

Eclogae geol. Helv.	Vol. 73/1	Pages 331-349	4 figures dans le texte	Bâle, mars 1980
---------------------	-----------	---------------	----------------------------	-----------------

## Compte rendu de l'excursion de la Société Géologique Suisse du 1 au 3 octobre 1979: coupe Préalpes–Helvétique–Pennique en Suisse occidentale

Par HENRI MASSON<sup>1)</sup>, AYMON BAUD<sup>2)</sup>, ARTHUR ESCHER<sup>1)</sup>,  
JACQUES GABUS<sup>3)</sup> et MICHEL MARTHALER<sup>1)</sup>

### Summary

The purpose of the 1979 excursion of the Swiss Geological Society was to show the recent interpretations in several key areas on the cross section through the Alps of Western Switzerland. Several new results are published here for the first time in a preliminary way:

#### 1. *Prealps*

- New data on the composition of the submedian zone (north-penninic mélange) in the Meiel area.
- Description of the Middle Jurassic paleokarst of the Gummfluh (briançonnais paleogeographic domaine, nappe of the Préalpes médianes rigides).
- Progress report on the study of deformation, metamorphism and K–Ar ages along the Gummfluh thrust. Consequences for the cinematics of the préalpine nappes.

#### 2. *Helvetic*

- A more precise description of the Diablerets massif (Fig. 1).
- Discovery of a paleokarst of Aptien age in the Morcles nappe.
- Discovery of *Microcodium* under the Eocene transgression surface in the Morcles and Diablerets nappes.
- Discovery of several phases of folding in the Ardon, Diablerets and Wildhorn nappes. Correlation of the superimposed cleavages in the root zone with these phases of folding. Consequences for the cinematics of the helvetic nappes.

#### 3. *Penninic*

- Discovery of a reduced but complete series of Mesozoic sediments (Barrhorn type) in the Boudri area (Fig. 3).

---

<sup>1)</sup> Institut de Géologie de l'Université, Palais de Rumine, CH-1005 Lausanne.

<sup>2)</sup> Musée géologique, Palais de Rumine, CH-1005 Lausanne.

<sup>3)</sup> Laboratoire de Géologie EPFL, CH-1015 Lausanne.

- Discovery of a wildflysch with blocs at the top of the Mesozoic series. One of these blocs contains Upper Cretaceous to Tertiary foraminifera.
- The main visible phase of folding shows a vergence to the southeast (fig. 4).

Cette excursion avait pour but de montrer les interprétations récentes dans certains secteurs clés de la «géotraverse» des Alpes de Suisse occidentale. Ces nouvelles données, qui feront ailleurs l'objet de publications plus détaillées, sont résumées ici.

#### *Liste des participants*

M. Andersen (Copenhague)	C. Knudsen (Copenhague)
A. Baud (Lausanne)	P.-H. Larsen (Copenhague)
H.-J. Bengaard (Copenhague)	H.P. Laubscher (Bâle)
U. Briegel (Zurich)	M. Marthaler (Lausanne)
H. Charlesworth (Edmonton)	H. Masson (Lausanne)
G. Della Valle (Lausanne) (3 oct.)	H.P. Mohler (La Haye) (1-2 oct.)
Ch. Ducloz (Genève)	R. Plancherel (Fribourg)
A. Escher (Lausanne)	R. Polino (Turin)
Th. Flury (La Tour-de-Peilz)	B.-L. Rasmussen (Copenhague)
J.-H. Gabus (Lausanne)	J.-P. Schaer (Neuchâtel) (3 oct.)
G. Gosso (Turin)	C. Schindler (Zurich)
R. Herb (Berne)	E. Schläppi (Berne) (2 oct.)
P. Homewood (Fribourg)	S. Schmid (Zurich) (2-3 oct.)
Ch. Isenschmid (Berne)	M. Weidmann (Lausanne) (3 oct.)
L. Jemelin (Lausanne)	A. Wildberger (Berne)
J. Jörgensen (Copenhague)	M. Zingg (Berne) (1 oct.)

Lundi, 1 octobre 1979

### **Préalpes médianes et internes (Meiel – Gummfluh)**

Par A. BAUD et H. MASSON

Partis à 9 h 15 de Lausanne, les excursionnistes arrivent à 10 h 30 à Öy au nord de Gsteig, d'où une navette en minibus les mène à Gumm-Matten dans le Meielgrund. L'excursion, par beau temps, permet d'examiner des problèmes stratigraphiques et tectoniques dans la zone submédiane (zone de Meiel) et dans la nappe des Préalpes médianes rigides (écaille de la Gummfluh).

#### *1. Gumm-Matten: zone submédiane (zone de Meiel)*

La vue depuis le chalet supérieur de Gumm-Matten (583.600/143.000) permet de présenter la situation tectonique: la zone submédiane forme la vallée du Meielgrund entre, au sud, la nappe du Niesen, avec ses plis bien visibles, et au nord l'écaille de la Gummfluh.

La zone submédiane est un mélange complexe, de provenance nord-pennique, constitué de lentilles variées dans un wildflysch ou dans du gypse (WEIDMANN et al. 1976). Ici ces lentilles ont été étudiées par MC CONNELL (1951) dont la carte est plus précise que la feuille Les Mosses (LOMBARD et al. 1974). En montant de Gumm-Matten à Wild Boden, on examine quelques lentilles représentatives.

Description des lentilles entre Gumm-Matten et Wild Boden (la coupe de la lentille de calcaire de Meiel et une partie des données microscopiques proviennent de renseignements inédits obligeamment fournis par M. Weidmann, auquel nous exprimons nos remerciements):

- Gypse: affleure bien le long de la nouvelle route de Gumm-Matten. C'est un gypse rubané, plissé, avec quelques intercalations de dolomie boudinée.
- Calcaire de Meiel: grande lentille dans la forêt au nord-ouest de Mülleners Vorschess. On observe d'ouest en est la coupe suivante: *a)* Localement un peu de cornieule plaquée contre le calcaire, dont elle contient des fragments. *b)* Calcaire spathique grossier à grains de quartz et de dolomie, 4-6 m (type *d* de MC CONNELL). Age probable: Lias moyen. *c)* Calcaire spathique fin à grains de quartz et de dolomie, en bancs décimétriques, env. 60 m; à la base passées de brèche grossière (type *f* de MC CONNELL). Age probable: Lias supérieur-Dogger inférieur. *d)* Alternance irrégulière de calcaire spathique fin siliceux et de calcisiltite argileuse à filaments et petites entroques, env. 40 m. Intercalations de calcarénites granoclassées à grains de quartz et de dolomie, oolites, entroques, débris de coraux, mollusques et algues, *Protopenneroplis* (dét. M. Septfontaine), etc. (type *e* de MC CONNELL). Age: Dogger, probablement Bathono-Callovien. *e)* Calcaire fin tacheté, silteux et argileux, à radiolaires, env. 15 m (type *f* de MC CONNELL). Age probable: Callovo-Oxfordien.
- Brèche: petit affleurement près du chalet supérieur de Gumm-Matten. Eléments de roches variées de la série carbonatée triasico-jurassique, parmi lesquels dominent des dolomies (Trias) et des calcaires micritiques plus ou moins silicifiés à radiolaires et/ou calpionelles (Malm), accompagnés de calcarénites quartzzeuses, grès calcaires, etc.; absence d'éléments de socle siliceux. Matrice peu abondante de calcarénite riche en quartz autigène. Age indéterminé (Tithonique ou plus jeune).
- Calcaires planctoniques: plusieurs lentilles de calcaires à *Globotruncana*. Age: Campanien et Maestrichtien. M. Weidmann signale plus bas dans la vallée (rive gauche du Staldengraben et derrière la scierie de Grund) deux lentilles de calcaire à *Globorotalia* (Paléocène-Eocène).
- Cornieule. Elle forme ici deux types de gisements: d'une part des lentilles dans la zone submédiane, d'autre part la semelle de l'écaille de la Gummfluh (cf. 5).

## 2. Wild Boden: calcaires vermiculés

A Wild Boden on entre dans la nappe des Préalpes médianes rigides. L'écaille complexe de la Gummfluh appartient aux Rigides internes (BAUD 1972); elle se compose elle-même de plusieurs paquets séparés par des failles (Gummfluh s.str., Gummesel, Muttenhubel; BAUD in LOMBARD et al. 1974).

Le sentier qui suit la crête vers l'ouest permet d'examiner des faciès typiques du Trias briançonnais, notamment les calcaires vermiculés d'âge anisien, qui forment les premiers affleurements. Nous sommes ici près de la base (séquence  $S_2$ ) du premier grand cycle sédimentaire de la vaste plate-forme carbonatée du Trias moyen (BAUD & MEGARD-GALLI 1975). Des agrandissements de microphotos permettent aux participants de se familiariser avec ces faciès. La structure vermiculée résulte de l'interaction d'une intense bioturbation des boues carbonatées originelles par des organismes fouisseurs (crustacés décapodes) et de phénomènes diagénétiques tels que cimentation précoce des terriers, fragmentation thixotropique, dissolution sous pression, etc. (BAUD 1976).

## 3. Eseltrittli: panorama et historique

Du passage d'Eseltrittli (582.800/143.200), on observe un vaste paysage qui montre la plupart des nappes des Préalpes: au premier plan les Rigides internes (Gummfluh et Rubli), la Brèche (col de la Videman), et la Simme dans le cœur d'une synforme plongeant vers l'ENE (vallée de Kalberhöni); plus loin à l'horizon,

du nord vers l'est, les Rigides externes (Gastlosen), la nappe des Gets (Hundsrück), les Médiannes plastiques (Stockhorn), de nouveau les Rigides internes (Spillgarten) et le Niesen (Männliflüh).

On rappelle que la région Rubli-Gummfluh est un haut lieu de la géologie alpine. C'était le terrain de thèse de SCHARDT (1884) et ses observations dans cette région furent le point de départ des réflexions qui le menèrent quelques années plus tard à formuler la théorie des nappes (1893 et 1898), découverte capitale dans l'histoire de la géologie. Plus récemment, LUGEON & GAGNEBIN (1941) postulèrent que le Rubli et la Gummfluh forment des écailles indépendantes (les «Rigides»), détachées précocement du gros de la nappe des Préalpes médianes (les «Plastiques»). Pour expliquer la mise en place de ces écailles séparées du reste de la nappe et de leur racine, ils inventèrent la tectonique d'écoulement par gravité, qui connut une grande vogue jusqu'à nos jours non seulement dans les Alpes, mais dans bien d'autres chaînes de montagnes. Un historique détaillé de ces découvertes et de leurs conséquences a été présenté ailleurs (MASSON 1976b).

Bien que contesté par des auteurs qui dessinèrent des coupes où le Rubli et la Gummfluh figurent reliés par un synclinal (LONFAT 1965, LOMBARD 1975 pl. III), le concept de Rigides est cependant confirmé par les travaux cartographiques et stratigraphiques récents (BAUD 1972; BAUD & SEPTFONTAINE 1980). Nous admettons donc le principe de la séparation des écailles tel que préconisé par LUGEON & GAGNEBIN.

#### 4. *Sentier du Gour de Comborsin (versant est de la Gummfluh): paléokarst jurassique*

Dans la pente rocheuse dominant le sentier qui, d'Eseltrittli, descend au Gour de Comborsin, on observe la transgression des calcaires massifs (Malm) sur le calcaire rubané ladinien (formation de Champcella, MEGARD-GALLI & BAUD 1977). On note les faits suivants:

- a) Les calcaires massifs (Malm) transgressent sur une surface irrégulière (paléorelief). Environ 50 m au-dessus du chemin, ils remplissent une dépression dans le Trias d'une dizaine de mètres de profondeur (paléodoline).
- b) La base du Malm est, sur 1-2 m d'épaisseur, une brèche à éléments de calcaire triasique sous-jacent.
- c) Dans le Trias (calcaires rubanés  $S_6$ ), des cavités paléokarstiques s'observent très nombreuses et variées jusqu'à une cinquantaine de mètres sous la base des calcaires massifs (Malm). Notons en particulier:
  - des sills karstiques d'épaisseur centi- à décimétrique, avec remplissages variés comprenant soit des silts dolomitiques et débris de cristaux de calcite, soit des sphéroïdes de calcite radiale avec ciments en ménisque et remplissage final par des calcisiltites et micrites riches en argiles rouges, soit enfin des dolomicrites jaunâtres;
  - des filonnets à remplissage de dolomicrite et dolosiltite jaune ou d'argiles plus ou moins riches en hématite;
  - des petites poches à remplissage clastique, parfois grossier avec éléments de roche encaissante, ou plus fin, silt dolomitique et argile rouge.
 Les filons plus ou moins irréguliers se recoupent par places, au point d'engendrer une structure bréchique (pseudobrèche karstique), en particulier au fond de la paléodoline.

Une description plus détaillée du paléokarst de la Gummfluh paraîtra ailleurs (BAUD & MASSON, en prép.). Rappelons seulement ici que des paléokarsts analogues



sont connus dans d'autres écailles des Préalpes médianes rigides, notamment à St-Triphon (BAUD & MASSON 1975) et dans les Spillgerten (GENGE 1958). En fait, ce paléokarst d'âge jurassique moyen se retrouve dans tout le domaine briançonnais s.str., dont il est l'une des caractéristiques stratigraphiques les plus importantes (BAUD et al. 1979); des phénomènes semblables s'observent aussi dans la région-type de Briançon dans les Alpes françaises (BAUD et al., en prép.).

### 5. *Sunnig Gumm: le chevauchement de la Gummfluh*

La base de l'écaille de la Gummfluh est bien visible en deux endroits: Sunnig Gumm (582.200/143.000), visité par l'excursion, et Chalet Defrou (579.750/142.400). On y observe des déformations et un métamorphisme localisés le long du plan de chevauchement, d'un type inconnu ailleurs dans les Préalpes (BAUD & MASSON 1976). Notons les points suivants:

- *Structure à grande échelle*: Le plan de chevauchement de l'écaille est oblique à la stratigraphie. Ceci ressort bien sur la feuille Les Mosses (BAUD in LOMBARD et al. 1974), où on voit le plan de chevauchement monter dans la série d'est en ouest: dans la séquence  $S_2$  de l'Anisien à Wild Boden, dans  $S_3$  à Sunnig Gumm et dans  $S_4$  (niveau à silex) sur Chalet Defrou; de là il redescend pour atteindre  $S_2$  au-dessus de l'Etivaz.
- *Cornieule*: La semelle basale de l'écaille est constituée de cornieule, accompagnée de microcornieule. Celle-ci peut être finement litée, granoclassée, et parfois remaniée en fragments dans la cornieule. Comme la cornieule suit le plan de chevauchement, elle est aussi oblique à la stratigraphie (BAUD 1972). A Chalet Defrou, on observe au contact de la cornieule la dolomitisation du calcaire anisien préalablement déformé. Ces faits montrent que la cornieule a une localisation tectonique et qu'elle a passé lors de sa formation par un stade mobile; on peut les expliquer par la théorie de la bréchification hydraulique (MASSON 1972).
- *Déformation*: Le long du plan de chevauchement, soit immédiatement au-dessus de la cornieule, le calcaire triasique est fortement déformé. On observe deux phases principales de déformation. La plus ancienne donne des petits plis isoclinaux d'axes NW-NNW, donc perpendiculaires aux grandes structures régionales, une schistosité plan-axiale, et une forte linéation d'extension parallèle aux axes des plis. La seconde donne des plis de style plus variable, parfois en chevron, d'axe parallèle aux structures régionales, avec un clivage bien marqué et qui replissent les structures de première phase. Ces déformations s'atténuent vers le haut et disparaissent une cinquantaine de mètres au-dessus de la cornieule.
- *Métamorphisme*: L'illite des calcaires déformés a une cristallinité qui tombe nettement dans le domaine de l'épizone. Ce métamorphisme épizonal est localisé au voisinage du chevauchement. Au-dessus de la zone déformée on passe à un métamorphisme anchizonal, normal pour cette région des Préalpes.

- *Datations K-Ar*: Des datations sont en cours sur l'illite des calcaires déformés (J. Hunziker, Berne). Dans les deux profils étudiés (Sunnig Gumm et Chalet Defrou), les âges K-Ar de la fraction  $< 2\mu$  rajeunissent vers le bas et convergent vers 56-57 Ma à la base de l'écaille. L'interprétation reste encore incertaine et les recherches se poursuivent par d'autres méthodes.
- *Conclusion. Cinématique de la nappe*: La forte déformation et le métamorphisme épizonal sont strictement liés au plan de chevauchement de l'écaille de la Gummfluh. Comme de semblables transformations sont inconnues dans les unités tectoniques voisines, il semble qu'elles préexistent à l'empilement actuel des nappes. Nous les attribuons donc à un stade précoce du mouvement: décollement et début du transport (BAUD & MASSON 1976). C'est cet événement que les mesures isotopiques en cours ont pour but de dater. La déformation et le métamorphisme témoignent des conditions mécaniques - fort déviateur des contraintes, forte pression fluide (cornieule) - et thermiques - probablement chaleur de friction - particulières au plan de décollement.

Comme pour toutes les unités tectoniques des Préalpes, la mise en place de l'écaille de la Gummfluh résulte d'une succession complexe de mouvements qui obéissent à des moteurs différents et s'effectuèrent sur des semelles de glissement différentes, qui se relayèrent au cours du temps. *Ce relai des semelles de glissement* est une caractéristique importante de la tectonique des nappes préalpines. Il semble qu'on puisse reconnaître actuellement les étapes suivantes:

- Décollement oblique à la stratigraphie et mouvement initial sur une semelle de calcaire ductile; métamorphisme épizonal de la tranche déformée. Ces transformations ont dû se produire à une profondeur de plusieurs kilomètres, ce qui implique que les Rigides internes étaient déjà recouvertes par d'autres unités tectoniques (Brèche et probablement certains éléments des nappes supérieures).
- Translation sur semelle de cornieule, qui se comportait comme une «bouillie» sous forte pression, injectée le long du chevauchement (cette étape peut être en partie liée à la précédente).
- Dès l'arrivée de l'écaille de la Gummfluh sur le wildfysch de la zone submédiane, celui-ci jouera pour les Rigides le rôle d'une «semelle de rencontre» au cours des glissements qui les amenèrent sur le dos du Niesen et de l'Helvétique. Certaines écailles de Rigides seront ainsi incorporées tectoniquement au mélange nord-pennique.
- Des considérations que nous développerons ailleurs (MASSON, en prép.) nous conduisent à admettre ensuite un transport passif des Préalpes sur le dos de l'Helvétique en mouvement (Oligocène), puis:
- Un dernier glissement sur une nouvelle «semelle de rencontre», l'Ultrahelvétique, amena l'ensemble préalpin dans sa position actuelle.

De Sunnig Gumm on redescend directement sur Gumm-Matten. Il fait déjà nuit lorsque le bus, par le Pillon et le col de la Croix, amène les excursionnistes à Solalex, d'où on gagne l'accueillant refuge Giacomini à Anzeinde. Les uns montent en jeep, les autres à pied au clair de lune.

Mardi, 2 octobre 1979

### Helvétique (Anzeinde – Derborence – vallée de la Lizerne)

L'excursion, par un temps splendide, permet d'examiner successivement: 1. le massif des Diablerets; 2. des problèmes stratigraphiques (paléokarsts) dans le Crétacé et le Tertiaire de la nappe de Morcles; et 3. des problèmes tectoniques dans la vallée de la Lizerne.

#### *1. Le massif des Diablerets*

Par J.-H. GABUS

On monte d'Anzeinde à la Haute Corde (2325 m), d'où le regard embrasse un splendide paysage qui montre la superposition classique des trois nappes de Morcles, Ultrahelvétique et des Diablerets (LUGEON 1940, BADOUX 1973). Sous nos pieds, le Miroir de l'Argentine dessine le pli frontal de la nappe de Morcles dans l'Urgonien. A l'arrière-plan apparaissent à l'ouest les Préalpes, et à l'horizon, à l'est, la nappe du Wildhorn. Les plis de la nappe de Morcles sont décrits et figurés par BADOUX (1972), ceux de l'Ultrahelvétique par GABUS (1958). Nous décrivons ici le massif des Diablerets (fig. 1).

La face de ce massif présente, en empilement de plis étirés, l'ensemble de la série stratigraphique de la nappe des Diablerets. L'orientation topographique de la face est une coupe E-W inclinée en moyenne de 45° vers le sud. Nous sommes donc en face d'une intersection oblique de 50° environ par rapport à la direction générale des axes des plis qui est 40°.

Un plongement axial de 15 à 20° vers le nord-est perturbe encore cette coupe géologique panoramique. Les relations des plis les uns avec les autres et la continuité des séries ne sont donc pas évidentes.

La figure 1, vue dans l'axe des plis représente à peu près le style d'une coupe géologique à travers la nappe des Diablerets. Il en ressort que les plis ont été couchés, étirés et boudinés. On remarquera, de façon générale, que les flancs normaux des plis sont étirés, alors que les flancs inverses conservent l'épaisseur des couches. Ce phénomène témoigne que, lors de la mise en place définitive de la nappe, le basculement vers le nord-ouest des plis, peut-être auparavant concentriques et symétriques, s'est accompagné d'étirement pour les zones en traction alors que les zones en compression gardaient leur épaisseur.

Sous et à gauche de la pointe de Châtillon, deux décrochements sénestres, mais eux aussi plongeants, découpent l'extrémité ouest de la nappe.

Dans le grand synclinal de Tête Ronde, l'Urgonien est carié par un paléokarst rouille (en noir sous Cc). Ce karst est rempli d'un mélange de grains de quartz roulé, de berthiérine, d'hématite et probablement d'illite, ce qui témoignerait d'un remplissage par précipité en milieu marin ou saumâtre peu profond, avant que ne s'installe le régime tour à tour lacustre et saumâtre des Couches à cérithes dont on remarque la présence épisodique, mais fréquente, sur l'Urgonien dans toute la nappe, du Culan au plateau du glacier de Tsanfleuron.

Au premier plan, la dépression d'Anzeinde marque le passage des nappes Ultrahelvétiques, qui sont dans l'ordre de haut en bas: nappe de Bex (gypse et

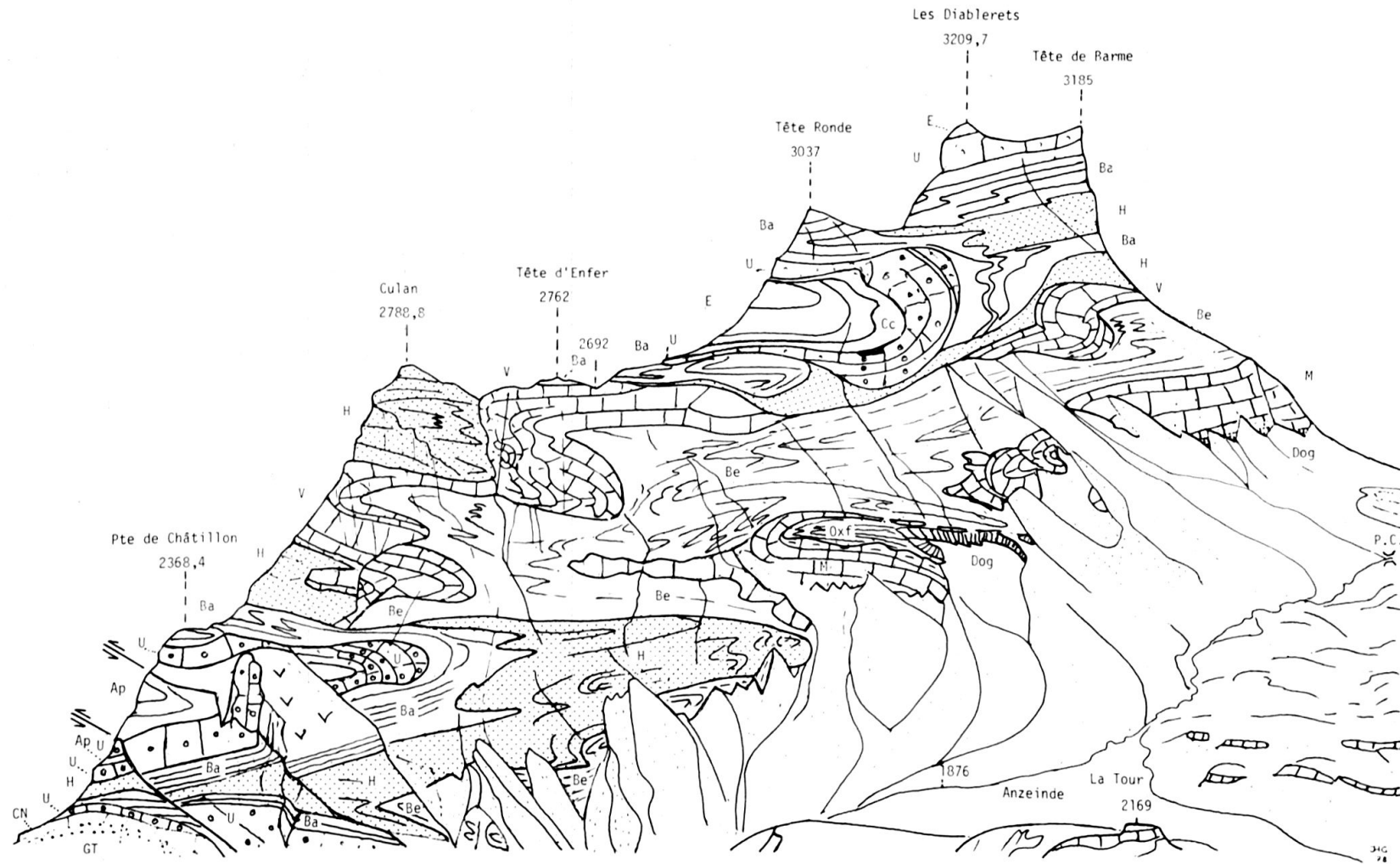


Fig. 1. Les Diablerets, vus dans l'axe des plis (15° vers le nord-est). D'après une photo aérienne de J.-H. Gabus; altitude de prise de vue: 4200 m. PC = Pas de Cheville. GT = Grès de Taveyane (gris vert). CN = Calcaire à nummulites (blanc). E = Couches à globigérines (beige). Cc = Couches à cérithes (Eocène saumâtre sur paléokarst) (rouille). Ap = Aptien siliceux et schisteux (brun foncé). U = Urgonien calcaire récifal (blanc). Ba = Barrémien en alternance de calcaires et schistes marneux (gris foncé). H = Hauterivien siliceux (brun). V = Valanginien calcaire ± récifal (gris clair). Be = Berriasien schisteux (gris noir). M = Malm (blanc bleuté). Oxf = Oxfordien schisteux (beige mordoré). Dog = Dogger spathique (brun et/ou blanc).

cornieule), nappe d'Anzeinde, nappe de la Plaine Morte. Elles sont pincées entre la carapace de la nappe de Morcles et le soubassement de la nappe des Diablerets.

## 2. Paléokarsts créacés et tertiaires dans la nappe de Morcles

Par H. MASSON

La discussion détaillée de ces paléokarsts est l'objet d'un article annexe (MASSON, en prép.). Nous résumerons ici les observations faites dans les deux principales localités visitées par l'excursion.

### 2a) La Corde: sidérolitique éocène et paléokarst aptien

Près de la Corde (578.075/125.300), l'excursion s'arrête pour examiner la *paléodoline éocène* signalée par LUGEON (1919). Profonde d'une vingtaine de mètres, cette grande poche s'ouvre dans l'Urgonien supérieur et descend jusqu'à la Couche à orbitolines. Son remplissage d'Eocène continental (sidérolitique) consiste en un conglomérat grossier à éléments d'Urgonien dans une matrice gréseuse. Au fond de la doline, on observe par places un ciment de grands prismes de calcite entre les galets et, dans le grès, de la glauconie (probablement remaniée du «Gault») et des pisolites noires. Autour de la doline, le grès remplit un réseau irrégulier de filonnets; rares traces de *Microcodium*. 50 m à l'est, une petite poche conglomératique dans l'Urgonien est envahie de *Microcodium*.

La doline est scellée par le Priabonien marin. Celui-ci commence par un niveau détritique (grès et conglomérats) de 1 ou 2 m, à coraux et nummulites, surmonté par 5 m de marnes et grès bruns ou noirs, un peu charbonneux, riches en mollusques: c'est la Couche à *Natica*, déposée dans les lagunes plus ou moins saumâtres d'un littoral marécageux (RENEVIER 1854 et 1890, BADOUX 1973, fig. 3). C'est un gîte fossilifère classique; la faune récoltée par RENEVIER et révisée par BOUSSAC (1912) comprend une trentaine d'espèces de gastéropodes et lamellibranches. La lagune marécageuse est donc précédée ici par une première incursion marine; en fait nous avons observé à plusieurs endroits, dans la nappe de Morcles, l'intrusion de nummulites dans la faune saumâtre à gastéropodes. Ces fluctuations de la ligne de rivage et de la salinité de l'eau s'accordent bien au paysage d'une pénégaine progressivement ennoyée, où la subsidence régionale était en compétition locale avec des tendances régressives probablement liées au comblement des chenaux. Ces premiers dépôts s'épaississent dans les dépressions du paléorelief, ce qui est précisément le cas à l'endroit de la doline de la Corde. Au-dessus viennent le Grès nummulitique puis le Calcaire nummulitique, très fossilifères, qui marquent l'installation de la mer franche et l'éloignement progressif du rivage.

A environ 100 m de chaque côté de la doline apparaît le «Gault», biseauté sous la surface de pénégation éocène (quelques minces lambeaux subsistent jusqu'aux abords de la doline). Le grès glauconieux du «Gault» s'infiltré dans l'Urgonien jusqu'à une profondeur d'une dizaine de mètres, selon des filons plans ou irréguliers, qui aboutissent parfois à des poches et conduits dont la morphologie démontre une origine par corrosion du calcaire. Quelques beaux affleurements au nord de la Corde convainquent les excursionnistes les plus sceptiques que le grès glauconieux remplis-



sant ces filons provient bien du «Gault»: c'est le *paléokarst aptien*. Mais près de la doline éocène, là où le «Gault» s'amincit et disparaît, il devient parfois difficile de distinguer entre les filons sidérolitiques et ceux du paléokarst aptien.

### 2b) Col des Essets: conglomérat à *Microcodium*

L'excursion se poursuit par le col des Essets et s'arrête 400 m à l'est du col (579.350/125.150) pour examiner la base du Tertiaire. Sur le «Gault», épais de 12 m et dont le contact avec l'Urgonien montre toujours un beau développement du paléokarst aptien, reposent localement quelques mètres d'un conglomérat à galets de calcaire de Seewen. Ce conglomérat est envahi de *Microcodium* qui corrode les galets. Il est surmonté par le Grès nummulitique (Priabonien), dont la base est un peu conglomératique.

Un affleurement analogue, plus beau mais que nous n'avons malheureusement pas le temps de visiter, s'observe un peu plus haut à l'Ecuelle (579.250/124.420). Là aussi un conglomérat à galets de calcaire de Seewen, envahi de *Microcodium*, forme la base locale du Tertiaire, entre le «Gault» et le Grès nummulitique. Ce conglomérat à *Microcodium*, préservé dans des petites dépressions de la pénéplaine éocène, est certainement un faciès continental (sidérolitique s.l.). La glauconie qu'il contient à sa base est très probablement remaniée du «Gault».

## 3. Tectonique de l'Helvétique dans la vallée de la Lizerne

Par H. MASSON

Nos recherches, depuis plusieurs années, nous ont conduit à modifier substantiellement les idées courantes sur la tectonique de l'Helvétique. Un travail détaillé est en préparation, mais l'excursion de la SGS et son compte-rendu nous donnent l'occasion de résumer une partie des nouveaux résultats.

### 3a) Pas de Cheville: panorama des nappes helvétiques. Plis superposés

L'excursion poursuit sa route vers le Pas de Cheville où l'on pique-nique. De là on observe un des plus beaux panoramas des nappes helvétiques (BADOUX 1972, pl. VI), qui montre de bas en haut:

- La *nappe de Morcles*: anticlinal de la Tête Pegnat, synclinal de Derbon, et au fond l'anticlinal du Mont à Cavouère. Seuls affleurent ici le Crétacé et le Tertiaire.
- L'*Ultrahelvétique* du cirque de Derborence. C'est une zone très complexe, qu'on examine de plus près en descendant du Pas de Cheville vers Derborence.

L'insertion de l'Ultrahelvétique à l'intérieur de la pile des nappes helvétiques a été expliquée par LUGEON en 1902: l'Ultrahelvétique s'est mis en place sur le domaine des nappes helvétiques avant leur départ; ultérieurement il a été entraîné et plissé passivement avec chacune d'elles. On a ainsi un Ultrahelvétique lié à Morcles, un Ultrahelvétique lié aux Diablerets, etc. (BADOUX 1963, MERCANTON



(1963). Dans la région d'Anzeinde et Derborence, on voit l'Ultrahelvétique supra-Morcles, chevauché par la nappe des Diablerets. Historiquement, la découverte de LUGEON est le premier exemple d'une chronologie des translations de nappes déduite de leurs relations géométriques.

La structure interne très complexe de l'Ultrahelvétique s'explique dans ses grandes lignes par le mécanisme de la diverticulation (LUGEON 1943, BADOUX 1963 et 1967, MASSON 1976*b*, p. 564-567): clivage de la série stratigraphique, selon les horizons ductiles, en lames et écailles qui glissent et s'empilent en position normale dans l'ordre inverse de leur superposition originelle. Ce glissement gravitatif est daté de l'Oligocène inférieur. La «nappe» ultrahelvétique la plus basse est celle de la *Plaine Morte*: lames et blocs variés, principalement crétacés supérieurs et tertiaires, dans un wildflysch considéré actuellement comme un olistostrome terminant la sédimentation dans le bassin helvétique. Puis vient la *nappe d'Anzeinde*: grandes écailles de Malm et Crétacé inférieur, qui forment les parois sous le Pas de Cheville (GABUS 1958, fig. 21 et pl. III). Les directions axiales de certains plis dans le Malm sont aberrantes, ce que nous envisageons d'expliquer par un plissement antérieur à la diverticulation.

Au-dessus les choses se compliquent (Vozé/Derborence) et échappent en partie au schéma ordinaire de la diverticulation, puisqu'on y trouve non seulement les paquets de gypse (érodé en pyramides) et de cornieule qu'on attend logiquement, mais encore de grandes lames de Grès du val d'Illiez (flysch helvétique) (MASSON 1976*a*). Il est possible que cette zone de Vozé ne soit pas liée à la nappe de Morcles mais à celle d'Ardon, et ait été entraînée sur l'Ultrahelvétique supra-Morcles par la nappe des Diablerets. Ainsi s'expliquerait une partie des complications observées. D'autre part la cornieule des environs de Derborence (Vozé et la Lui) contient des éléments post-triasiques allant jusqu'au Grès de Taveyane: nous l'interprétons, dans le cadre de la théorie moderne de l'origine de la cornieule par bréchification hydraulique, au moyen d'un chevauchement de l'Ultrahelvétique (sur semelle de cornieule) sur le flysch helvétique avant la diverticulation.

— La *nappe des Diablerets*, formée d'une série normale allant du Dogger à l'Eocène supérieur. La régularité de son plan de chevauchement, non affecté par les plis de la nappe de Morcles, a permis à LUGEON (1940) et BADOUX (1972) d'affirmer que sa mise en place sur Morcles est postérieure au plissement de cette dernière. Ce point soulève quelques discussions parmi les participants, car il ne se conforme pas au schéma habituel dans d'autres chaînes de montagnes où les nappes inférieures sont les plus jeunes. A notre avis, il est probable que l'évolution tectonique des domaines Morcles et helvétique s.str. (Diablets + Wildhorn) a été en grande partie indépendante mais plus ou moins simultanée. Peut-être cette évolution a-t-elle commencé un peu plus tôt dans l'Helvétique s.str., qui était séparé du domaine Morcles par le massif du Mont-Blanc interne; mais elle y a duré plus longtemps, et lorsque l'Helvétique s.str. est enfin arrivé sur Morcles le plissement de cette nappe inférieure était achevé. Contrairement aux idées courantes qui situent ces événements au Miocène (phase dite «néoalpine»), nous pensons que la partie la plus importante de la tectonique helvétique s'est déroulée pendant l'Oligocène (MASSON, en prép.).

- Le flanc renversé de la *nappe du Wildhorn*, qui forme le Mont-Gond et la Fava. Ce flanc renversé se relie à la nappe des Diablerets par un *synclinal de raccord* (LUGEON 1916). Les deux nappes des Diablerets et du Wildhorn sont donc deux digitations d'une même grande nappe qu'on peut appeler la nappe helvétique s.str.

La cartographie détaillée et l'analyse structurale entreprises ces dernières années dans cette zone ont révélé des complications tectoniques insoupçonnées et lourdes de conséquences (HENRY 1978; GENOUD 1978; MASSON, en prép.). Un changement brutal de style tectonique se produit du nord vers le sud dans la région de la Fava: sur environ 2 km, on passe du style bien connu de la partie externe de la nappe, classiquement considéré comme typique de l'Helvétique, à un style très différent caractérisé par la superposition de deux ou plusieurs phases de plissement isoclinal. Ce nouveau style est typique pour la moitié interne de l'Helvétique au Valais, notamment dans ce qu'on appelle traditionnellement la «zone des racines»; il se rapproche du style de déformation observé dans la couverture du Gotthard et les nappes simplio-tessinoises, où réside à notre avis la vraie patrie de l'Helvétique s.str. (MASSON, en prép.). C'est dans la vallée de la Lizerne, du Mont-Gond au Sex Riond, que les grands plis superposés sont les plus spectaculaires:

1. Le synclinal de raccord définit une première *phase H1*, à laquelle appartiennent également les autres plis majeurs de la moitié externe de la nappe et certains plis  $P_1$  de la partie interne. Le synclinal, dont la charnière est simple dans le Tertiaire (Mié/Derborence, localité-type pour la phase *H1*), se divise dans le Crétacé en deux branches principales dont chacune est un pli isoclinal de plusieurs kilomètres d'amplitude.
2. *Phase H2*: un pli isoclinal  $P_1$  d'amplitude kilométrique replisse les deux branches du synclinal de raccord en donnant une figure d'interférence bien visible dans les pentes de Lodze. Dans les roches favorables, *H2* induit un nouveau clivage  $S_2$  qui devient la structure dominante;  $S_2$  transecte les flancs des plis  $P_2$ . Dans les roches moins ductiles, *H2* produit un renforcement sélectif de certains plans  $S_1$ .
3. *Phase H3*: dans la région considérée ici, elle ne se manifeste que par des petits plis  $P_3$  et un clivage de crénulation  $S_3$ . Des plis plus importants apparaissent plus au sud.

Du Pas de Cheville l'excursion descend à Derborence, où on s'offre un rafraîchissement bienvenu avant de monter dans le bus qui nous attend. On regarde au passage le grand écroulement qui, en deux fois (1714 et 1749), recouvrit le pâturage de Derborence de 50 millions de m<sup>3</sup> de rochers tombés de la paroi des Diablerets.

### 3b) Chapelle St-Bernard: nappes d'Ardon et des Diablerets. Clivages surimposés $S_3/S_2/S_1$

La route de Derborence coupe les plis internes de la nappe de Morcles: anticlinal complexe du Mont à Cavouère et anticlinal de Tsanperron, qu'un arrêt dans le tunnel permet de mieux voir.

Un dernier arrêt à la Chapelle St-Bernard (586.150/119.975) montre une coupe intéressante. On observe de bas en haut:

- Sur la pente opposée (massif du Haut de Cry) et au fond de la vallée, la nappe de Morcles avec son fort plongement axial vers le nord-est.
- Sous la route, une zone de Crétacé inférieur très déformé, dont la structure interne est complexe (grands plis isoclinaux). Elle fut considérée jusqu'ici comme l'anticlinal le plus interne de la nappe de Morcles. En fait, nos recherches ne révèlent aucune connection entre cette zone et la nappe de Morcles, et nous sommes conduits à l'en séparer sous le nom de *nappe d'Ardon* (MASSON, en prép.). Nous l'interprétons comme une couverture décollée du massif du Mont-Blanc interne. Un équivalent probable vers l'est est la nappe du Gellihorn.
- La nappe des Diablerets, chevauchant par son Dogger surmonté de Malm réduit à moins de 10 m (soit moins du  $\frac{1}{20}$  de son épaisseur initiale).
- Une bande de «Valanginien schisteux» de 2 m d'épaisseur (dont on observe la fermeture synclinale très pincée 150 m au sud de la chapelle), surmontée d'une 2<sup>e</sup> barre de Malm de 15 m d'épaisseur.
- Enfin une 2<sup>e</sup> bande de «Valanginien schisteux», puis une 3<sup>e</sup> barre de Malm qui forme la crête.

Les deux barres supérieures de Malm sont ce que LUGEON (1916) avait appelé les anticlinaux de Fadvayerez. Ce sont effectivement des anticlinaux isoclinaux d'amplitude kilométrique. On peut les considérer comme des plis internes de la nappe des Diablerets. Le Crétacé du synclinal de raccord passe de l'autre côté de la crête près d'Aven, et nous l'avons retrouvé jusque dans la plaine du Rhône à Magnot. Contrairement à l'opinion de LUGEON, on ne voit donc pas la jonction du Malm des Diablerets à celui du Wildhorn, cette fermeture est cachée en profondeur sous la plaine du Rhône.

On observe dans la roche la surimposition des trois clivages correspondant aux trois phases *H1* à *H3* définies ci-dessus (particulièrement visibles dans le Valanginien schisteux). La structure dominante est déterminée par les microlithons  $S_2$  dans lesquels on note le replissement du clivage fin  $S_1$ . Il s'y superpose un clivage de crénulation  $S_3$ , subvertical et plus grossier, irrégulièrement développé. Cette surimposition des trois clivages est typique pour toute la «zone des racines».

De là le bus mène l'excursion directement à St-Luc dans le val d'Anniviers, d'où on gagne l'Hôtel «Weisshorn» (2337 m) à la nuit tombante.

Mercredi, 3 octobre 1979

### **Pennique: couverture de la nappe du Grand St-Bernard dans le val d'Anniviers (lac du Tôino – Roc de Boudri)**

Par M. MARTHALER et A. ESCHER

Cette journée consacrée au Pennique permet de faire une coupe stratigraphique détaillée de la couverture de la nappe du Grand St-Bernard. Elle nous donne un premier aperçu sur la tectonique complexe de cette région.

De l'Hôtel «Weisshorn» qui domine St-Luc, nous partons en direction du col de Vijivi, sis sur la crête qui sépare le val d'Anniviers du val Tourtemagne, entre le Roc de Boudri et la Pointe de Tourtemagne.

Le paysage nous montre au premier plan une combe occupée par un grand glacier rocheux qui s'alimente dans les éboulis de quartzites attribuées au Trias inférieur et qui forment la Pointe de Nava. En schématisant beaucoup (fig. 2): sous

ces quartzites viennent le «Verrucano» puis le socle qui forment toute la région de la montagne de Roua dominant St-Luc. Au loin, en direction du sud-est, le Roc de Boudri, vers lequel nous allons nous diriger, est taillé dans les séries de couverture dont les deux premières sont décrites ci-après.

### 1. Série Briançonnaise réduite analogue à celle du Barrhorn

Cette petite coupe (fig. 3) d'une trentaine de mètres se situe 200 m à l'ouest du lac du Toûno, sa base est cotée 2600 m. On a ici toute la série Briançonnaise réduite, du Trias au Crétacé supérieur (- Eocène?).

Elle débute par une dolomie orange assez massive dont le contact inférieur avec les quartzites blancs n'est pas visible. Il n'est cependant pas prouvé qu'un plan de chevauchement important passe par là, la limite entre «socle» (au sens large, y compris le «Verrucano») et couverture dans le Pennique étant un problème encore non résolu et sur lequel il faudra revenir. Dans ces dolomies, qui sont plus compétentes que les marbres sus-jacents, on peut découvrir quelques débris peu déformés

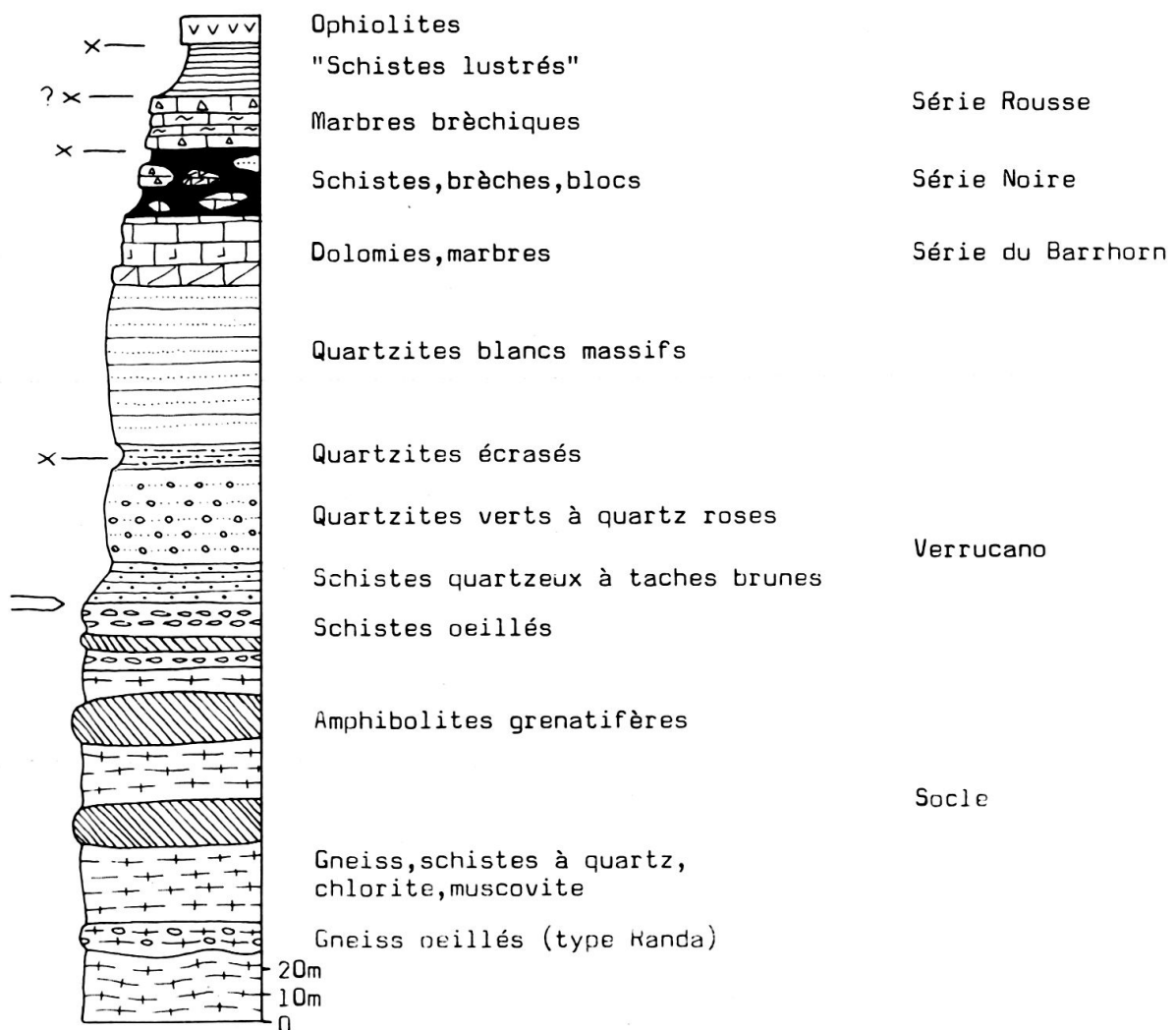


Fig. 2. Coupe lithostratigraphique simplifiée de la nappe du St-Bernard au val d'Anniviers.

et bien reconnaissables de dasycladales et de crinoïdes. Au-dessus vient un marbre gris-bleu, étiré, intercalé de niveaux boudinés de dolomies blanches. Certaines sont chloriteuses témoignant d'anciennes dolomies argileuses. Ces marbres sont souvent finement lités, bicolores gris-bleu sombre et gris-jaune, peut-être des calcaires vermiculés. On peut y observer quelques traces d'algues verticillées. Ils contiennent aussi de petites granules ou oolithes dolomitiques. D'après A. Baud (comm. orale) nous avons là un équivalent des calcaires à granules dolomitiques d'âge Anisien dans les Préalpes.

En continuité stratigraphique apparente vient un marbre gris-clair, bien lité, très fétide à la cassure. Bien qu'il n'y ait ici aucune trace fossile, c'est un faciès typique déjà décrit par ELLENBERGER (1952) au Barrhorn, distant de 5 km de cette coupe. Ces marbres fétides datent probablement du Malm. L'épaisseur ici très mince (2 m) n'est pas uniquement due à un étirement tectonique.

A nouveau, en continuité apparente, mais surmontant parfois une croûte ferrugineuse discontinue, vient un marbre jaune phylliteux (anciens «marbres feuilletés» d'Argand). Ce faciès est l'équivalent métamorphique des Couches Rouges briançonnaises (Crétacé sup. - Eocène). Ce niveau est très mince (50 cm à 1 m). Vers le haut apparaissent assez subitement quelques gravillons et galets étirés de quartz et de dolomie. En même temps dans la matrice calcaire viennent s'intercaler des schistes noirs pauvres en carbonates.

## 2. Série Noire à blocs géants: *Wildflysch?*

Entre les cotes 2680 et 2820, au sud-est du lac du Toûno, affleure une formation qui au premier abord semble complètement chaotique. Il s'agit d'un mélange de schistes noirs et de marbres phylliteux contenant des blocs de divers faciès et de toutes dimensions (de 1 m à 100 m de diamètre). Ils sont souvent imbriqués les uns dans les autres, le tout étant fortement replissé.

Il est encore trop tôt pour en donner une description détaillée, mais en voici les traits essentiels (fig. 3).

La matrice est principalement faite d'un schiste phylliteux noir, pauvre en carbonates, finement gréseux, pyriteux. On y voit s'y mélanger des marbres phylliteux souvent bréchiques et des schistes verts quartzo-chloriteux qui pourraient être un «Verrucano» reconstitué. Ces observations sont à comparer à celles faites par LEMOINE (1967) dans la zone d'Acceglio.

Les blocs montrent des faciès allant du «Verrucano» aux marbres jaunes phylliteux. On y trouve: des quartzites chloriteux conglomératiques (faciès «Verrucano»); des quartzites blancs (Trias inférieur); des marbres siliceux, des dolomies, des marbres gris-bleu (Trias moyen-supérieur); des marbres fétides (Jurassique moyen-supérieur); des marbres phylliteux (Crétacé supérieur - Eocène).

Signalons ici que nous venons de découvrir des foraminifères planctiques indubitables, mais pas encore déterminables avec précision, dans un bloc de marbre phylliteux inclus dans la même formation sur le versant ouest du val de Tourtemagne, à quelques 300 m de notre coupe.

Vers le haut apparaissent de gros blocs de marbres gréseux et microbréchiques. Ils appartiennent à la série sus-jacente appelée provisoirement «Série Rousse» et ressemblent beaucoup à un Lias de type prépiémontais.

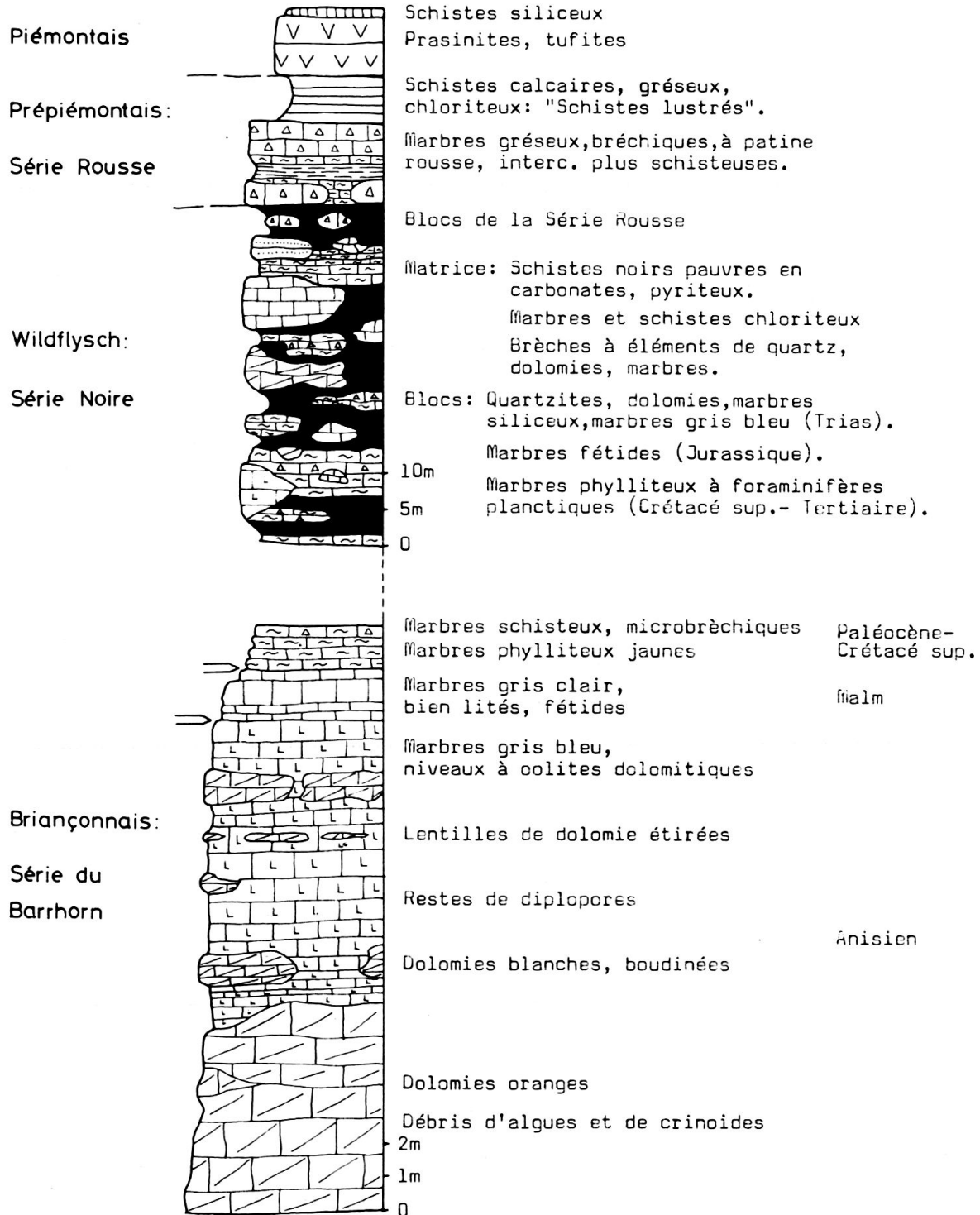


Fig. 3. Coupe dans les séries de couverture, levée dans la région du lac du Toïno.



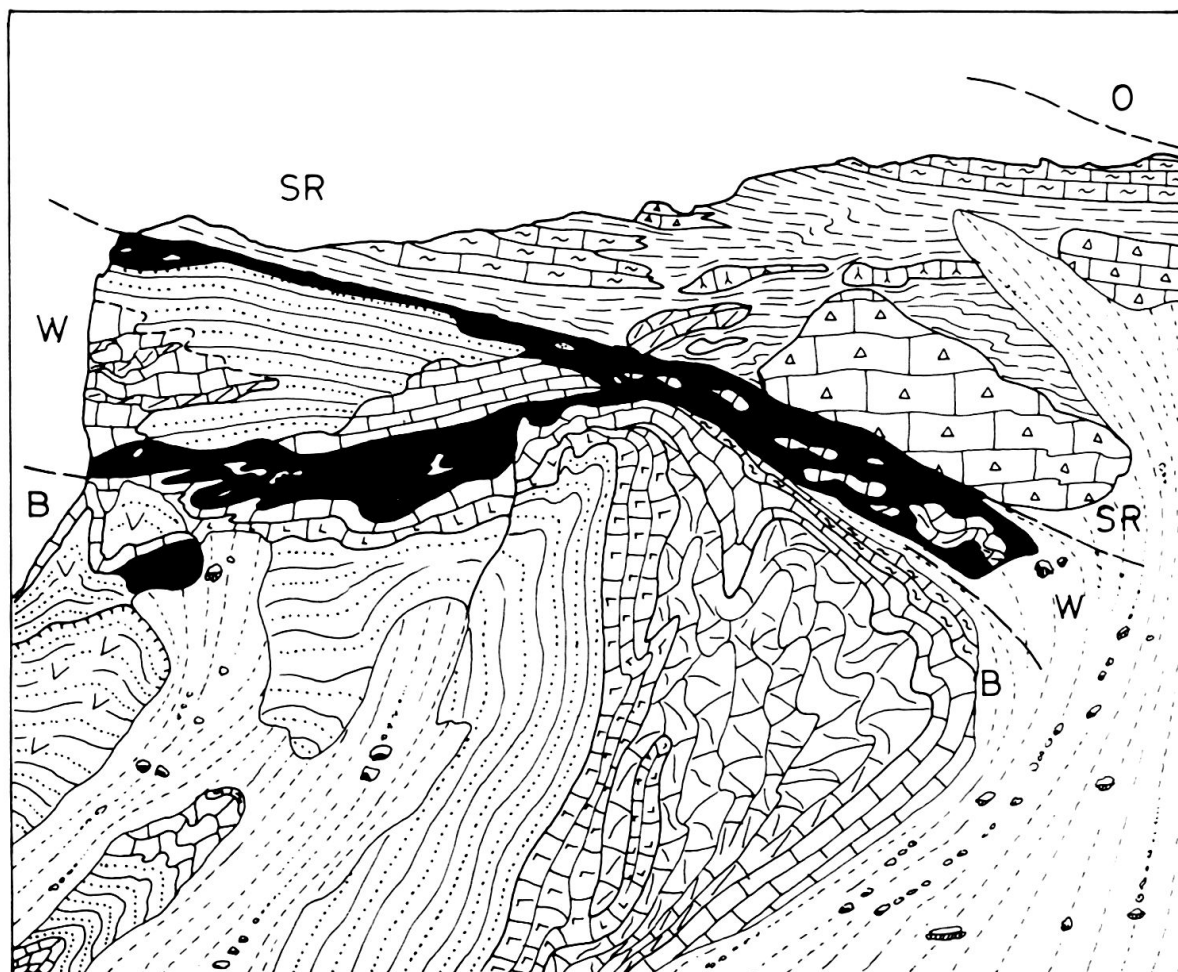


Fig. 4. Vue du Roc de Boudri en direction du nord-est.

*B* = Série du Barrhorn (Briançonnais). *W* = Wildflysch à blocs géants. *SR* = Série Rouse (Prépiémontais). *O* = Ophiolites.

En conclusion, nous proposons l'appellation de wildflysch pour la formation chaotique que nous venons de décrire. Elle serait le sommet stratigraphique de la série briançonnaise décrite ci-dessus et pourrait dater de l'Eocène supérieur. Il nous semble aussi fructueux de faire des comparaisons avec des séries analogues mais non métamorphiques dans les Préalpes. Nous nous référons en particulier aux travaux de BADOUX (1962, 1967), CARON (1966) et WEIDMANN et al. (1976).

### 3. Structures

Une analyse structurale détaillée n'a pas encore été effectuée dans la région du Boudri. Cependant, il est déjà clair que la majorité des plis facilement visibles affectant des séries normales (fig. 4) ont une vergence sud-est et indiquent donc un transport de matériel du nord-ouest vers le sud-est. Cette importante phase de rétrocharriage est postérieure à plusieurs phases de procharriage dont les structures sont plus difficiles à reconnaître sur le terrain.

## BIBLIOGRAPHIE

- BADOUX, H. (1962): *Géologie des Préalpes valaisannes*. – Matér. Carte géol. Suisse [n.s.] 113.
- (1963): *Les unités ultrahelvétiques de la Zone des Cols*. – *Eclogae geol. Helv.* 56/1, 1–13.
- (1967): *De quelques phénomènes sédimentaires et gravifiques liés aux orogènes*. – *Eclogae geol. Helv.* 60/2, 399–406.
- (1972): *Tectonique de la nappe de Morcles entre Rhône et Lizerne*. – Matér. Carte géol. Suisse [n.s.] 143.
- (1973): *Anzeinde et ses environs, aperçu géologique*. – *Mém. Soc. vaud. Sci. nat.* 15/3, 125–138.
- BAUD, A., (1972): *Observations et hypothèses sur la géologie de la partie radicale des Préalpes médianes*. – *Eclogae geol. Helv.* 65/1, 43–55.
- (1976): *Les terriers de Crustacés décapodes et l'origine de certains faciès du Trias carbonaté*. – *Eclogae geol. Helv.* 69/2, 415–424.
- BAUD, A., & MASSON, H. (1975): *Preuves d'une tectonique liasique de distension dans le domaine briançonnais: failles conjuguées et paléokarst à Saint-Triphon (Préalpes Médianes, Suisse)*. – *Eclogae geol. Helv.* 68/1, 131–145.
- (1976): *Déformation ductile et bréchification le long du plan de chevauchement de l'écaille de la Gummfluh (Préalpes médianes rigides, Suisse)*. – *Eclogae geol. Helv.* 69/2, 471–472.
- (en prép.): *Paléokarsts jurassiques du domaine briançonnais des Préalpes: exemple de la Gummfluh*.
- BAUD, A., MASSON, H., & MEGARD-GALLI, J. (en prép.): *Paléokarsts jurassiques en Briançonnais (Alpes françaises)*.
- BAUD, A., MASSON, H., & SEPTFONTAINE, M. (1979): *Karsts et paléotectonique jurassique du domaine briançonnais des Préalpes*. – *Symp. Sédimentol. jurassique W-européenne (Paris 1977), Assoc. Sédimentol. France Publ. spéc. 1*.
- BAUD, A., & MEGARD-GALLI, J. (1975): *Evolution d'un bassin carbonaté du domaine alpin durant la phase pré-océanique: cycles et séquences dans le Trias de la zone briançonnaise des Alpes occidentales et des Préalpes*. – 9<sup>e</sup> Congr. int. Sédimentol. (Nice) 5, 45–53.
- BAUD, A., & SEPTFONTAINE, M. (1980): *Présentation d'un profil palinspastique de la nappe des Préalpes médianes en Suisse occidentale*. *Eclogae geol. Helv.*
- BOUSSAC, J. (1912): *Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin*. – *Mém. Carte géol. France*.
- CARON, C. (1966): *Sédimentation et tectonique dans les Préalpes: «flysch à lentilles» et autres complexes chaotiques*. – *Eclogae geol. Helv.* 59/2, 950–957.
- ELLENBERGER, F. (1952): *Sur l'extension des faciès briançonnais en Suisse, dans les Préalpes médianes et les Pennides*. – *Eclogae geol. Helv.* 45, 285–286.
- GABUS, J. (1958): *L'Ultrahelvétique entre Derborence et Bex*. – Matér. Carte géol. Suisse [n.s.] 106.
- GENGE, E. (1958): *Ein Beitrag zur Stratigraphie der südlichen Klippendecke im Gebiet Spillgerten-Seehorn (Berner Oberland)*. – *Eclogae geol. Helv.* 51/1, 151–211.
- GENOUD, M. (1978): *Le Mont Gond*. – Dipl. Géol. inédit Univ. Lausanne.
- HENRY, P.-O. (1978): *Etude géologique de la région Mont Gond-La Fava*. – Dipl. Géol. inédit Univ. Lausanne.
- LEMOINE, M. (1967): *Brèches sédimentaires marines à la frontière entre les domaines briançonnais et piémontais dans les Alpes occidentales*. – *Geol. Rdsch.* 56, 320–335.
- LOMBARD, A. (1975): *Notice explicative de la feuille Les Mosses (Atlas géol. Suisse 1:25000)*. – *Comm. géol. Suisse*.
- LOMBARD, A., et al. (1974): *Feuille Les Mosses (Atlas géol. Suisse 1:25000)* – *Comm. géol. Suisse*.
- LONFAT, F. (1965): *Géologie de la partie centrale des Rochers de Château-d'Œx: Rübli-Gummfluh*. – Matér. Carte géol. Suisse [n.s.] 120.
- LUGEON, M. (1902): *Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse*. – *Bull. Soc. géol. France* 4/1, 723–825.
- (1916): *Les Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander*. – Matér. Carte géol. Suisse [n.s.] 30/2.
- (1919): *Sur le Sidérolithique de la Cordaz (Alpes vaudoises)*. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 52, 109–110.
- (1940): *Feuille Diablerets et notice explicative (Atlas géol. Suisse 1:25000)* – *Comm. géol. Suisse*.
- (1943): *Une nouvelle hypothèse tectonique: la diverticulation*. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 62, 301–303.
- LUGEON, M., & GAGNEBIN, E. (1941): *Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes*. – *Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne* 72, et *Mém. Soc. vaud. Sci. nat.* 7/1.

- MASSON, H. (1972): *Sur l'origine de la cornieule par fracturation hydraulique*. – *Eclogae geol. Helv.* 65/1, 27–41.
- (1976a): *Sur le wildflysch et l'Ultrahelvétique liés à la nappe de Morcles*. – *Eclogae geol. Helv.* 69/2, 279.
- (1976b): *Un siècle de géologie des Préalpes: de la découverte des nappes à la recherche de leur dynamique*. – *Eclogae geol. Helv.* 69/2, 527–575.
- (en prép.): *Les paléokarsts aptien et éocène de la nappe de Morcles*.
- MC CONNELL, R.B. (1951): *La nappe du Niesen et ses abords entre les Ormonts et la Sarine*. – *Matér. Carte géol. Suisse* [n.s.] 95.
- MEGARD-GALLI, J. & BAUD, A. (1977): *Le Trias moyen et supérieur des Alpes nord-occidentales et occidentales: données nouvelles et corrélations stratigraphiques*. – *Bull. BRGM (2)* 4/3, 233–250.
- MERCANTON, C.H. (1963): *La bordure ultra-helvétique du massif des Diablerets*. – *Matér. Carte géol. Suisse* [n.s.] 116.
- RENEVIER, E. (1854): *Seconde note sur la géologie des Alpes vaudoises*. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 4, 204–218.
- (1890): *Monographie géologique des Hautes-Alpes vaudoises*. – *Matér. Carte géol. Suisse* 16.
- SCHARDT, H. (1884): *Etudes géologiques sur le Pays d'Enhaut vaudois*. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 20, 1–183.
- (1893): *Sur l'origine des Préalpes romandes*. – *Arch. Sci. phys. nat.* (3) 30, 570–583.
- (1898): *Les régions exotiques du versant N des Alpes suisses*. – *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.* 34, 114–219.
- WEIDMANN, M., HOMEWOOD, P., CARON, C., & BAUD, A. (1976): *Réhabilitation de la «Zone Submédiame» des Préalpes*. – *Eclogae géol. Helv.* 69/2, 265–277.