

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 60 (1967)
Heft: 2

Artikel: De quelques phénomènes sédimentaires et gravifiques liés aux orogènes
Autor: Badoux, Héli
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-163493>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.11.2024

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

De quelques phénomènes sédimentaires et gravifiques liés aux orogènes

Par HÉLI BADOUX¹⁾

ABSTRACT

In order to avoid the misnaming of several sedimentary and gravific phenomena, the author tries to give clear definitions of the Wildflysch, the exotic blocs, the submarine mudflows, the fluxo-turbidites, the olistostromes, the olistolithes, the diverticulation, and of the diverticules.

1. Introduction

Parmi les forces qui déterminent l'histoire de la terre, la gravité joue un rôle de premier plan. Son action se traduit par deux effets: le premier tend à transformer la surface de la lithosphère en un plan horizontal, soit parallèle à la surface du géoïde; le second à répartir les éléments constitutifs de l'écorce en couches de densité croissante avec la profondeur.

Il y aurait longtemps qu'elle aurait atteint ces buts, mettant ainsi un point final à l'histoire tumultueuse du globe, si deux forces opposées n'entravaient périodiquement son action. Ces forces internes, d'origine pour l'instant mal connue, provoquent la formation des chaînes de montagnes et le volcanisme. D'une part, elles créent des reliefs et d'autre part elles mélangent à nouveau les roches que la gravité tendait à classer par densité.

La différenciation des bains silicatés en voie de cristallisation est un phénomène bien connu qui d'un magma d'acidité moyenne tire une série de roches allant des granites acides aux ultrabasites. On en cite de nombreux exemples en négligeant souvent le plus important par son volume et son rôle dans les orogènes. Lorsqu'une chaîne se forme, l'accumulation locale de l'écorce provoque par isostasie la formation sous l'édifice d'une racine qui plonge profondément dans le Sima. Les roches diverses de cette «chaîne renversée» sont ainsi portées à des températures élevées. Elles vont fondre et donner naissance à un «magma» palingénétique homogénéisé par brassage et diffusion. Les parties légères auront tendance à diffuser vers le haut, donnant autour de la masse néomagmatique des auréoles d'imprégnation, les migmatites. Mais simultanément les constituants les plus lourds vont cristalliser et couler

¹⁾ Université de Lausanne, Laboratoire de Géologie, Palais Rumine, Lausanne.

vers la profondeur pour former, à la base du Sial, la couche basaltique. La liqueur résiduelle, dont la composition approche celle du granite, présente, par perte de ses éléments lourds, une densité inférieure à celle des roches encaissantes. Le principe d'Archimède – donc la gravité – va tendre à replacer cette roche en puissance parmi les roches épidermiques légères. Le granite va donc s'élever dans l'écorce, usant de mécanismes variés suivant les conditions de pressions, de températures et suivant la nature des roches qu'il doit traverser. Il montera sous forme d'une masse pâteuse en partie cristallisée s'infiltrant et s'accumulant en loupe à certains niveaux, ou sous forme liquide à haute température dissolvant «magmatic stopping» les roches sur son passage; ou en diffusant vers le haut ses éléments légers, faisant naître des granites dit métasomatiques au dépend de roches quelconques et sans déformation. Mais le résultat est le même quel que soit le mécanisme. Certains granites liés d'une façon plus lâche aux chaînes, tels certains granites créacés de Chine ou les calédoniens perçant les Old Red Sandstones, apparaissent si tard après le paroxysme orogénique que leur mise en place nécessite des mécanismes plus complexes. Peut-être s'agit-il d'une fusion tardive de «racines» peu profondes aidée par la chaleur de désagrégation des corps radioactifs qu'elles contenaient. Mais le reste du mécanisme est le même et le résultat aussi, à savoir de placer le granite léger parmi les roches de surface.

Le granite n'apparaît donc pas comme un des moteurs de l'orogénèse, il en est une conséquence, il en marque la fin, le retour à la stratification par gravité. Son abondance dans les vieux boucliers endormis, que seuls déforment parfois les plis de fonds plus récents, est symptomatique.

A peine une chaîne s'est-elle exondée qu'elle est combattue par la gravité. C'est d'une part le ruissellement qui va transporter dans les bassins voisins les particules de roches désagrégées où, par décantation ou précipitation, elles vont se déposer en couches horizontales. D'autre part, cette érosion en accentuant les pentes, facilite l'action directe de la gravité: versants argileux qui glissent vers le fond des vallées, pans rocheux qui basculent au vide, plis qui se déforment, collapse structures et autres phénomènes gravifiques bien connus.

Ceux qui se manifestent au début du paroxysme orogénique sont plus difficiles à saisir et à comprendre. Ils n'ont pas toujours été clairement définis, d'où une certaine indécision dans l'usage des noms qu'ils ont reçus. Aussi devient-il nécessaire d'y mettre de l'ordre. La présente note est une tentative dans ce sens.

Je remercie M. WEIDMANN qui a bien voulu lire et critiquer cet essai.

La classification des roches sédimentaires a été d'abord simplement descriptive, comme le furent celles de la faune et de la flore, chaque espèce, genre et famille y étant défini sans ambiguïté par des caractères observables. Mais vite, les biologistes s'aperçurent que cette façon de faire réunissait parfois de façon arbitraire des espèces et des genres sans lien de parenté entre eux. Ces classifications furent alors modifiées dans un sens génétique, c.-à-d. où l'origine et la filiation des espèces devenaient des critères décisifs.

La même évolution se fait sentir en pétrographie. On ne peut plus, pour classer les roches, se baser uniquement sur les caractères observables de l'échantillon. Il faut tenir compte de la genèse de la roche. Malheureusement, des mécanismes sédimentaires divers peuvent engendrer des dépôts de prime abord semblables. C'est la prin-

cipale difficulté que rencontre une classification génétique. Malgré cela, elle tendra de plus en plus à s'imposer.

C'est dans cette optique que j'examinerai ici quelques types de «dépôts orogéniques» à la limite de la sédimentation et de la tectonique de gravité. Ce sont les coulées de boue sous-marines, appelées par les Anglo-saxons «pebbly mudstones», «boulder-beds», «submarine mudflows», etc., les fluxoturbidites, les couches à blocs exotiques, les wildflyschs, les olistostromes et olistolithes et, finalement, les diverticules et la diverticulation.

2. Wildflysch et blocs exotiques

D'après ED. SUESS (in HAUER 1858) l'adjectif exotique fut appliqué par HOHENEGGER à des blocs de calcaire jurassique à brachiopodes, isolés dans le Néocomien de Stramberg et de la mine de St. Ignatius en Autriche.

Il fut ensuite appliqué aux blocs de cristallin, granites divers et gneiss, inclus dans le Flysch de la bordure septentrionale des Alpes. Mais BACHMANN (1863), chargé par la Commission géologique suisse d'étudier le contact des Alpes et de la Molasse, montra que, parmi ces blocs étranges, figuraient aussi des roches sédimentaires.

Ces blocs provenaient d'après B. STUDER (1851-53) d'une ancienne chaîne primitive aujourd'hui enfouie sous les Préalpes ou l'Helvétique. Ils se seraient éboulés de ces montagnes dans le bassin du Flysch qui en longeait le pied.

SARASAIN (1892), constatant une grande analogie entre les blocs exotiques et le cristallin austro-alpin, penchait pour une origine plus lointaine. Le transport de blocs se serait fait par des glaces flottantes.

SCHARDT qui avait admis la même hypothèse, devait, en 1892, renouveler le problème en démontrant l'origine méridionale, donc l'allochtonie du Flysch contenant les blocs exotiques.

De ces premières études se dégage une claire définition des blocs exotiques d'où est exclue toute idée de genèse. Ce sont des blocs isolés les uns des autres, étrangers à la formation qui les contient, cette dernière pouvant être quelconque.

Ainsi le Nummulitique du flanc inverse de la nappe de Morcles révèle l'existence dans les calcaires plus ou moins conglomératiques du Priabonien de vastes lames exotiques de roches plus anciennes. Vers le milieu de cette formation, les blocs exotiques sont faits de calcaire du Malm ou de dolomie triasique. Au sommet, par contre, prédominent les masses de granite et de gneiss. Cela résulte de l'érosion et de la dénudation tectonique progressive d'un relief bordant au N le bassin de la nappe et comportant une série réduite, semblable à celle de l'Autochtone: granite, Trias, Malm. Ce phénomène se déroule pendant la sédimentation avant le paroxysme orogénique.

Nous avons observé, R. FAIRBRIDGE et moi, un cas semblable dans le N de la Syrie, au Djebel Abd-el-Asiz. On y trouve des blocs exotiques paléozoïques intercalés dans les marnes et les calcaires crayeux du Crétacé supérieur. Là aussi les blocs paléozoïques les plus jeunes sont pris dans la partie basale de la formation, les plus anciens appartenant à son sommet.

La mise en place des blocs exotiques s'explique par un mécanisme qui n'est pas sans analogie avec la diverticulation, mais cette dernière que nous étudierons par la suite, est d'une toute autre ampleur et se joue après la phase de sédimentation.

Le Flysch à blocs exotiques est un cas particulier de ces phénomènes. C'est une variété de Flysch, comme on a du Flysch schisto-gréseux, du Flysch conglomératique, etc.

Qu'en est-il du Wildflysch. Il fut défini par KAUFMANN en 1886. Pour cet auteur c'était en substance un ensemble très déformé, replissé et recoupé de veines de calcite, comportant une matrice de schistes argileux sombres à surfaces luisantes, englobant des blocs ou noyaux résistants associés à des schistes à fucoides et des grès.

J. CADISCH (1953) trouve cette définition malheureuse à cause de son caractère trop général et des critères tectoniques qui s'y trouvent.

Il lui préfère, ainsi que de nombreux auteurs, la définition suivante: le Wildflysch est un sédiment orogénique complexe, d'âge *crétacique ou tertiaire*, qui consiste en une masse argileuse ou marneuse dans laquelle sont interstratifiés des bancs de calcaires, de grès ou de quartzites ainsi que des blocs d'origines diverses. Tout critère tectonique est donc abandonné.

Cette nouvelle acception du terme Wildflysch est-elle justifiée? Je ne le pense pas, car, d'une part, si l'on abandonne le critère structural, Wildflysch et Flysch à blocs exotiques deviennent synonymes; d'autre part, on ne voit pas pourquoi ce type de formation serait l'apanage exclusif du Crétacé et du Tertiaire.

Comme me l'a fait remarquer R. Herb, KAUFMANN ne pensait pas que la tectonique fut seule responsable du caractère «Wild». Il admettait qu'une augmentation de volume des schistes due à des causes chimiques aurait provoqué leur intrusion ou déplacement dans la série, d'où les replis et la «vitrification» locale des surfaces. Ce mécanisme n'est plus admissible.

Il semble bien que la déformation du Wildflysch puisse résulter de causes multiples: 1. glissements synsédimentaires superficiels ou sous-cutanés, 2. tectonisation postérieure lors de la mise en place. C'est ce qu'admet W. LEUPOLD dans le Lexique stratigraphique international (vol. 1, fasc. 7c, p. 399). Dans cette dernière phase, le Wildflysch a pu arracher des blocs au substratum sur lequel il glissait et les incorporer à sa masse. Ces exotiques sont les lames tectoniques de J. TERCIER (1928).

La déformation du Wildflysch est donc un de ses caractères importants et il vaut mieux revenir à la définition originale de KAUFMANN, rappelée au début de ce chapitre.

3. Fluxoturbidites et coulées de boue sous-marines

Il n'y a pas de différences importantes entre fluxoturbidites et coulées de boue. Cependant ces deux noms méritent d'être maintenus, car les dépôts correspondants ne se forment pas dans les mêmes milieux.

Le terme de fluxoturbidite fut introduit par DZULINSKY pour les niveaux de conglomérats dépourvus de granoclassement intercalés dans les Flysch à turbidites. Ces dépôts sont dûs à un glissement sur les pentes du bassin d'une masse gorgée d'eau, mais trop pauvre en argile pour que la mise en suspension du matériel soit possible (KUENEN 1956).

On trouve de nombreux exemples de fluxoturbidites dans le Flysch du Niesen, le long de la route Le Sépey–Les Mosses. Là, ces niveaux chaotiques occupent la base de certains cyclothèmes. La masse descendant vers l'axe du bassin se propageait suivant deux modes simultanés: à la base, un ensemble englobant les gros éléments coulant

sur le fond et par-dessus le nuage des particules en suspension qui va donner naissance à la turbidite.

J. C. CROWELL (1951) a décrit de bons exemples de fluxoturbidites sous le nom de «pebbly mudstones», montrant leurs relations avec les turbidites.

Les fluxoturbidites sont donc toujours liées au Flysch.

Les coulées de boue (slumps, slides) peuvent apparaître dans des séries argileuses quelconques. Ce sont des formations d'extension réduite où dans une pâte argilo-sableuse nagent des blocs épars, de dimensions variées. La structure désordonnée rappelle celle d'une tillite et en fait certaines coulées de boue ont été prises pour d'anciennes moraines de fond. On trouve même (LINDSAY 1966) dans les coulées sous-marines du Carbonifère d'Australie, des blocs encore anguleux et parfois striés. L'aspect chaotique du dépôt est d'autant plus marqué que la matrice est plus argileuse, ce qui semble faciliter les mouvements turbulents au sein de la masse mobile.

Dans les deux cas, la matrice du conglomérat a le même âge que les couches qui l'encadrent. A cet égard, elles diffèrent nettement des Olistostromes.

Les coulées de boue peuvent se produire à un moment quelconque de développement d'un bassin, les fluxoturbidites n'apparaissant qu'à l'époque du Flysch, soit dans sa phase sédimentaire finale.

4. Olistostromes et Olistolithes

La meilleure description des olistostromes et des olistolithes est celle de MARCHETTI, présentée en 1957 au Congrès géologique international de Mexico, les exemples démonstratifs cités provenant du bassin néogène sicilien.

On trouve là, intercalés dans une série mio-pliocène continue, des niveaux insolites à dominance argileuse: *les olistostromes*. Les argiles grises ou colorées de ces intercalations datent du Crétacé supérieur, de l'Eocène et du Miocène. La stratification, parfois marquée par de petits bancs de grès, a été le plus souvent effacée par la trituration intense de la masse durant sa mise en place.

Dans ces niveaux d'argiles épais de 400–1000 m flottent des blocs de roche dure dont la taille va de celle d'un petit bloc à celle d'une colline; MARCHETTI les désigne sous le nom d'*Olistolithes*. Vers le haut de l'olistostrome dominant des blocs de grès quartzitiques du même âge ou plus jeunes que la matrice qui les enveloppe. A sa base abondent les roches anciennes: calcaires à fusulines, dolomies et calcaires du Trias, basaltes jurassiques.

L'allochtonie de ces masses est évidente. Elles sont probablement d'origine lointaine, les faciès des terrains qui les constituent étant très différents de ceux du sous-bassement du Néogène autochtone. Elles sont issues du front des nappes plus internes.

L'impossibilité, pour des couches aussi plastiques que ces olistostromes, de transmettre des poussées sur de grandes distances, fait penser que leur mise en place est un phénomène gravitatif. Ce sont de gigantesques coulées sous-marines interrompant momentanément la sédimentation normale du bassin.

Les caractères distinctifs des olistostromes sont donc nets. Leur composition lithologique, leur âge, leur position dans la série marine autochtone suffisent pour

les reconnaître, sans qu'il soit nécessaire de faire appel au mécanisme de leur mise en place.

Citons deux autres exemples bien étudiés :

1. celui de la nappe pré-rifaine du Maroc (W. BRUDERER et R. LÉVY 1952; J. J. BURGER, B. HOUSSE et R. LÉVY 1961) intercalés dans le Vindobonien du Rhodanien;
2. les olistostromes appelés nappe de Carmona du bassin néogène du Guadalquivir, décrits par E. PERCONIG (1961).

5. Diverticules et diverticulation

En 1943, M. LUGEON introduisit ces deux noms pour désigner les curieuses unités tectoniques qui forment les Préalpes internes et pour le mécanisme qui leur a donné naissance. Cette courte note n'était dans l'esprit de son auteur qu'une simple prise de date. Il comptait développer ces questions dans un mémoire traitant de l'ensemble de l'Ultraschweiz.

Cet ouvrage ne fut qu'ébauché et ne fut jamais publié. Le seul texte de base demeure donc la note de 1943.

Les Préalpes internes ou Zone des Cols (Ultraschweiz) consistent en un empilement d'unités lenticulaires ou diverticules mesurant une dizaine de mètres à plusieurs kilomètres de long, celles où dominent les calcaires étant généralement moins étendues que celles essentiellement argilo-marneuses (H. BADOUX 1963).

Chaque diverticule présente une série stratigraphique normale mais réduite seulement à quelques étages. Ils lui sont propres et ne se retrouvent généralement pas dans les diverticules situés tectoniquement sur ou sous lui.

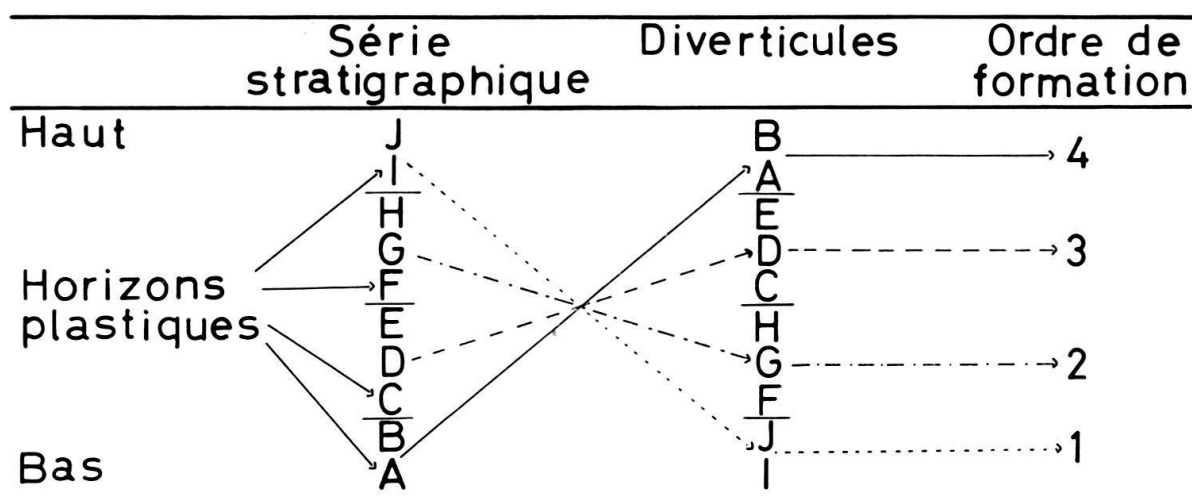
On réunit souvent les diverticules ayant la même série stratigraphique en une nappe, p.ex., dans l'Ultraschweiz, celle d'Anzeinde pour ceux comprenant une série Oxfordien-Gault, nappe de Bex-Trias-Lias, etc.

Mais en fait, ces nappes n'ont pas de réalité, ce sont des abstractions commodes qui simplifient le langage et évitent d'introduire un nom particulier pour chaque diverticule.

Dans les Internes la superposition des diverticules n'est pas quelconque: ceux de la base contiennent les terrains les plus jeunes; puis en montant dans la série de ces unités, on rencontre des terrains de plus en plus anciens. Il faut faire une exception pour le Flysch qui peut apparaître à plusieurs niveaux. Tout se passe comme si les diverticules provenaient du clivage selon ses horizons plastiques d'une série stratigraphique unique, recouverte en discordance par le Flysch, le phénomène débutant par le haut de la série et se propageant vers le bas. Le schéma ci-dessous rend compte de façon théorique de ce débitage ou déverticulation.

Remarquons qu'il ne s'agit que d'un schéma, dans la nature les choses peuvent être plus complexes. Il n'en demeure pas moins que les diverticules peuvent être facilement identifiés grâce aux critères énumérés ci-dessus sans faire appel au mécanisme de leur formation.

M. LUGEON pensait que dans l'Ultraschweiz, la diverticulation s'était produite pendant la sédimentation du Flysch, soit au cours de l'Eocène. Or, il ne semble pas



que cela soit le cas. En effet, on devrait trouver, si l'hypothèse de M. LUGEON était exacte, des Flysch de plus en plus jeunes en montant dans la série des diverticules. On ne le constate pas. Certains diverticules sont même dépourvus de Flysch, p. ex. ceux de la nappe d'Anzeinde ou de celle de Bex. Il semble donc que la diverticulation se soit faite après le dépôt du Flysch, soit «à sec» au début du paroxysme.

Il n'y aurait donc pas de différence essentielle, dans le mécanisme de mise en place, entre une nappe de couverture comme celle des Préalpes médianes désolidarisée en un bloc de son substratum métamorphique et les diverticules ultrahelvétiques où la disjonction des assises s'est généralisée dans toute la série. L'Helvétique de Suisse alémanique montre d'ailleurs un stade intermédiaire entre les deux cas précédents: Drusberg n'ayant que du Crétacé et du Tertiaire, Axen y ajoutant du Jurassique et du Trias et Mürtschen-Glaris ayant en plus le Verrucano. Mais ces nappes ne sont pas des diverticules, parce qu'elles sont trop grandes et ne présentent pas l'inversion des unités qui caractérise ces derniers.

Les diverticules diffèrent des blocs exotiques souvent par leurs dimensions et par la date de leur apparition dans le développement de la chaîne.

6. Conclusions

L'essai de classification proposé est loin d'être parfait et ne sera pas toujours d'une utilisation facile, car l'essence du phénomène qui sert à le définir est parfois masqué par des caractères particuliers ou locaux. D'autre part, il existe des cas ambigus que l'on hésite à ranger sous l'une ou l'autre des étiquettes proposées. Malgré cela, une définition précise des types principaux demeure indispensable, si l'on veut éviter l'emploi abusif des termes et leur prolifération. Pour ce faire, je me suis généralement tenu aux définitions originales, complétées parfois par quelques propriétés des exemples cités par l'auteur. Ainsi on dispose de termes précis couvrant semble-t-il les divers cas existants.

BIBLIOGRAPHIE

- AUDLEY-CHARLES M. G. (1965): *A Miocene Gravity Slide Deposit from Eastern Timor*. Geol. Mag. 102, 267-276.
- BACHMANN J. (1863): *Über petrefaktenreiche exotische Jurablöcke im Flysch des Sihlthals und Toggenburgs*. Vjschr. naturf. Ges. Zürich 8, 1-34.

- BADOUX H. (1963): *Les unités ultrahelvétiques de la Zone des Cols*. Eclogae geol. Helv. 56/1, 1–13.
- BEZRUKOV P. (1959): *Sediments of Trenches in the North-Western Pacific*. Eclogae geol. Helv. 51/3, 500–508.
- BRUDERER W., LÉVY R. (1952): *Considérations sur la nappe pré-rifaine*. 19^e Congrès géol. int. Alger 1952.
- BURGER J. J., HOUSSE B., LÉVY R. (1961): *Contribution à la connaissance de la nappe pré-rifaine*. Dans Livre à la mémoire de Paul Fallot, vol. 1, pp. 423–430. Soc. géol. France, 1960–62.
- CADISCH J. (1953): *Geologie der Schweizer Alpen*, 2^e éd. Wepf, Bâle.
- CROWELL J. C. (1957): *Origine of Pebbly Mudstone*. Bull. geol. Soc. Am. 68, 993–1010.
- (1961): *Depositional Structures from the Jurassic Boulder Beds, East Sutherland*. Trans. Edinb. geol. Soc. 18/2, 202–220.
- DZULYNSKI S., KSIĄZKIEWICZ M., KUENEN PH. H. (1959): *Turbidites in Flysch of the Polish Carpathian Mountains*. Bull. geol. Soc. Am. 70, 1089–1118.
- HAUER F. VON (1858): *Beiträge zur Paläontographie von Österreich*, p. 17, Wien et Olmüz.
- KAUFMANN J. J. (1867): *Der Pilatus*. Mat. Carte géol. Suisse 5.
- (1886): *Emmen und Schlierengegenden nebst Umgebung bis zur Brünigstrasse*. Mat. Carte géol. Suisse 24.
- KUENEN P. H. (1956): *The Difference between Sliding and Turbidity Flow*. Deep Sea Res. 3, 134–139.
- LINDSAY J. F. (1966): *Carboniferous Subaqueous Mass-Movement in the Manning Macleay, Kempsey, Kempsey, New South Wales*. J. sedim. Petrol. 36, 719–732.
- LUGEON M. (1943): *Une nouvelle hypothèse tectonique: la diverticulation, note préliminaire*. Bull. Soc. Vaud. Sci. nat. 62, 260.
- MARCHETTI M. P. (1957): *The Occurrence of Slide and Flowage Materials (Olistostromes) in the Tertiary Series of Sicily*. 20^e Congrès géol. int. Mexique 1956, sect. 5, vol. 1, pp. 209–225.
- PERCONIG E. (1961): *Sur la constitution géologique de l'Andalousie occidentale, en particulier du bassin du Guadalquivir*. Dans Livre à la mémoire de Paul Fallot, vol. 1, pp. 228–256. Soc. géol. France, 1960–62.
- SARASIN CH. (1892): *Die Conglomerate und Breccien des Flyschs*. Neues Jb. Miner. Geol. 8, 180–215.
- SCHARDT H. (1893): *L'origine des Préalpes romandes*. Archs Sci. phys. nat. 30.
- (1898): *Les régions exotiques du versant N des Alpes suisses*. Bull. Soc. Vaud. Sci. nat. 34, 114–219.
- TERCIER J. (1928): *Géologie de la Berra*. Mat. Carte géol. Suisse [NS] 60.

Manuscrit reçu le 23 février 1967.