

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 64 (1948-1950)
Heft: 273

Artikel: Les problèmes des tectoniques superposées et les méthodes géophysiques
Autor: Oulianoff, N.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-273971>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 16.04.2026

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

Les problèmes des tectoniques superposées et les méthodes géophysiques

PAR

N. OULIANOFF

(Séance du 2 février 1949)

Depuis longtemps déjà les géologues avaient constaté la superposition des tectoniques successives.

E. HAUG (1, p. 529) présente cette question dans les termes suivants :

« Les géosynclinaux de l'ère secondaire et, par suite, les chaînes tertiaires (alpines) se sont établis sur un fond essentiellement hétérogène, à la fois sur l'emplacement des géosynclinaux primaires et sur les aires d'ennoyage des plissements hercyniens. Ils serpentent ainsi au milieu des aires de surélévation de l'ancienne chaîne, passant sans cesse d'une direction parallèle aux plis principaux à une direction transversale, conformément à ce qu'avait dit Marcel Bertrand ».

Et plus loin :

« A toute époque les plissements nouvellement formés ont profité, pour y pénétrer, de la présence des aires d'ennoyage, des dépressions de la zone de plissement précédemment formée ».

On cherche souvent à expliquer la tectonique ancienne, par analogie avec la tectonique plus jeune et qui, par conséquent, est mieux connue. P. FALLOT en donne un très bel exemple dans sa note critique consacrée à la comparaison de la tectonique hercynienne et de la tectonique alpine (2). Cette transposition de la charpente récente sur les reliques des anciens massifs ne peut donner que des résultats désastreux. Ce n'est pas seulement l'image des détails des structures anciennes qui en souffre, mais aussi bien les résultats des recherches qui ont pour but d'établir les grandes lignes directrices.

E. WEGMANN dans l'une de ses récentes publications (3) relève, avec raison, combien solidement ancrée était, dans les esprits des géologues, l'idée du parallélisme des lignes directrices des plissements successifs.

Mais malgré le fait que, pendant ces dernières dizaines d'années, les études tectoniques accusent un développement considérable, on est en droit d'affirmer que les problèmes concernant les *tectoniques superposées* n'attirent pas encore assez l'attention des géologues. La pauvreté et l'incertitude de l'ancienne terminologie se rapportant à ces phénomènes en est l'une des preuves.

Je ne relèverai ici, à titre d'exemple, qu'un seul terme de cette catégorie, celui des « plis posthumes ». E. KAYSER (4, p. 246) lui donne la définition suivante :

« *Posthume Faltung* soll mit einem « zonaren Wandern der Gebirgsbildung » zusammenhängen. Von einem bereits gefalteten Gebiete aus soll die Faltung allmählich auf das ihm vorliegende noch ungefaltete durch Enthäufung seiner Abtragungstoffe entstandene Gebiet übergreifen. Es entstehen dadurch am Fusse der älteren Falten jüngere, eben « posthume » Falten ».

P. FOURMARIER (5, p. 428) définit ce même terme tout autrement :

« Il arrive, que les couches discordantes [sur leur substratum] ont été déformées soit en larges ondulations, soit en plis serrés. Dans le premier cas, on désigne souvent ces déformations sous le nom de *plis posthumes*, résultant de mouvements dits *épirogéniques*, moins marqués que ceux qui ont affecté le substratum. Il est de règle générale que ces déformations nouvelles épousent l'allure des plis antérieurs de la série sous-jacente, comme si les mouvements récents étaient dus à une reprise d'activité, des efforts qui ont causé le premier plissement. D'ordinaire, les plis des deux phases tectoniques sont parallèles *en direction*, suivant en cela la règle du parallélisme dans l'orientation des zones plissées successives affectant une même portion de la croûte terrestre ».

L. MORET (6, p. 374) donne une définition apparemment semblable à celle de P. FOURMARIER, mais qui cependant se distingue de la précédente par d'importantes nuances :

« Lorsque deux séries de couches, dont l'une est superposée à la première en discordance angulaire, sont à nouveau plissées, les nouveaux plis formés qui se manifestent dans la série supérieure horizontale peuvent être sensiblement parallèles aux plis anciens : de tels plis sont dits posthumes ».

Enfin, voici encore une autre définition, la quatrième, que nous trouvons chez E. WEGMANN (3) :

« Un nouveau cycle orogénique commence par le dépôt d'une nouvelle série sédimentaire. La répartition des faciès sera sou-

vent influencée par les déformations « posthumes » du socle, qui sont par définition plus ou moins parallèles à la structure interne ».

Les relations réciproques des tectoniques successives, les influences d'une tectonique ancienne sur la tectonique jeune et inversement — tous ces phénomènes, souvent complexes, suggèrent de nombreuses questions, qui ne peuvent être résolues que si l'on se base sur de minutieuses recherches faites sur le terrain. Or, il faut reconnaître que les études de cette nature sont encore peu nombreuses¹.

La tectonique est la branche essentiellement géométrique de la science géologique. Aussi, la première question qu'il convient d'examiner sera en rapport avec la direction des axes des plis et des plans des failles. Autrement dit, on s'occupera, en premier lieu, de l'orientation des lignes directrices qui caractérisent les manifestations de la tectogenèse.

Cette orientation étant déterminée, on peut se rendre compte de la disposition, par rapport aux coordonnées géographiques, de la composante horizontale du vecteur qui représenterait la poussée orogénique.

On sait que la pratique des mesures correctes de la direction des couches et des plans de failles est une affaire délicate. Même pour les cas que présentent les conditions de la tectonique jeune, cela est exact. Mais lorsqu'il s'agit des tectoniques anciennes reprises par une orogénèse récente, on est obligé de recourir à des méthodes spéciales. En effet, après l'intervention de l'orogénèse jeune, le réseau des lignes directrices dans le soubassement devient particulièrement compliqué. Car les éléments de la structure tectonique ancienne (plis et failles) se combinent encore avec les accidents qui résultent du mouvement orogénique récent. Ces éléments nouveaux sont principalement, pour ne pas dire exclusivement, des failles souvent marquées par un décrochement horizontal plus ou moins considérable.

Ajoutons encore que dans les cas du *croisement des lignes directrices des tectoniques successives*, il faut tenir compte du développement de la schistosité. On confond fréquemment la schistosité avec la stratification, ce qui fait commettre d'importantes erreurs. Pour cette dernière raison, l'analyse tectonique dans les anciens massifs qui ont été repris par une nouvelle tectogenèse, doit se baser tout particulièrement sur l'examen de l'hétérogénéité pétrographique (17, 18).

¹ Dans mes publications consacrées à l'étude de ces phénomènes j'utilise, depuis 1924, les termes : *tectoniques superposées*, *tectoniques successives* (P. FOURMARIER (5) propose le terme de *tectogenèses successives*), tectoniques à lignes directrices croisées, *rajeunissement des anciennes tectoniques* (22, 24, 26).

Il y a lieu de distinguer deux cas essentiels de cette analyse :

1. Le corps géologique à l'étude est constitué de sédiments recristallisés et transformés en schistes cristallins. La composition initiale des sédiments n'étant pas homogène dans toute leur épaisseur, le produit du métamorphisme comprendra diverses espèces ou variétés pétrographiques. Ainsi, l'observateur attentif trouvera devant lui un complexe formé de bancs lithologiquement divers (23).

Si des failles produites par l'orogénèse récente coupent le corps géologique examiné, il y a lieu de s'attendre à trouver des déformations des lignes directrices, par suite de décrochements horizontaux. Plus grave encore est le cas lorsqu'un obstacle se place entre deux affleurements : une vallée avec alluvion ou un vaste dépôt glaciaire. La continuation d'une ligne directrice ne peut être reconnue au-delà de cet obstacle qu'au moyen de l'identification de deux parties d'une zone qui se distingue nettement par ses caractères lithologiques.

2. Dans les cas où il s'agit de massifs cristallins, la recherche des éléments de l'ancienne tectonique, contemporaine de la mise en place de la masse ignée, s'attachera en particulier aux restes de l'enveloppe des roches sédimentaires ou cristallophylliennes. Ce sont les reliques des masses rocheuses qui se trouvaient à l'état solide dans un milieu liquide ou pâteux.

Il serait vain de discuter ici de l'origine de la roche ignée elle-même, qui, le plus fréquemment, est du granite. Est-ce une montée du magma provenant d'un foyer profond ? Est-ce une montée thermique qui produit, sur place, la formation d'une roche granitique aux dépens des schistes cristallins ? De toutes façons, les masses granitiques se trouvent dans des zones anticlinales de schistes cristallins séparées par des synclinaux, fortement pincés.

Cassés par la pression et par les déplacements du magma, les schistes cristallins des fonds synclinaux présentaient des alignements de blocs plus ou moins considérables. Les réactions chimiques, quoiqu' ralenties, contribuaient à les diminuer progressivement. La température s'abaissant toujours, la dissolution des schistes s'est arrêtée à un moment donné et les blocs encore conservés sont restés dans le granite à l'état d'enclaves. Elles y sont souvent sous forme de lentilles aplaties et, de plus, elles sont uniformément orientées. Cette orientation résulte de la pression orogénique exercée sur le magma pendant sa mise en place. Les alignements des enclaves indiquent les fonds des anciens synclinaux (19, 20).

Supposons un corps géologique plissé et composé de deux groupes de roches :

A) Le premier groupe comprend les formations qui ont participé à une seule période orogénique, la plus récente. Ces formations comprennent toute l'épaisseur des sédiments accumulés depuis l'orogénèse antérieure.

B) Au second groupe appartiennent les roches anciennes qui ont été plissées et métamorphisées (formation des roches silicatées) déjà avant la sédimentation du groupe A. L'érosion ayant détruit cette ancienne chaîne de montagnes, une pénéplaine s'est formée à sa place.

L'orogénèse qui a plissé les roches du groupe A aurait dû nécessairement s'attaquer aussi à celles du soubassement B. Cependant, la réaction des forces orogéniques sur ces deux zones rocheuses ne pouvait être identique, en premier lieu, à cause de leur différence de plasticité. Le soubassement B étant normalement plus rigide que les roches du complexe A, les manifestations de la tectonique cassante seront caractéristiques pour le groupe B et celles de la tectonique plastique pour le groupe A (25).

De nos jours, celui qui observe les phénomènes appartenant, dans leur ensemble, au vaste domaine des *tectoniques superposées*, voit surgir devant lui de nombreux problèmes qui se rapportent à l'influence réciproque des deux groupes définis plus haut.

Par contre, la puissance des manifestations de l'orogénèse jeune impressionnait, le plus souvent, les observateurs à tel point que les éléments de la tectonique ancienne restaient à l'écart. Sous ce rapport, il est fort instructif d'examiner les cartes tectoniques qui accompagnent les levés géologiques détaillés exécutés dans les Alpes. Ces cartes ne tiennent compte que de la tectonique alpine. La structure du soubassement du matériel alpin, autrement dit des anciens massifs, est supposée avoir une orientation concordante avec celle des plis formés dans le matériel alpin. Partiellement cela est exact, en ce qui concerne l'adaptation, en bloc, du matériel antéalpin aux exigences de la contrainte alpine. Mais rappelons ici que l'histoire lithologique et structurelle du soubassement débute très antérieurement au Trias, terme inférieur de la série alpine.

L'insuffisance des études consacrées au substratum du matériel alpin se voit déjà dans l'histoire des constatations relatives aux discordances.

Si la discordance du matériel alpin sur son soubassement a

été prouvée depuis longtemps (quartzite du Trias sur les schistes cristallins ou sur le Carbonifère), de nombreuses discussions se sont élevées au sujet de la discordance du Carbonifère sur les schistes cristallins, car dans certains affleurements cette discordance n'est pas nettement visible. En 1916 encore, M. LUGEON s'est vu obligé de reprendre cette question (7) pour démontrer une fois de plus, que le Carbonifère repose effectivement par discordance sur les schistes cristallins. La superposition de ces deux discordances est décrite par M. LUGEON dans sa publication intitulée « Trois tempêtes orogéniques » (8).

Généralement, le matériel rocheux jeune possède une plasticité supérieure à celle du matériel ancien. On sait que la cause principale de cette différence réside dans le degré de recristallisation et de métamorphisme des roches sédimentaires. Je préciserai encore davantage, en disant que cette différence dépend essentiellement de la proportion initiale de l'argile dans les sédiments. Plus les roches sédimentaires sont riches en argile et plus elles se présentent plastiques, étant soumises à la pression orogénique. Par contre, les calcaires n'ont qu'une plasticité factice bien que certains plis dans les calcaires soient marqués par des enchevêtrements étourdissants. Une analyse détaillée de ces plis montre avec évidence qu'il ne s'agit, dans ces calcaires, que d'une sorte d'intégration, par la nature, des cassures différentielles. Une fois que la contrainte orogénique et le pétrissage de la masse rocheuse sont terminés, les eaux qui circulent dans le réseau de cassures ramènent un matériel de pansement (calcite et quartz principalement) pour raccommoder les blessures, grandes et petites, et jusqu'aux cassures microscopiques.

Quant aux roches argileuses, leur plasticité initiale ne reste pas constante, elle non plus. Avec le temps et le changement des conditions physico-chimiques, cette propriété des roches en question a une tendance manifeste à décroître. Les facteurs physiques (la température et la pression) sont particulièrement décisifs pour la recristallisation ou encore pour le progrès du métamorphisme général, qui transformera les sédiments argileux en roches silicatées.

Prenons un seul silicate, parmi tous les autres qui peuvent se former pendant le métamorphisme général des roches de compositions diverses. Je veux parler du mica. Ce minéral flexible et à clivage exceptionnellement facile conserve et transmet, à toutes les étapes du métamorphisme, une certaine proportion de la plasticité initiale des roches argileuses. Nous arrivons ainsi aux micaschistes ou encore aux gneiss fortement micacés, termes

extrêmes du métamorphisme général de cette espèce de roches.

Comparés aux roches métamorphiques, pauvres en mica (cornéennes, calcaires silicatés, amphibolites, gneiss peu micacés, etc.), nos micaschistes et gneiss fortement micacés formeront des zones d'une plasticité plus élevée que celle des roches encaissantes.

La différence de plasticité est à l'origine d'un phénomène très important du *rajeunissement de la tectonique ancienne* qui se produit sous l'impulsion du mouvement orogénique postérieur. Ce phénomène est particulièrement net dans les zones des synclinaux carbonifères des Alpes. Nous sommes ici dans le domaine des *tectoniques superposées à lignes directrices croisées*. En effet, les axes des plis alpins coupent les axes des plis carbonifères à un angle qui varie de 20° à 50°, selon les endroits. Pendant le plissement alpin, le substratum (le cristallin et les roches du Carbonifère) s'est cassé en lames parallèles aux axes des plis alpins à orientation NE. Mais, dans les limites de ces lames, le Carbonifère et le cristallin ne sont pas restés immuablement soudés. Souvent, les masses du cristallin ont été surélevées par la pression orogénique, tandis que les roches du Carbonifère, plus plastiques, leur servaient de lubrifiant. A l'emplacement des anciens synclinaux carbonifères se sont formées de nouvelles *dépressions*. Le « matériel alpin » (du Trias au Tertiaire), matériel de couverture, s'est réfugié immédiatement dans ces dépressions. Ainsi, et grâce au *rajeunissement de la tectonique ancienne*, se sont formés des synclinaux à « matériel alpin », mais caractérisés par la direction hercynienne (21, 24).

Dans une série de publications (12, 13, 14, 15, 16) j'ai insisté sur le rôle qui revient aux tectoniques superposées dans le domaine de l'érosion fluviale ou glaciaire. La découverte de nombreuses captures de glaciers (glaciers du Tour, d'Argentièrre, du Trient, d'Orny) m'a permis de faire ressortir d'une façon particulièrement démonstrative l'influence des tectoniques superposées sur l'évolution du relief d'une région donnée.

Revenons à la question fondamentale du classement du matériel rocheux par groupes, séparés entre eux par suite des interventions successives des mouvements tectoniques. Normalement, le matériel sédimentaire jeune formant dépôt sur une pénélaine préparée par l'érosion antérieure, recouvre complètement le substratum. Ce dernier échappe, de la sorte, à notre observation directe au cas où la tectonique récente ne vient pas à notre secours. Elle crée, souvent, des boutonnières plus ou moins vastes, par lesquelles nous pouvons examiner les

conditions géologiques d'un « étage » tectonique inférieur ou, parfois, de deux ou trois « étages ». Et l'érosion élargit encore et approfondit les boutonnières déjà existantes, ou en creuse de nouvelles.

Toutefois, le champ de nos observations directes reste singulièrement restreint, même dans les cas où il existerait des boutonnières. Le matériel jeune recouvre souvent la continuation d'une zone dont l'étude suivie présenterait un intérêt tout particulier. Et le géologue se voit alors privé d'une importante documentation.

Serait-ce à jamais ? La réponse ne pouvait être qu'affirmative il y a encore une trentaine d'années. Or, depuis 1920-1923 le progrès extraordinairement rapide des méthodes géophysiques vient à l'aide du géologue. A la place d'une étude avec marteau en main, la géophysique lui offre la possibilité d'une auscultation indirecte. R. SCHWINNER (27) en donne des exemples fort instructifs.

Les méthodes qui s'imposent en premier lieu sont : la *méthode séismique*¹, la *méthode gravimétrique*, et, dans certaines limites, les *méthodes électriques*. A ces trois groupes vient s'ajouter la *méthode magnétométrique*, applicable dans les cas de conditions pétrographiques favorables.

Disons d'emblée que chacune de ces méthodes resterait impuissante si le géologue n'avait déjà amorcé la solution du problème posé, et ceci par une observation directe sur le terrain, notamment là où le substratum affleure.

On pourrait considérer comme un cas exceptionnel l'étude d'un substratum invisible et complètement inconnu, à laquelle on aurait procédé concurremment par plusieurs méthodes géophysiques. Alors, la superposition raisonnée des résultats obtenus séparément par chacune de ces méthodes (par exemple : la séismique, la gravimétrie et la magnétométrie), pourrait donner lieu à l'établissement d'une hypothèse plus ou moins plausible concernant la composition et la structure du soubassement en question. Toutefois, même les recherches organisées avec un grand luxe d'emploi intensif de plusieurs méthodes géophysiques (anomalie magnétique de Koursk, par exemple) nous incitent à la plus grande prudence quant à une interprétation définitive. S'il n'existe aucune possibilité de compléter, par une documentation géologique récoltée directement sur le terrain, les résul-

¹ Récemment, j'ai eu l'occasion de présenter une étude qui comprend la combinaison de la recherche directe concernant les trois tectoniques superposées dans les Alpes et des investigations faites lors d'un tremblement de terre, et se rapportant à une zone dans laquelle l'observation immédiate du substratum n'est pas possible (9, 10, 11).

tats obtenus par les appareils géophysiques, on aura toujours affaire à des solutions de plusieurs équations dans lesquelles le nombre des inconnues est supérieur au nombre des équations disponibles.

Mais si c'est aux méthodes géophysiques que nous recourons pour étayer les études géologiques directes de la structure du soubassement ancien, notre champ de recherches s'élargira prodigieusement, de même qu'augmentera notre possibilité de pénétration dans la profondeur.

BIBLIOGRAPHIE

1. HAUG, E. — Traité de géologie, vol. I, 1907.
2. FALLOT, P. — Tectonique hercynienne et tectonique alpine. *Bull. Soc. géol. de France*, 5^e série, T. XIV, 1944.
3. WEGMANN, E. — Note sur quelques problèmes de la tectonique superposée. *C. R. de la Soc. géol. de Finlande*, N^o OXX.
4. KAYSER, E. — Lehrbuch der Geologie. T. II, 1921.
5. FOURMARIER, P. — Principes de géologie, 1944.
6. MORET, L. — Précis de géologie, 1947.
7. LUGEON, M. — Gisements calcaires du massif des Aiguilles Rouges et coin de gneiss d'Alesses. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 51.
8. — Trois tempêtes orogéniques. *Livre jubilaire de la Soc. géol. de France*, 1930.
9. OULIANOFF, N. — Le tremblement de terre du 25 janvier 1946 et la structure profonde des Alpes. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 63, 1947, et *Bull. Lab. géol., min., géophys., Musée géol. Université de Lausanne*, N^o 85, 1947.
10. — Infrastructure des Alpes et tremblement de terre du 25 janv. 1946. *Bull. Soc. géol. de France*, 5^e série, T. 17, 1947.
11. — Analyse séismique des noyaux basiques des massifs granitiques Mont-Blanc - Vosges et Aar - Forêt Noire. *Bull. de la Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 64, 1948 et *Bull. Lab. géol., min., géophys. Musée géol., Université de Lausanne*, N^o 91, 1948.
12. — Morphologie glaciaire dans les régions à tectoniques superposées. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 28, 1935.
13. — Influence de la structure tectonique sur l'écoulement des glaciers. « *Les Etudes rhodaniennes* », vol. 15, 1939.
14. CORBIN, P. et OULIANOFF, N. — Le glacier du Tour ancien tributaire du glacier du Rhône. *Bull. Soc. géol. de France*, 1929.
15. OULIANOFF, N. — Raisons tectoniques de l'origine du lac de Maerjelen. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 59, 1936, Lausanne.
16. — Une contribution à l'histoire du glacier du Trient. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 63, 1945, Lausanne.

17. OULIANOFF, N. — Le massif de l'Arpille et ses abords. *Matériaux pour la Carte géol. de la Suisse*. Nouv. série, 54^e livr., 1924.
 18. CORBIN, P. et OULIANOFF, N. — Continuité de la tectonique hercynienne dans les massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges. *Bull. Soc. géol. de France*, vol. 25, 1925.
 19. — Recherches tectoniques dans la partie centrale du massif du Mont-Blanc. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 56, 1926.
 20. — Les contacts, éruptif et mécanique, de la protogine et leurs significations pour la tectonique du massif du Mont-Blanc. *Bull. Soc. géol. France*, vol. 26, 1926.
 21. — Nouvelles observations sur l'influence du plissement alpin sur le substratum hercynien des Aiguilles Rouges. *C. R. sommaire des séances de la Soc. géol. de France*, 4 juin 1928.
 22. OULIANOFF, N. — Sur quelques failles et quelques zones de mylonites dans le massif du Catogne (Valais). *Eclogae geol. Helv.*, vol. 23, 1930.
 23. — Origine des amphibolites et tectonique des anciens massifs. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 58, 1934, Lausanne.
 24. — Massifs hercyniens du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges. « Guide géol. de la Suisse », *Soc. géol. suisse*, 1934.
 25. — Pourquoi les Alpes suisses sont pauvres en gîtes métallifères exploitables. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 62, 1942.
 26. — Superposition des tectoniques successives. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 59, 1937, Lausanne.
 27. SCHWINNER, R. — Variscisches und alpines Gebirgssystem. *Geol. Rundschau*, Bd. 24, 1933.
-