

Zeitschrift:	Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber:	Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band:	69 (1976)
Heft:	2
Artikel:	Un siècle de géologie des Préalpes : de la découverte des nappes à la recherche de leur dynamique
Autor:	Masson, Henri
Kapitel:	IV: 1902-1940 : l'application de la théorie des nappes et le problème des racines
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-164526

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: 13.01.2026

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

imagination; erreurs qui alimentèrent l'inévitable réaction des anti-nappistes, dont quelques chapelles subsistèrent ça et là jusqu'à nos jours. Mais ces aléas sont presque du ressort de l'anecdote. Grâce aux efforts des pionniers dont nous avons résumé l'œuvre, une manière totalement nouvelle de concevoir la structure et l'histoire des chaînes de montagnes s'était imposée dans les Sciences de la Terre.

IV. 1902–1940: l'application de la théorie des nappes et le problème des racines

A. Introduction

Pendant que le concept de nappe triomphait dans la plupart des chaînes de montagnes du globe, la géologie des Préalpes entra dans une phase relativement plus calme d'application de la nouvelle théorie. Il s'agissait désormais d'exploiter et de perfectionner un modèle dont le principe n'était plus contesté. Et c'est sans grand bouleversement théorique que s'accumula, pendant 40 ans, une nouvelle masse de données dont nous ne pouvons citer ici que les plus marquantes. Nous insisterons sur la tectonique, mais il ne faut pas oublier que les Préalpes furent aussi le lieu de belles recherches stratigraphiques, parmi lesquelles les plus remarquables sont certainement celles de JEANNET (1912–18) et de PETERHANS (1926).

La première tâche était de compter les nappes, reconnaître leurs limites, et s'assurer de leur ordre de superposition. Mais le problème crucial, pierre de touche de la nouvelle théorie, consistait à découvrir les *racines ou patries* de ces nappes. Il est évident que ce problème ne pouvait pas être résolu à l'intérieur des seules Préalpes, et il mobilisa bien des énergies des Alpes françaises aux Grisons. Inutile d'en souligner les grandes difficultés, déjà relevées par SCHARDT (cf. III. A. 4). Nous ne serons donc pas surpris d'apprendre qu'il ne fut, dans la plupart des cas, pas résolu à la satisfaction générale pendant la période considérée; et pour ne pas en laisser la discussion inachevée, nous anticiperons dans ce chapitre sur la période contemporaine et nous exposerons brièvement les solutions préconisées par les travaux récents.

On peut comparer la recherche des racines d'un ensemble de nappes à la résolution d'un vaste système d'équations. Ce système comporte de très nombreuses inconnues, mais heureusement aussi de très nombreuses relations, les unes de nature géométrique, les autres stratigraphiques, pétrographiques, etc. Or on ne connaît pas de méthode toute faite pour extraire la solution du système extrêmement complexe des équations alpines, et c'est d'ailleurs bien là que réside l'intérêt de cette affaire. Le géologue doit donc procéder par un «tâtonnement synthétique» qui consiste à la fois à éliminer les solutions menant à des contradictions et à rechercher des combinaisons inédites, sans jamais perdre de vue l'ensemble du problème. Cette démarche, typique pour la recherche en rétrodiction dans les très grands systèmes, confère à l'histoire de la géologie alpine un intérêt méthodologique dont la portée scientifique dépasse largement les problèmes de nos montagnes. «*Là où font défaut le souvenir, ou l'intuition qui livre la clé des traces (ces «fossiles») d'un état passé du monde, la rétrodiction devient un art de haute conjecture, impliquant toute la difficulté des «problèmes de probabilité des causes», et requérant toute l'imagination créatrice des constructeurs de théories*» (COSTA DE BEAUREGARD 1963).

B. Les nouvelles nappes

Aux trois nappes de SCHARDT ne tardèrent pas à s'ajouter plusieurs autres, à commencer par celle du *Niesen*, qui comprend la plus grande partie du flysch des Préalpes internes. L'individualité de ce flysch très conglomératique avait été reconnue depuis longtemps (STUDER 1834); mais SCHARDT, bien qu'il ait dessiné dans ses coupes de 1898 un plan de chevauchement à sa base (fig. 2), ne l'avait pas distingué au niveau d'une nappe indépendante. Cela fut proposé par LUGEON en 1902 (*a*), et confirmé par les travaux ultérieurs.

Quoique des fossiles crétacés y aient été trouvés dès le 19^e siècle, ce flysch fut longtemps attribué au Tertiaire par suite de confusions avec d'autres flysch préalpins. Finalement, l'âge crétacé supérieur de la plus grande partie du flysch du *Niesen* fut définitivement admis lorsque LUGEON (1938) mit un peu d'ordre dans ces problèmes en montrant qu'il fallait en séparer tectoniquement le flysch du *Meilleret*, de lithologie voisine mais d'âge éocène.⁷⁾ Ce dernier constitue une petite nappe indépendante située sous celle du *Niesen*, et rangée habituellement par commodité dans l'Ultrahelvétique. McCONNEL & DE RAAF (1929) montrèrent que le flysch du *Niesen* transgresse sur une série triaso-jurassique (-crétacée inf.?) réduite, qu'ANDRAU (1929) avait appelée zone de Murgaz.

En 1914, LUGEON découvrit à la base de cette nappe un petit lambeau de socle gneissique d'affinité pennique. Cette trouvaille joua un rôle important dans les discussions sur la provenance des nappes préalpines, car elle établissait l'origine pennique d'au moins l'une d'elles, à une époque où beaucoup de géologues étaient tentés d'enraciner presque toutes les Préalpes dans l'Astroalpin. LUGEON crut même pouvoir préciser que le *Niesen* provenait d'une digitation élevée de la nappe du Grand St-Bernard, ce qui témoigne d'une confiance vraiment excessive dans la valeur de corrélations lointaines fondées sur des lambeaux de socle. En fait, sur la base de ses analogies stratigraphiques et du contenu de ses conglomérats, on enracine aujourd'hui la nappe du *Niesen* dans la zone frontale du Pennique inférieur (HAUG 1925, TRÜMPY 1955, HOMEWOOD 1974).

Toujours dans les Préalpes internes, la *zone submédiaine* fut définie par McCONNEL & DE RAAF (1929) entre les nappes du *Niesen* et des Préalpes médianes. A l'époque elle eut peu de succès. Pourtant la conception de ces auteurs semble essentiellement correcte, et les travaux récents (WEIDMANN et al. 1976) confirment l'indépendance de cette zone de structure compliquée, dont les faciès variés représentent de précieux jalons entre les bassins sédimentaires des deux nappes qui l'encadrent.

Mais la découverte la plus importante de cette période fut celle d'une nappe jusqu'alors totalement insoupçonnée⁸⁾ au sommet de l'édifice préalpin. C'est en

⁷⁾ La possibilité que le flysch du *Niesen* monte jusque dans le Tertiaire reste encore discutée à l'heure actuelle.

⁸⁾ Si l'on excepte une suggestion de KILIAN (1894), qui, acceptant partiellement la théorie de SCHARDT (pour la nappe de la Brèche seulement), émit l'idée que les roches vertes des Gets pourraient être des «lambeaux noyés dans le flysch» d'un «deuxième plan anticinal couché» sur celui de la Brèche, et qui proviendrait de «la zone du Mont-Blanc». Bien qu'on soit encore fort loin de la remarquable conception de STEINMANN, on peut voir dans cette idée de KILIAN le premier germe de la notion d'une nappe supérieure.

1905 que STEINMANN, qui venait de se convertir aux théories de SCHARDT et LUGEON, proposa de corréler les blocs de radiolarites, calcaires clairs à Aptychus, et ophiolites emballés dans le flysch environnant la Brèche, avec la «nappe rhétique» des Grisons, qu'il plaçait au-dessus des autres nappes préalpines. L'existence de cette nappe supérieure fut confirmée par deux élèves de LUGEON - JEANNET (1909 et 1912) et RABOWSKI (1909 et 1920) - qui en découvrirent des lambeaux importants protégés de l'érosion dans des synclinaux des Médianes et au front de la Brèche. Ces lambeaux comprenaient notamment un flysch marno-gréso-conglomératique (déjà distingué par STUDER 1834 sous le nom de groupe de la Mocausa), qui livra à JEANNET une riche faune datée du Cénomanien. L'existence de ce flysch crétacé superposé à celui, éocène, des Médianes, prouvait la réalité de la nappe entrevue par STEINMANN; RABOWSKI (1920) la baptisa *nappe de la Simme*.

Si sa superposition aux Préalpes médianes ne faisait aucun doute, en revanche ses relations structurales avec la nappe de la Brèche paraissaient moins évidentes, car elle enveloppe le front de cette dernière; aussi leurs positions respectives et même le principe de l'appartenance des ophiolites à une nappe distincte de la Brèche furent-ils vivement controversés jusqu'au début des années 60. Ce n'est que depuis les travaux de BADOUX (1963a), CARON (1965), et CARON & WEIDMANN (1967), qu'on peut considérer ces problèmes comme définitivement tranchés dans un sens conforme à l'opinion originelle de STEINMANN, et que la supériorité de la nappe de la Simme ne paraît plus soulever d'opposition. Les travaux récents montrèrent aussi que les importantes découvertes de STEINMANN, JEANNET et RABOWSKI n'étaient qu'un début, car les recherches micropaléontologiques obligèrent, jusqu'à ces dernières années, à séparer des nappes des Médianes et de la Brèche des portions toujours plus considérables des flysch qu'on leur attribuait autrefois; si bien qu'on reconnaît aujourd'hui, coiffant les Médianes et la Brèche, tout un complexe de *nappes supérieures* (*Sarine*, *Dranses*, *Simme* s.str. et *Gets*, cette dernière avec les ophiolites) dont CARON (1972) a présenté une synthèse récente.

Dans son travail de 1905, STEINMANN préconisait aussi d'interpréter les radiolarites et les calcaires à Aptychus de la «nappe rhétique» comme des sédiments de grande profondeur, et insistait sur leur relation étroite avec les ophiolites qui leur sont «symbiotiquement» associées. Par ailleurs, ARGAND (1909) et JEANNET (1912) soulignèrent la similitude frappante de ces roches des Préalpes avec des terrains du Canavese et de la région insubrienne (Alpes lombardes). D'une étude attentive des éléments du conglomérat de la Mocausa, JEANNET (1912) conclut qu'il est très semblable à un conglomérat d'âge aussi crétacé supérieur des Alpes lombardes:

«Il y a donc un matériel clastique commun à ces deux sédiments et ... les régions d'alimentation de ces poudingues n'étaient pas très éloignées ou se trouvaient dans des territoires recouverts de terrains en partie identiques.»

Ainsi prenaient corps tout à la fois l'idée d'une origine très méridionale de la nappe de la Simme (dans la cicatrice du Canavese selon ARGAND), donc d'une translation de grande amplitude (100 à 130 km depuis la position actuelle du Canavese), et celle d'une connexion de la patrie de cette nappe avec un important bassin océanique. Une fois encore, ces idées furent vivement combattues, avant d'être réhabilitées par des travaux récents qui en montrent les conséquences très importantes pour les relations des Alpes avec les autres chaînes de la Méditerranée

(ELTER et al. 1966, BADOUX 1969, TRÜMPY 1976). On peut gager que le dernier mot n'est pas encore dit sur cette grande affaire.

C. Origine de l'*Ultrahelvétique*

Quant aux trois nappes qui étaient déjà connues avant 1902, la discussion de leur origine alla bon train, avec des fortunes diverses.

La provenance de l'*Ultrahelvétique* fit facilement l'unanimité. LUGEON (1901, 1902a) en trouva plusieurs reliques (Laufbodenhorn, Plaine Morte, etc.) égrenées sur le dos de l'Helvétique, jalonnant le raccord des Préalpes internes à leur patrie au bord S des racines helvétiques. Il montra aussi que les faciès du Crétacé helvétique évoluent latéralement en s'approfondissant du N, où ils contiennent des calcaires récifaux, vers le S, où ils deviennent identiques aux marnes bathyales du «Néocomien à céphalopodes» des Préalpes internes; ce qui entraînait la conviction que leurs bassins de sédimentation étaient originellement juxtaposés. Tous ces faits, que LUGEON développa en détail dans un mémoire classique (1914–18), confirmaient pleinement l'hypothèse de SCHARDT sur l'origine sudhelvétique de cette nappe inférieure des Préalpes; à l'heure des grandes controverses, ils furent un appui puissant à la théorie du charriage.

Si l'accord se fit promptement sur les grandes lignes, d'épineuses difficultés surgirent au niveau des détails. Il apparut rapidement que la structure de l'*Ultrahelvétique* est d'une extrême complexité; en fait, comme le notèrent plusieurs auteurs (et non des moindres) qui y mirent leur talent à l'épreuve, l'*Ultrahelvétique* est l'une des zones des Alpes où les complications tectoniques atteignent leur comble; et l'on ne peut qu'admirer les premiers chercheurs qui tentèrent d'y voir clair. LUGEON et ses élèves, notamment, consacrèrent une grande partie de leurs efforts à en débrouiller les structures, à y établir des subdivisions significatives (on distingue aujourd'hui dans l'*Ultrahelvétique* une demi-douzaine de nappes différentes), et à comprendre les mécanismes de leur mise-en-place. On trouvera un historique de ces recherches dans la note synthétique de BADOUX (1963b). L'accumulation patiente de descriptions locales détaillées aboutit enfin à un résultat fructueux lorsque BADOUX et LUGEON, dans les années 40, forgèrent le concept de *diverticulation* qui se révéla un outil efficace pour comprendre la structure infiniment complexe de cette zone; nous y reviendrons (V. C.).

D. Origine des Médianes et de la Brèche

1. Le problème

C'est autour de l'origine de la nappe des *Préalpes médianes* que s'engagèrent les plus vives controverses (cf. STAUB 1958). Cette ardeur s'explique non seulement par l'importance propre des Médianes, mais surtout parce que le choix d'une solution entraînait des conséquences capitales pour toute la géologie des Alpes. En quelque sorte, c'est sur ce problème que se cristallisa la discussion des implications à grande échelle de la théorie des nappes pour la synthèse des Alpes. Cette controverse comporte d'intéressants aspects méthodologiques que nous résumerons brièvement.

Le métamorphisme et la déformation qui affectent les Alpes pennines y rendirent longtemps incertaine l'identification d'une «racine» des Médianes sur la transversale des Préalpes. Aussi les géologues alpins cherchèrent-ils des corrélations de faciès avec des couvertures internes sur d'autres transversales mieux préservées; de là, on espérait revenir à la transversale Préalpes-Valais-Ivrée en suivant «cylindriquement» les reliques de couvertures mésozoïques pincées entre les épaisses nappes du socle pennique. Or, dans leurs recherches de corrélations, les géologues avaient le choix entre deux directions: vers le SW (Alpes françaises), ou vers l'E (Grisons); et, selon qu'ils choisissaient l'une ou l'autre, ils n'arrivaient pas au même résultat ...

Du côté du SW, la plupart des géologues français et quelques suisses insistaient sur les analogies de faciès des Préalpes médianes avec les zones du Briançonnais et de «l'Embrunais» (= Subbriançonnais s.str. + Brèches de Tarentaise + Aiguilles d'Arve + nappes de l'Ubaye-Embrunais de la nomenclature actuelle). KILIAN (1912) et surtout RENZ (1935) révélèrent l'affinité briançonnaise du Jurassique littoral et continental de la partie interne des Préalpes médianes (couches à *Mytilus*, cf. fig. 3) avec tant de détails qu'il semble que cette démonstration aurait dû exercer une influence décisive. Tel ne fut pourtant pas le cas, car à l'époque on croyait généralement suivre vers le NE l'ensemble de ces zones, définies de façon trop peu précise et au contenu trop hétérogène, dans le Val Ferret puis dans la vallée du Rhône sous le front du Grand St-Bernard (zone de Sion). Si bien que cette conception, qui partait d'une corrélation de faciès correcte entre le Briançonnais et une partie des Préalpes médianes⁹⁾, aboutissait au résultat de faire sortir celles-ci de la zone nordpennique de Sion-Ferret (p.ex. SCHMIDT 1907, GIGNOUX 1936, TERCIER 1945, qui voulaient y engrincer non seulement les Médianes mais toutes les Préalpes). C'est la solution «courte» de l'origine des Préalpes, que beaucoup de géologues suisses jugeaient difficile à accepter, vu l'absence de faciès comparables à ceux des Médianes dans cette zone de Sion.

Une solution moins courte et plus équilibrée fut préconisée par HAUG. Ce grand stratigraphe avait d'abord été, pendant une dizaine d'années, l'un des plus farouches adversaires de la théorie des nappes, et ses controverses avec SCHARDT sont célèbres. Converti en 1902 par LUGEON, il mit dès lors ses connaissances encyclopédiques au service de la nouvelle théorie, et publia en 1925 une brillante synthèse des Alpes W qui offrait au dilemme de l'origine des Préalpes une réponse basée sur des arguments stratigraphiques détaillés et qui se rapproche beaucoup des idées actuelles: engrançant le Niesen seul dans la zone pennique frontale de Sion, suite de sa «nappe de l'Embrunais», il situait les équivalents suisses du Trias briançonnais (donc la racine des Médianes) dans les calcaires des Pontis, au S de la zone précédente.

⁹⁾ Souvent mêlée d'autres corrélations incorrectes. Nous ne pouvons détailler ici les solutions présentées par chaque auteur, ce qui prendrait d'autant plus de place que les plus prolixes (HAUG, STAUB) modifiaient plusieurs fois leurs thèses. Ajoutons que le contenu des différents noms de zones géologiques (p.ex. nappe de l'Embrunais, zone de Ferret, des Aiguilles d'Arve, Subbriançonnais, etc.) a lui aussi varié avec le temps, généralement dans le sens d'un rétrécissement; ce qui complique beaucoup l'abord de cette littérature. Nous nous bornons ici à schématiser les principaux traits des thèses en présence, en insistant plus sur les problèmes de fond que sur la nomenclature ou les détails historiques.

Or cette solution avait déjà été proposée par SCHARDT en 1907:

«La masse de calcaire triasique, dit des Pontis sur le versant S de la vallée du Rhône est, à part un degré de métamorphisme plus avancé, tout à fait identique au Trias des Préalpes du groupe du Rubli-Gummfluh-Spielgerten. Ce terrain accompagne ici la quatrième nappe de gneiss [=Grand St-Bernard], au-dessous de laquelle trois autres [=Antigorio, Lebendun et Monte Leone] ont formé un «pont» tandis que leurs enveloppes sédimentaires se sont fondues dans la masse des «schistes lustrés» [=zone de Sion].»

On ne saurait mieux résumer en deux phrases les vues actuelles ... Mais une fois de plus SCHARDT ne fut pas écouté, et cet article n'est cité par aucun des auteurs qui s'occupèrent de cette question.

Les principaux ténors suisses des corrélations alpines - LUGEON, ARGAND, et surtout STAUB - préféraient regarder vers l'E: ils corrélaient les faciès des Préalpes médiennes avec ceux des nappes du Falknis et de la Sulzfluh, ce qui est correct. Mais de là, trompés par les rétrocharriages de grande amplitude qui affectent les arrières de ces nappes et les flysch sous-jacents du Prättigau, ils commettaient l'erreur de les enracer au S du Pennique, donc dans l'Astroalpin. Cette attribution menait à la solution «longue», soit à faire venir toutes les nappes préalpines (sauf l'Ultrahelvétique et le Niesen) du Canavese et de la zone d'Ivrée.

2. *Vues actuelles*

On sait qu'aujourd'hui l'accord semble se faire en faveur d'une solution plus différenciée (TRÜMPY 1955 et 1960). Le Niesen sortirait bien du Pennique frontal, conformément à la solution courte; à l'opposé, la Simme pourrait bien provenir du Canavese, comme le voulait ARGAND; et, entre deux, les Médianes s'origineraient quelque part «dans» la nappe mésopennique du Grand St-Bernard (mais en tout cas en arrière de la zone de Sion).

On doit à ELLENBERGER (1950, 1952 et 1958a) d'avoir apporté des arguments décisifs sur ce dernier point; après avoir mis en relief les ressemblances des Trias du Briançonnais et de la partie interne des Préalpes médiennes, ce qui confirmait la conclusion de KILIAN et RENZ sur les faciès jurassiques, il démontra d'une manière convaincante l'affinité briançonnaise des lambeaux de couverture pincés entre et sur les écailles de socle du Grand St-Bernard (Pontis, Barrhorn, etc.). Récemment, la parenté des Trias des Médianes et du Briançonnais a été précisée d'une façon encore plus détaillée par BAUD & MEGARD-GALLI (1975).

Or à peu près à la même époque, les géologues travaillant dans les Grisons étaient amenés à descendre les nappes Falknis-Sulzfluh de l'Astroalpin dans le Pennique moyen (TRÜMPY 1960, STREIFF 1962, réhabilitant une idée de HAUG sur l'ampleur des rétrocharriages dans les Grisons). Tandis que BARBIER (1952) et TRÜMPY (1955) procédaient à un important travail de clarification de la tectonique et des corrélations jusqu'alors très confuses dans la zone nordpennique entre les Alpes françaises et le Valais. Cet effort se poursuit (ANTOINE 1972) et fournira certainement de nouveaux points d'accrochage aux géologues préalpins. Pour ce qui nous concerne ici, le résultat crucial des récents travaux sur ces zones complexes de stratigraphie difficile, est que l'ancienne «nappe de l'Embrunais» de HAUG doit être divisée en plusieurs zones tectoniquement bien distinctes; et que la corrélation tectonique avec les Médianes n'en concerne qu'une petite partie (subbriançonnaise

s.str.), alors que la zone plus externe des Brèches de Tarentaise se poursuit seule dans la zone nordpennique de Sion (domaine valaisan de TRÜMPY 1955). Autrement dit, cette rectification des corrélations franco-suisses faisait monter la prolongation en Suisse des zones équivalentes aux Médianes du Nordpennique dans le Pennique moyen; ce qui les mettait en accord avec le résultat des révisions concomitantes de la tectonique des Grisons, et avec la conclusion d'ELLENBERGER sur les lambeaux mésozoïques pincés dans le Grand St-Bernard.

3. Remarques

a) Bien entendu, cette heureuse convergence d'opinion sur les grandes lignes n'empêche pas que de nombreux points restent encore à préciser. L'élaboration de solutions plus détaillées ne pourra résulter que d'une étroite collaboration entre les géologues travaillant dans les Préalpes et dans les diverses «zones de racines» au S du front pennique. Voici un exemple:

Les Préalpes médianes montrent un changement graduel de faciès de l'intérieur (plateforme avec série lacunaire) vers l'extérieur (bassin avec série continue et plus épaisse; cf. fig. 3). La similitude stratigraphique avec le Briançonnais, effectivement très frappante, concerne la partie interne des Médianes. De cette corrélation aujourd'hui indiscutée, on a pris l'habitude de déduire celle des zones de faciès qui les bordent à l'extérieur, soit de la *partie externe des Médianes* avec le *Subbriançonnais s.str.* des Alpes françaises.

Or, pour ce que nous en connaissons, la similitude des faciès du Subbriançonnais et des Médianes externes est beaucoup moins systématique; et, par endroits et au moins pour le Jurassique, les analogies des terrains subbriançonnais vont plutôt vers les faciès de l'Helvétique interne (Wildhorn ou Ultrahelvétique, avec en plus des influences locales de la plateforme nordpennique) que vers les Préalpes médianes. GAGNEBIN & PETERHANS (1927) firent la même remarque pour le Crétacé (justifiant ainsi leurs réserves à l'égard des solutions plus ou moins courtes de l'enracinement des Médianes). On a l'impression que le bassin subbriançonnais fut, pour certaines de ses parties et à certaines époques, envahi depuis le S par une sédimentation d'affinité helvétique interne; ce qui pourrait démontrer une connexion méridionale entre les bassins helvétique et subbriançonnais, et par conséquent que le pincement de la zone des Brèches de Tarentaise au S de Moutiers est bien originel. L'approfondissement de ces problèmes demande une étude détaillée de stratigraphie comparée entre toutes ces régions, sans oublier les klippes de Savoie (où certains terrains ont autrefois été disputés entre l'Ultrahelvétique et le Subbriançonnais; cf. ROSET et al. 1976). En tout cas, la paléogéographie de la zone subbriançonnaise, ce sillon curieusement enserré entre deux plateformes (cf. ANTOINE 1972) et influencé par leurs évolutions contrastées, était certainement fort différenciée. Cet exemple montre les *risques d'ambiguïté et même de confusions que peut entraîner l'usage, hélas trop fréquent, d'un même terme pour désigner indifféremment une zone tectonique et un domaine de faciès*.

b) L'heureux aboutissement de la controverse sur l'origine des Préalpes démontre *ipso facto* la remarquable *continuité longitudinale*, à l'échelle d'au moins 500 km et pendant plus de 100 Ma, de domaines paléogéographiques de premier ordre tels que la plate-forme briançonnaise. Cette continuité est bonne à souligner dans la mesure où, au fort de la controverse, plusieurs auteurs avaient cherché à échapper aux contradictions apparentes entre les corrélations stratigraphiques et les corrélations géométriques en préconisant une paléogéographie discontinue, fondée sur l'échelonnement de domaines beaucoup plus courts, disposés «en festons». Nous sommes conscients que cette affirmation de continuité doit aussitôt être nuancée; mais c'est par rapport à elle que les observations sur les relais à très grande échelle d'un domaine par un autre, sur l'évolution longitudinale des faciès et la compartimentation interne des bassins (cf. notre remarque sur la zone subbriançonnaise), ou

sur l'obliquité des lignes structurales successives, prennent toute leur signification. Notons bien le rôle infiniment précieux des Préalpes (et leurs petites sœurs les klippes de Suisse centrale) pour ces reconstitutions à grande échelle; elles sont un maillon essentiel dans les corrélations des Alpes françaises aux Grisons à travers la culmination simplé-tessinoise.

c) Au cœur de toute cette controverse se trouvait l'important problème de la *valeur des corrélations tectoniques basées sur les analogies de faciès*. L'hypothèse de la paléogéographie discontinue réduisait cette valeur à peu de chose, mais le postulat de continuité ne permet pas non plus de lui accorder une confiance aveugle. D'une part l'histoire montre que beaucoup de géologues alpins ont sous-estimé la valeur de guide tectonique de certains faciès caractéristiques, p.ex. les dépôts littoraux et continentaux du Lias et du Dogger briançonnais. Mais, d'autre part, on connaît aussi de nombreux cas où des faciès semblables se déposèrent à la même époque dans des zones non équivalentes: ils occupaient des positions semblables dans des domaines différents. Un bon exemple est celui des brèches polymictes sous-marines, sédiments engendrés dans des zones de tectonique synsédimentaire active et qu'on retrouve au Jurassique dans plusieurs domaines bien distincts de la chaîne (TRÜMPY 1960); leur homologation hâtive a causé mainte corrélation incorrecte.

Un autre exemple est offert par les associations «eugéosynclinales» à radiolarites et roches vertes, dont on trouve dans les Préalpes des lentilles dans la zone submédiaine et dans la nappe supérieure des Gets, et pour la provenance desquelles on a le choix entre 2 ou probablement 3 sillons ophiolitiques: valaisan, piémontais et ligure (= Canavese).

Le problème se pose encore aujourd'hui. Ainsi l'attribution classique de la zone de Sesia à l'Austroalpin repose surtout sur les analogies de faciès de leurs couvertures (avec brèches, etc.): en l'état de nos connaissances, cette corrélation ne nous paraît pas prouvée, et nous l'estimons même assez douteuse (cf. BADOUX 1969, TRÜMPY 1976). Or ce problème est en étroite relation avec celui des connexions paléogéographiques de la nappe de la Simme; on mesure ainsi toute l'étendue des incertitudes qui subsistent.

4. La nappe de la Brèche

Ces considérations nous amènent justement à la *nappe de la Brèche*, dont la patrie n'a pas encore pu être déterminée par une comparaison directe de faciès avec les couvertures penniques. Mais tous les travaux récents confirment la vraisemblance du schéma paléogéographique de SCHARDT (fig. 3): la Brèche tire son origine d'un bassin situé immédiatement au S du haut-fond d'où provient la partie interne des Préalpes médianes (CHESSEX 1959, TRÜMPY 1955). Comme les résultats cités plus haut (RENZ, ELLENBERGER, etc.) permettent d'identifier ce haut-fond au domaine briançonnais, lui-même lié à la nappe du Grand St-Bernard, il en découle que la Brèche prit naissance sur la bordure N de la fosse des schistes lustrés piémontais. Cette conclusion est corroborée par certaines analogies sédimentologiques et stratigraphiques entre le Jurassique de la nappe de la Brèche et les séries «prépiémontaises», qui, à la même époque, se déposaient dans les Alpes franco-italiennes à la limite des domaines briançonnais et piémontais; leurs caractères peuvent aussi

s'interpréter par des écroulements d'escarpements de failles sous l'effet d'une paléotectonique vigoureuse (LEMOINE 1961, ELTER 1972).

Au moment où nous allons mettre sous presse, BEARTH (1976) vient de décrire sur la transversale Valais-Préalpes une série bréchique d'âge présumé jurassique dans la position «prépiémontaise» où on doit s'attendre à trouver la patrie de la nappe de la Brèche. Située dans les schistes lustrés de Zermatt (zone du Combin), elle se rattache probablement à la couverture du Mont Rose.

E. Les Préalpes, couvertures chassées par la collision des continents

En conclusion, notre historique montre que les 40 années qui suivirent la victoire des nappes furent pour la géologie des Préalpes une période très active, orientée vers l'exploitation et la mise au point des principes énoncés par SCHARDT et LUGEON. Si les Préalpes s'affirmèrent alors comme une région clé pour poser et discuter certains grands problèmes de la géologie des Alpes, en revanche on n'y vit plus naître des nouveautés conceptuelles susceptibles de rayonner hors du domaine alpin: de toute évidence, il fallait poursuivre en détail la réinterprétation des données anciennes et surtout amasser des données neuves avant de songer à lancer de nouvelles grandes idées de portée générale.

D'autre part, nous avons vu que les principales questions posées par les Préalpes ne purent pas être résolues de manière satisfaisante pendant cette période, et nous avons dû anticiper dans notre historique pour montrer quelles réponses on leur apporte de nos jours. On ne s'étonnera donc pas que les géologues étrangers aux Alpes occidentales, faute de pouvoir se reposer sur un schéma sûr, aient eu bientôt de la peine à suivre la discussion de problèmes caractérisés par la complexité croissante des données et par l'incertitude constante des solutions. Aussi, alors même que les concepts inventés par SCHARDT et LUGEON poursuivaient une brillante carrière dans la plupart des chaînes du globe, l'intérêt général se détourna quelque peu des montagnes où ils étaient nés; et pendant que s'estompait le souvenir des luttes sur l'existence des nappes, les yeux se tournaient vers d'autres territoires d'où provenait une nouvelle génération de concepts originaux.

Or dans le domaine central de la chaîne alpine, le Pennique, travaillait EMILE ARGAND (1879-1940), élève de LUGEON. Depuis la découverte des nappes, peu de théories ont soulevé, dans les Alpes, d'aussi vives passions que celles d'ARGAND; tantôt portées en triomphe, tantôt clouées au pilori, elles ont en tout cas servi pendant un demi-siècle de référentiel par rapport auquel se situent les savants qui tentent les grandes synthèses alpines. Aujourd'hui, il est vrai que la tectonique «argandienne» nous apparaît comporter quelques sérieuses faiblesses, surtout dans ses excès, dans sa volonté implacable et exagérée de ramener tous les phénomènes alpins, du Trias à nos jours, aux conséquences d'un seul mécanisme unificateur: l'affrontement N-S des plaques continentales de l'Europe et de l'Afrique. Il est donc normal qu'on lui découvre, comme chez certains disciples modernes, les défauts inhérents aux théories trop unitaires, donc trop schématiques. Mais il n'en est pas moins vrai que, sur le plan régional, les reconstitutions «argandien»es forment toujours le squelette de nos idées actuelles, tandis que sur le plan conceptuel ARGAND apparaît de plus en plus comme le génial précurseur des théories «globales» de la tectonique moderne. Les exposer sortirait de notre propos. Nous n'en

parlerons ici que dans la mesure où elles affectent le sujet de cet article. Car, par un juste retour des choses, ARGAND, qui appliquait aux Alpes penniques une théorie née dans les Préalpes, y fit grâce à elle des découvertes qui éclairèrent à leur tour les Préalpes d'un jour nouveau.

A la recherche d'un moteur capable d'expliquer la genèse des puissantes nappes de socle dont il avait extrapolé la géométrie jusque dans le tréfonds de la chaîne, ARGAND fut conduit à développer l'idée, pressentie par LUGEON (cf. p. 545) et TERMIER, d'une gigantesque contraction du domaine alpin, dépassant tout ce qu'on croyait habituellement possible. En 1916, il explique le «déferlement» des nappes par «le rapprochement des mâles anciens de l'Eurasie et de l'Indo-Afrique». Les particularités des Alpes résultent de la pénétration d'un «promontoire» de l'Afrique dans le dispositif de l'Eurasie. Comprimés par l'affrontement des continents comme «entre les deux mâchoires d'un étau», les sédiments de la Téthys en furent expulsés et donnèrent les nappes. Les Préalpes apparaissent ainsi comme le produit du débordement sur l'avant-pays européen des couvertures chassées par le rapprochement de l'Afrique et de l'Europe. Ou, comme le dit GAGNEBIN (1942) en commentant son collègue, les Préalpes sont «un surplus de matière, débordant de l'auge comprimée entre les deux serres de l'étau».

Or l'année même où ARGAND prononçait son discours «Sur l'arc des Alpes occidentales», WEGENER (1915) publiait la première édition de son livre sur sa géniale théorie de la dérive des continents. Inutile d'insister sur la convergence entre les idées des deux hommes. WEGENER faisait passer les translations concevables à la surface de la Terre de l'échelle de la centaine à celle du millier de km ou même plus, juste au moment où les travaux d'ARGAND montraient que les déplacements nécessaires pour créer l'empilement des nappes dans les Alpes excédaient manifestement les possibilités de la vieille théorie, devenue presque un dogme, de la contraction thermique.

Tandis que la théorie de la dérive suscitait presque partout une levée de boucliers, ou à tout le moins une extrême méfiance, ARGAND vit tout le parti qu'il pouvait en tirer pour inscrire ses conceptions sur l'origine des Alpes dans un cadre mobiliste global.

ARGAND développa donc à fond les implications tectoniques de la dérive des continents. Dans sa «Tectonique de l'Asie» (1924), c'est toute la chaîne alpin-himalayenne qu'il nous montre résulter de la collision de la plaque continentale de l'Eurasie avec les fragments éclatés de la Gondwanie. Et si, dans l'Himalaya, ce sont les Indes qui s'enfoncent par «sous-charriage» sous le continent asiatique, dans les Alpes, au contraire, «l'Afrique est montée sur l'Europe»¹⁰), et les nappes austroal-

¹⁰⁾ Pour bien comprendre ARGAND, il ne faut pas oublier que, pour lui, l'Italie et le pays dinarique, et par conséquent l'Austroalpin (auquel nous avons vu qu'il attribuait, de façon exagérée, une grande partie des Préalpes), appartiennent à la Gondwanie, donc à l'«Afrique». On sait que les auteurs modernes cherchent à rendre compte de l'extrême complexité des Alpes et autres chaînes méditerranéennes en adjoignant au jeu «argandien» des deux grandes plaques européenne et africaine celui de plusieurs microplaques intermédiaires, sur le nombre et la disposition desquelles l'accord est encore loin d'exister. Quoi que la géologie de l'avenir décide à propos du rattachement de l'Italie ou ses parties à la même plaque que l'Afrique, il faut souligner qu'ARGAND avait clairement vu le point essentiel: la Méditerranée s'est formée tardivement, après la cicatrisation de la Téthys, par des distensions et des rotations qui ouvrirent des bassins neufs à cheval sur les anciennes limites des continents.

pines «n'en sont que le saillant le plus avancé ... C'est ainsi que se marque, des abords de Vienne aux Grisons, et plus loin dans les Préalpes supérieures, visibles à l'horizon de Berne, de Neuchâtel, de Lausanne et de Genève, la superposition de l'Afrique à l'Europe»!

Mais ARGAND se penche aussi sur l'origine des géosynclinaux. Il nous apprend qu'ils sont nés de l'écartement, de la disjonction des blocs continentaux, bien avant l'époque de leur rapprochement et de leur collision. Et il introduit une série de concepts très importants, sur la tectonique de traction pendant la sédimentation géosynclinale et sur l'interprétation des ophiolites, concepts négligés à l'époque mais qui reviennent en force depuis une dizaine d'années:

«Un géosynclinal résultera en général d'une traction horizontale qui étire le radeau de sal. L'étirement est d'abord plus aisé dans les profondeurs du sal que dans les hauts, où peuvent naître des fissures d'extension. En s'aminçissant, le sal descend et se creuse: l'affaissement inhérent à la fonction géosynclinale n'est donc ... que l'effet vertical d'une distension horizontale ... Jusqu'à compensation, le sima monte sous le sal aminci: ce jeu rend compte de la fréquente association de roches vertes à des sédiments bathyaux. Le mélange des derniers avec des dépôts de moindre profondeur se fait par des glissements sous-marins sur déclivité ...

La traction continue-t-elle ..., le sal finit de s'étirer et le sima apparaît au fond de l'alvéole. Sur les diamètres où cela arrive, la condition géosynclinale fait place à la condition océanique; si le fait se généralise, il n'y a plus qu'un océan ...

Le jeu géosynclinal ordinaire est donc, dans son principe, un tronçonnement lenticulaire incomplet du continent; quand le tronçonnement est complet, la condition océanique apparaît» (1924, p. 299).

Si on veut des informations sur ces phénomènes, il faut aller les chercher dans les couvertures sédimentaires qui se déposaient au fond du géosynclinal naissant et sur ses seuils géanticlinaux. Or les Préalpes sont précisément formées de l'empilement de ces couvertures, chassées du centre de la chaîne par le rapprochement des continents et mises grâce à cela à l'abri des plus grosses déformations. Elles doivent donc constituer un excellent terrain pour l'étude précise du jeu géosynclinal exposé par ARGAND. Cette direction de recherches fut presque entièrement négligée par ses contemporains, à la décharge desquels il faut relever qu'ils ne disposaient pas des outils affinés qui font le succès des études actuelles sur ce sujet. Mais surtout l'élucidation de la tectonique alpine leur paraissait un objectif prioritaire sur celle de la paléotectonique téthysienne: une fois comprise l'origine des montagnes actuelles, on pourrait ensuite s'attaquer avec de meilleures armes à celle de l'océan dont elles prirent la place. D'autant plus que, comme on va le voir, il restait encore beaucoup à découvrir sur l'origine des montagnes.

V. 1940-1946: la tectonique de gravité et la diverticulation

A. Considérations historiques

1939-40. A l'heure où éclate la guerre mondiale, un nouveau remou agite la géologie alpine: le concept de *glissement par gravité* s'impose en tectonique des nappes, grâce aux travaux convergents de deux écoles, celle de Grenoble dans les nappes de flysch de l'Ubaye-Embrunais, et celle de Lausanne dans les Préalpes.