig. 14 Schéma des rapports de l'articulation dans le tarse. A gauche: articulation mésotarsale dans la plupart des reptiles. A droite: articulation tarsienne des *Pseudosuchi* et des crocodiles. (Voir explication dans le texte.) D'après B. KREBS.

a = astragale, ca = calcaneum, fi = péroné, mt = métatarsien, td = tarsien distal, ti = tibia.

La ligne de l'articulation est représentée par un trait large.

La structure du tarse des crocodiles n'est donc pas une acquisition moderne, mais au contraire un caractère ancien, développé à partir du Trias. Cette concordance prouve une affinité proche entre les crocodiles et les *Pseudosuchi*. Il est donc vraisemblable que la branche des crocodiles se sépara du phylum des *Pseudosuchi* pendant le Trias moyen et même pendant le Trias supérieur seulement, quand le tarse avait déjà acquis son originalité. Donc du point de vue anatomique du tarse, les crocodiles tirent leur origine directement des *Pseudosuchi*, tandis que les Dinosauriens, très différents à ce sujet, doivent dériver d'ancêtres communs plus anciens.

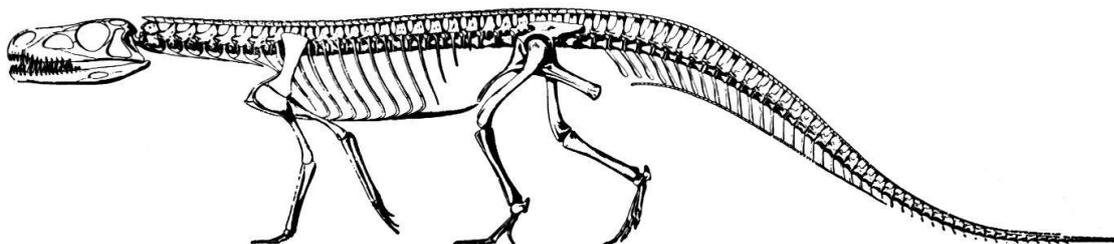


Fig. 15 *Ticinosuchus ferox* KREBS. Reconstruction du squelette. D'après B. KREBS.

Le bouclier dorsal léger, formé par des plaques osseuses s'appuyant sur l'apophyse épineuse des vertèbres, constitue un des caractères les plus évidents du *Ticinosuchus*; en avant, sur la première vertèbre, l'atlas, s'appuie une seule plaque, puis sur le cou et le dos les plaques sont disposées deux à deux et sont imbriquées; sur les vertèbres caudales, la série des plaques, toujours imbriquées devient simple. Du côté ventral d'une partie de la queue il y a aussi une rangée semblable simple, médiane, de plaques osseuses; celle-ci est très caractéristique du *Ticinosuchus*.

Le *Ticinosuchus* marchait comme un quadrupède avec le corps soulevé du sol, les membres élançés, mûs parallèlement au plan sagittal du corps, comme marchent les mammifères. La main et le pied présentent un commencement de digitigradie. Les traces qu'il imprimait sur le sol devaient ressembler aux traces restées jusqu'ici énigmatiques, appelées des *Chirotheria*. Il semble toutefois que des traces de *Chirotherium* ne soient pas connus jusqu'à présent du Trias moyen. Sa denture indique qu'il était carnivore.



Fig. 16 Reconstruction des traces de *Ticinosuchus ferox*. D'après B. KREBS.

En 1977, on a découvert en Allemagne, à Kupferzell dans le Württemberg, une forme affine du *Ticinosuchus* et peut-être du même genre; elle est plus grande que l'espèce tessinoise (8).

Le gisement de Kupferzell a donné au cours de trois mois une quantité énorme de restes fossiles d'amphibiens et de sauriens, à la limite entre le Trias moyen et le Trias supérieur. Au sujet du *Ticinosuchus*, ce gisement donne un premier renseignement sur les proies du *Ticinosuchus*, carnivore féroce, dont on ne savait rien au Monte San Giorgio, les sédiments étant marins.

Il prouve qu'un amphibien gigantesque primitif, le *Mastodonsaurus*, un étrange animal doué d'un crâne de 150 cm de long et de membres courts et faibles, lent dans ses déplacements, devenait souvent la proie du *Pseudosuchus*; sur ses os il y a de nombreuses traces des dents tranchantes de ce féroce reptile. Mais le *Pseudosuchus* n'épargnait même pas les Plagiosauriens aquatiques, grands amphibiens qui prédominent à Kupferzell.

Enfin il faut remarquer qu'on a trouvé au Monte San Giorgio beaucoup de poissons fossiles, dont seuls quelques-uns ont été étudiés; leur étude sera certainement intéressante parce que ces poissons se situent dans une zone d'évolution vers les téléostéens, qui constituent 96% de la faune ichthyologique actuelle.

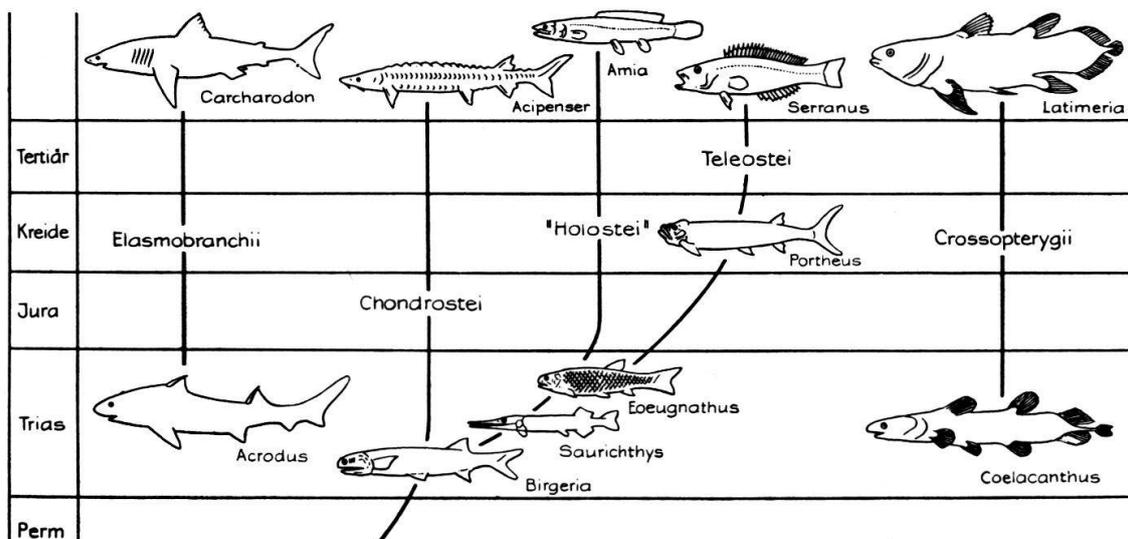


Fig. 17 Représentants des poissons du Trias du Monte San Giorgio dans le cadre de la phylogénèse. D'après E. KUHN-SCHNYDER.

Hans RIEBER, l'actuel Directeur du Musée de paléontologie de l'Université de Zürich, a étudié les Invertébrés (9,10).

Pendant quinze ans au Monte San Giorgio à l'endroit P. 902 (voir fig. 2), on a examiné couche par couche les schistes bitumineux et enregistré chaque fossile, et même chaque fragment de fossile, dans sa position et on a noté le nombre des individus de la même espèce. On voulait déterminer la relation entre fossilisation et sédimentation (11).

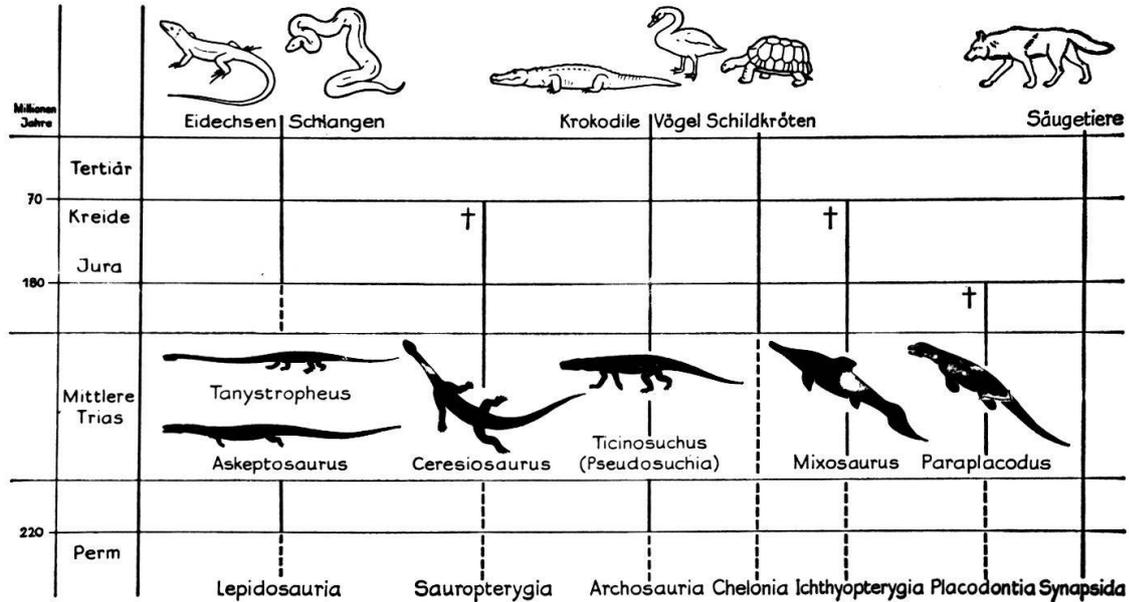


Fig. 18 Représentants caractéristiques de la faune des reptiles du Trias moyen du Monte San Giorgio. Le *Ticinosuchus* est l'unique représentant exclusivement terrestre. Tous les autres sauriens vivaient dans la mer ou menaient une vie amphibie. La représentation ne tient pas compte de la grandeur absolue du corps. D'après E. KUHN-SCHNYDER.

Le tableau des conditions géologiques pendant le Trias moyen dans le Sottoceneri a été complété en 1971 par une analyse au moyen de microsections de la dolomie du San Salvatore, qui donnent les microfacies (12,13).

Le grand océan, appelé Thétis, qui longeait la moitié de la Terre, profond et ayant une largeur en moyenne de 1 500 km, étendait ses bords dans notre région; les découvertes du reptile terrestre *Ticinosuchus*, des reptiles à vie amphibie et de restes de plantes terrestres, branches de conifères («*Voltzia*») le prouvent. Au nord, dans une lagune peu profonde, moins de 20 m de profondeur en général, avec des récifs, au fond continuellement subsident, se forma la dolomie moyenne du San Salvatore. A côté, dans un bassin plus profond, atteignant 30 à 100 m de profondeur, se sont formés les dépôts de la zone limite bitumineuse du Monte San Giorgio: les schistes bitumineux et la dolomie. Pendant que dans le bassin se formèrent les dépôts de la zone limite bitumineuse d'environ 15 m de puissance, se forma, dans la lagune, la dolomie moyenne du Salvatore avec ses dolomies claires, à bancs épais et massifs, de la puissance de 250 m. La sédimentation dans le bassin des dépôts bitumineux de la zone limite a été donc extrêmement lente, tandis que la forte sédimentation dans le territoire du San Salvatore était de valeur égale à la subsidence, au lent effondrement du fond de la lagune. Le bassin de la zone limite bitumineuse resta au contraire plus ou moins stable.

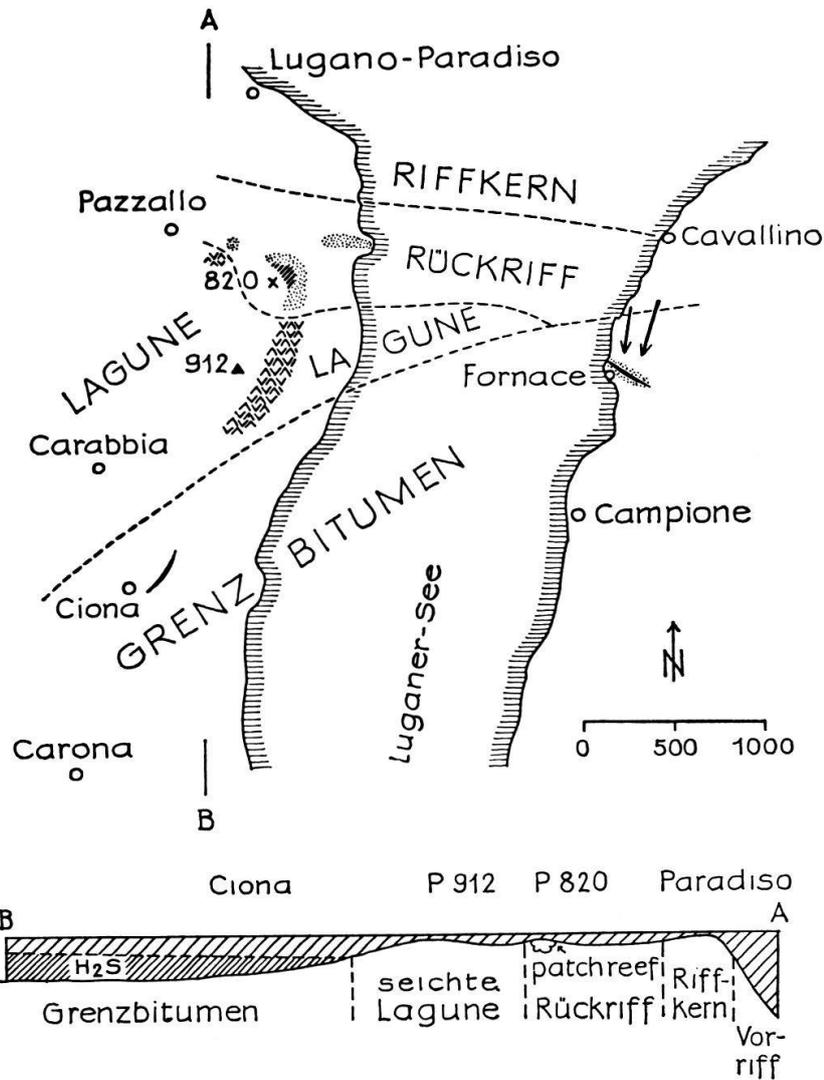


Fig. 19 Paléogéographie de la région de Lugano au cours de l'anisien-ladinien, avec profil N-S (ligne A-B). D'après H. ZORN.

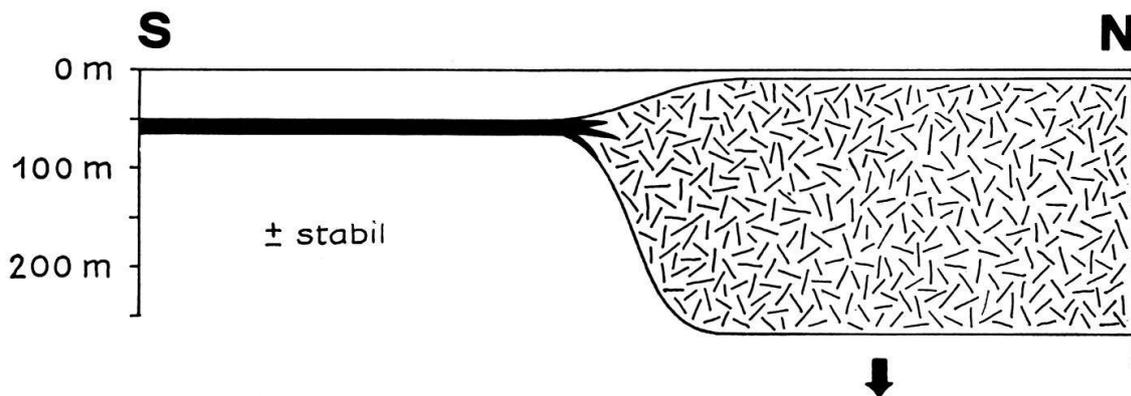


Fig. 20 Les conditions paléogéographiques après la sédimentation de la zone limite bitumineuse (en noir) (Monte San Giorgio) et de la dolomie moyenne du Salvatore (hachurée) (Monte San Salvatore); dans les deux régions il y a eu différence de subsidence. D'après H. ZORN.

La grande puissance de la dolomie du San Salvatore (à droite dans le dessin) est due à une sédimentation abondante et à une subsidence continue. Au contraire, le bassin de la «zone limite bitumineuse» (à gauche dans le dessin) resta plus ou moins stable et la vitesse de sédimentation y était en général extrêmement petite.

Le contraste de conditions et de sédimentation entre la lagune et le bassin est résumé dans un tableau par H. ZORN (12, pag. 52), que je traduis et je simplifie un peu:

Dépôts et milieu de sédimentation de la zone limite bitumineuse et de la dolomie moyenne du Salvatore

	zone limite bitumineuse	dolomie moyenne du Salvatore
dépôts	schistes argileux bitumineux dolomie bitumineuse tufs	dolomie
stratification	à couches minces	le plus souvent non stratifiée
puissance	environ 15 m	au moins 250 m
vitesse de sédimentation	très petite (maximum 1-4 m/million d'années)	haute (20-25 m/million d'années)
teneur en sels	eau de surface normale	de normale à hypersaline
aération	eau de fond sans oxygène	riche en oxygène (algues!)
monde vivant sur le fond de la mer	aucun benthos	benthos abondant
couches d'eau supérieures	richesse de vie	richesse de vie
profondeur de la mer	30-100 m	0-20 m
subsidence	stable	forte, effondrement continu

La partie supérieure du bassin, qui était en connexion avec l'océan, était bien douée d'oxygène et riche de vie. Le fond manquait de circulation d'eau et était par conséquent pauvre en oxygène. Le dépôt de matériel organique et les cadavres qui tombaient sur le fond en se décomposant, donnèrent origine à une boue putride, le sapropel, et le schiste argileux bitumineux se forma. Le manque d'oxygène sur le fond et le dégagement d'hydrogène sulfuré y créèrent de conditions abiotiques. Les organismes vivaient dans les couches d'eau supérieures et tombaient après leur mort sur le fond, (14) où ils étaient bien conservés par la boue fine et par le manque de courants marins. Il y eut une alternance de périodes pendant lesquelles prévalut une sédimentation pauvre en matières organiques ou même sans ces matières. La pression des sédiments supérieurs réduisit l'épaisseur des sédiments inférieurs, en chassa l'eau et écrasa les squelettes surtout dans les schistes bitumineux. La sédimentation dans le bassin a été lente, ce qui explique la richesse en poissons et reptiles de la zone limite bitumineuse.

Ce tableau de la vie de la zone limite bitumineuse du Monte San Giorgio et la comparaison avec par ex. les conditions de formation des Posidonien-schiefer, les schistes bitumineux du Lias supérieur de l'Allemagne du Sud à surface beaucoup plus étendue, (15) donnent une base pour la discussion sur la genèse des gisements de fossiles dans des roches bitumineuses.

Bibliographie

- 1) KOPP, J. (1948): Die bituminösen Schiefer der Schweiz. - *Chimia* 2, pag. 96 - 98.
- 2) KUHN-SCHNYDER, E. (1974): Die Triasfauna der Tessiner Kalkalpen. - *Neujahrsblatt, Naturforschende Gesellschaft Zürich*, pag. 119.
- 3) KUHN-SCHNYDER, E. (1976): Guida al museo paleontologico di Meride, pag. 31.
- 4) KUHN-SCHNYDER, E. (1979): Die Fossilien des Monte San Giorgio. - *Führer zum Paläontologischen Museum Meride*, pag. 40.
- 5) WILD, R. (1974): *Tanystropheus longobardicus* (BASSANI). - *Schweizerische Paläontologische Abhandlungen*. Birkhäuser Verlag, Basel. Vol. 95, pag. 1-162.
- 6) KUHN-SCHNYDER, E. (1953): *Geschichte der Wirbeltiere*. Benno Schwabe & Co. Verlag, Basel. Pag. 156.
- 7) KREBS, B. (1965): *Ticinosuchus ferox nov. gen. nov. sp.* - *Schweiz. Paläontologische Abhandlungen*. Birkhäuser Verlag, Basel. Vol. 81, pag. 1-140.
- 8) WILD, R. (1978): Massengrab für Saurier. - *Kosmos* No. 11/78, pag. 790-797.
- 9) RIEBER, H. (1969): Daonellen aus der Grenzbitumenzone der mittleren Trias des Monte San Giorgio. - *Eclog. geol. Helv.* 62 (2), pag. 657-683.
- 10) RIEBER, H. (1973): Cephalopoden aus der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Monte San Giorgio. - *Schweizerische Paläontologische Abhandlungen*. Birkhäuser Verlag, Basel. Vol. 93, pag. 1-96.
- 11) Les travaux sur le terrain ont été subventionnés par la Donation Georges et Antoine Claraz et par le Fonds national suisse pour la recherche scientifique.
- 12) ZORN, H. (1971): Paläontologische, stratigraphische und sedimentologische Untersuchungen des Salvatoredolomits (Mitteltrias) der Tessiner Kalkalpen. - *Schweizerische Paläontologische Abhandlungen*. Birkhäuser Verlag, Basel. Vol. 91, pag. 1-90.
- 13) TORONI, A. (1974): L'ambiente del Sottoceneri duecento milioni di anni fa nel Triassico medio. *Compte rendu de la thèse de H. ZORN (12)*. - *Il Nostro Paese*, No. 98, pag. 38-49.
- 14) Actuellement il existe des conditions analogues dans la Mer Noire, qui a cependant une profondeur de 1900m. Les organismes peuvent y vivre seulement dans la zone supérieure de 250m de profondeur; au-dessous s'étend, à cause de la présence d'hydrogène sulfuré, une zone de mort, qui atteint le fond. Des échantillons de boue prélevés du fond de la Mer Noire présentèrent une teneur pouvant atteindre 33% de matières organiques.
- 15) Une telle comparaison a été traitée récemment par H. RIEBER dans une conférence au cours de la réunion du 19 février 1979 de la Naturforschende Gesellschaft in Zürich, sous le titre de „Fossilagerstätten in bituminösen Gesteinen“.

Je remercie vivement M. Prof. Dr. Emil KUHN-SCHNYDER de l'Institut de Paléontologie de l'Université de Zürich pour l'octroi des clichés. Les clichés No. 3, 4, 12, 13, 14, 16, 20 ont été accordés par la revue «Il Nostro Paese».

Jahresversammlung 1980

Diese findet am 28. und 29. Juni in Glarus statt. Bitte merken Sie sich dieses Datum schon jetzt vor!

Assemblée annuelle 1980

Elle aura lieu les 28 et 29 juin à Glaris. Veuillez retenir ces dates!