

# La géologie des Préalpes avant 1893

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **69 (1976)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

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

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

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

## **Haftungsausschluss**

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

## II. La géologie des Préalpes avant 1893

### A. Stratigraphie et paléogéographie. Le problème des blocs exotiques

La géologie, en tant que corps de doctrines plus ou moins cohérentes tirées de l'observation de la nature, avait pris naissance au cours de la deuxième moitié du 18<sup>e</sup> siècle. Après un départ hésitant, durant lequel les pionniers de la description des faits naturels durent engager un combat difficile contre des mythes tenaces, notre science connut dès 1800 un développement réjouissant, et, à la fin du 19<sup>e</sup> siècle certaines de ses branches étaient déjà fort avancées.

C'était particulièrement le cas de la paléontologie stratigraphique, dont les progrès avaient été rapides: au tiers du 19<sup>e</sup> siècle, les «*époques*» de BUFFON (1778) avaient cédé la place à une classification méthodique des terrains fossilifères en 9 groupes bien caractérisés par leur faune (DE LA BECHE 1832); en 1849, D'ORBIGNY reconnaissait déjà 28 étages, et 25 ans plus tard, le «*Tableau des terrains sédimentaires*» de RENEVIER (1873/74) ne distingue pas moins de 79 étages définis par leurs fossiles.

Cette science fut naturellement appliquée aux Préalpes, pour lesquelles le 19<sup>e</sup> siècle restera celui du grand défrichage stratigraphique. Ce fut l'œuvre de BRUNNER (1857), COLOMB (1850), A. FAVRE (1859, 1867), E. FAVRE (1870, 1875, etc.), FAVRE & SCHARDT (1887), FISCHER-OOSTER (1865, 1869, etc.), GILLIÉRON (1873, 1885 avec un historique détaillé), DE LORIOU & SCHARDT (1883), DE MORTILLET (1858), OOSTER (1869, etc.), PICTET et al. (1858), QUENSTEDT (1838), RENEVIER (1854, 1864), STUDER (1834, 1853), et bien d'autres. Si bien qu'en 1890, grâce aux efforts persévérants de ces savants, tous les terrains importants des Préalpes étaient datés à la satisfaction générale au niveau de l'époque et souvent de l'étage, sauf trois, particulièrement pauvres en fossiles: les dolomies et gypses du Trias, les brèches du Chablais et de la Hornfluh, et les flysch. On verra que l'attribution définitive d'un âge triasique au gypse, et jurassique à la brèche du Chablais, en 1890-93, joua un rôle décisif dans la conception de la théorie des nappes; quant aux flysch, leur datation devait attendre le développement de la micropaléontologie.

Les stratigraphes du 19<sup>e</sup> siècle avaient appris non seulement à dater les terrains, mais aussi à reconnaître les conditions paléogéographiques de leur formation. Mer profonde ou littorale, île émergée ou lagune saumâtre, récif corallien ou delta, étaient autant de milieux dont les contemporains de SCHARDT savaient déchiffrer l'existence passée. Or, dans les Préalpes, ces recherches débouchaient sur plusieurs problèmes déroutants.

D'abord, la juxtaposition brutale, et parfois l'interpénétration, de roches de même âge mais de faciès complètement différent, menaient à des reconstitutions paléogéographiques peu cohérentes. Ensuite, on découvrait dans les flysch du versant N des Alpes des blocs, parfois énormes, de roches inconnues à l'affleurement dans ces régions de faciès helvétique; leur provenance était donc mystérieuse, de même que celle de nombreux galets des conglomérats de la molasse du Plateau suisse. C'est à ces blocs énigmatiques, qui semblaient totalement étrangers à leur entourage, que BACHMANN (1863) appliqua le terme aujourd'hui consacré de *blocs exotiques*. Leur origine fut l'une des questions de géologie alpine les plus discutées pendant le 19<sup>e</sup> siècle.

Pour tenter d'y répondre, STUDER (1834, 1853) avait émis l'hypothèse, fort remarquable pour l'époque, d'une ancienne chaîne de montagnes sur la bordure N des Alpes; l'érosion de cette chaîne marginale aurait alimenté la sédimentation du flysch et de la molasse. Les Préalpes, dans lesquelles on trouve des terrains de faciès semblable à certains blocs exotiques, étaient interprétées comme un reste de ces anciennes montagnes, ailleurs enfouies sous leurs propres détritiques et sous les plis helvétiques déversés vers le N. Cette interprétation prévalut jusqu'en 1890.

Lorsque fut reconnue la parenté d'une partie de ces blocs et galets avec des roches du versant S des Alpes, les géologues se virent confrontés au problème de leur transport vers le N. On invoqua un charriage de ces matériaux par des glaces flottantes (SCHARDT 1884, RENEVIER 1890) ou par des fleuves originaires des Alpes orientales et méridionales (FRÜH 1888, SARASIN 1894); mais aucune de ces explications n'apparaissait satisfaisante. Aussi la SHSN mit-elle au concours, en 1889, pour l'attribution d'un prix, le problème de l'origine des blocs exotiques. Dans une réponse restée inédite (1890), SCHARDT abandonne l'idée du transport glaciaire, et, tout en restant dans le cadre de l'hypothèse de STUDER, cherche à expliquer l'origine de ces blocs par des mécanismes sédimentaires liés à l'activité de failles chevauchantes pendant le soulèvement des Préalpes; c'était un pas dans la bonne direction. Enfin la solution apparut lorsque, en 1893, le même SCHARDT imagina qu'un *charriage tectonique* de 60 à 100 km, voire plus, avait amené massivement des roches de la bordure S des Alpes sur leur versant N. On voit que ces problèmes de paléogéographie et de transport du matériel exotique sont au cœur des recherches qui débouchèrent en 1893 sur la théorie des nappes.

### B. Tectonique. De la découverte des plis à celle des nappes

Comparativement, la tectonique n'était pas aussi avancée.

Certes la notion de *déformation* des roches était déjà solidement établie. On doit à DE SAUSSURE (1779-96) d'avoir compris, après de prudentes hésitations, que les *plis* résultent de l'incurvation de strates originellement planes et horizontales sous l'effet des forces souterraines qui créèrent les montagnes; c'est la naissance du concept de déformation tectonique. Ses meilleurs exemples provenaient des nappes helvétiques dans les vallées de l'Arve, de l'Aare et de la Reuss.

Des plis avaient naturellement été déjà observés et figurés par des naturalistes plus anciens. Ainsi SCHEUCHZER (1716) donne une illustration remarquable des plis des nappes helvétiques dans la vallée de la Reuss. C'est aussi chez SCHEUCHZER (p.115) que le mot *architectonique*, plus tard abrégé en tectonique, apparaît semble-t-il pour la première fois avec son sens moderne relatif à la structure interne des montagnes. Mais SCHEUCHZER préfère expliquer leur genèse par l'action d'une force miraculeuse divine («einer Göttlichen Wunderkraft»), pendant le Déluge, plutôt que par des forces naturelles: au plan des idées, on est encore nettement dans la préhistoire de la science géologique.

La notion de plissement des roches était extrêmement hardie pour l'époque, tant elle est contraire au «bon sens» pour lequel roche = solide = indéformable. Aussi n'est-ce qu'après de nombreuses observations et de sérieuses réflexions que DE SAUSSURE adopte définitivement cette explication des couches «froissées et contournées». Dans les comptes rendus de ses premiers voyages, il l'oppose à l'idée d'une cristallisation originelle des roches dans leur position actuelle, à laquelle il donne d'abord sa préférence. En choisissant des citations tirées de cette période initiale de prudentes hésitations, HÖLDER (1960), dans un ouvrage par ailleurs bien documenté sur l'histoire de la géologie, présente DE SAUSSURE comme l'apôtre de cette théorie de la cristallisation des montagnes. En réalité, l'important est justement de voir DE SAUSSURE, dès le premier tome de son œuvre, se dégager progressivement de cette conception

primitive pour admettre et promouvoir la notion de plissement des couches par l'effet d'un «refoulement», c'est-à-dire d'une compression horizontale.

A la même époque, DE RAZOUMOWSKY (1784) signale des plis dans les Préalpes le long de la vallée du Rhône. Etonné par les contournements bizarres des couches, il cherche à expliquer leur origine par «la pression de quelques corps plus pesans qu'elles, lorsqu'elles étaient encore molles». Moins précis que DE SAUSSURE dans la description des plis, et moins pénétrant dans la compréhension de leur relation avec la formation des montagnes, DE RAZOUMOWSKY frappe cependant par des réflexions qui font de lui aussi bien un précurseur de la tectonique de gravité, que l'un des premiers à avoir posé clairement le problème du raccourcissement horizontal des zones plissées:

«Cette forme bizarre paroît d'abord inexplicable, et l'on a de la peine à concevoir quelle est la cause qui a produit un si singulier effet; mais en supposant différents degrés de densité dans les différentes parties des montagnes, et la pression de couches ou matières plus denses et plus pesantes, ... il me paroît que la pression de ces matières ... a pu ... produire différents effets sur les couches des montagnes, soit en les courbant, ... soit en les redressant. Quoi qu'il en soit, il est évident que la côte dont nous parlons, a dû autrefois avoir une étendue beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui en longueur, puisque les couches repliées ou presque perpendiculaires maintenant, paroissent avoir été horizontales autrefois» (1784, p.4-5).

A la suite de ces auteurs, les descriptions de plis se multiplièrent dans les Alpes, le Jura, etc., menant rapidement les géologues à constater que le plissement des couches est un trait caractéristique des chaînes de montagnes. S'en suivirent de longues discussions sur la primauté des forces verticales (VON BUCH, STUDER, etc.), ou horizontales (appelées *refoulements*; DE SAUSSURE<sup>2</sup>), ELIE DE BEAUMONT, HEIM, SUESS, BERTRAND, etc.), dans la genèse des montagnes et leurs plis; ces discussions durent toujours à l'heure où nous écrivons ces lignes (sous une forme renouvelée, il est vrai!). Avant 1890, les Préalpes ne semblent pas avoir joué un rôle de premier plan dans ces controverses tectoniques. En fait, on est frappé par le caractère extrêmement schématique et sommaire des descriptions des plis, même chez des auteurs dont les reconstitutions stratigraphiques atteignaient un haut degré de précision; font exception les ouvrages de GILLIÉRON (1873) et surtout FAVRE & SCHARDT (1887), qui contiennent des représentations souvent précises de plis assez compliqués.

Dès le milieu du 19<sup>e</sup> siècle, des géologues anglais abordent l'étude de la structure intime des roches déformées: schistosité, petits plis, fossiles étirés, sont examinés en détail. Ces méthodes sont introduites dans les Alpes par RENEVIER (1856), et développées surtout par ALBERT HEIM dans son magistral «Mechanismus der Gebirgsbildung» (1878), ouvrage qui constitue le sommet de la tectonique avant la découverte des nappes. Non seulement HEIM énonce des observations précises, codifiées en 16 lois, sur les objets déformés et leurs structures, mais il en déduit des considérations mécaniques sur la plasticité des roches qui étaient très en avance sur les possibilités expérimentales de l'époque. Ainsi, de DE SAUSSURE (1779) à HEIM

---

<sup>2</sup>) «Or, un déplacement de ce genre, n'a pu être produit que par deux moyens, ou par une force agissant de bas en haut, qui ait rejeté la partie gauche de la montagne sur la partie droite, ou par un refoulement qui ait replié l'une par-dessus l'autre. Or, l'hypothèse du refoulement me paraît beaucoup plus probable ...» (DE SAUSSURE 1796, IV, p. 114-115).

(1878), un siècle de tectonique établit fermement les bases de l'étude de la déformation des roches dans les montagnes; manquait un concept essentiel: celui des grandes *translations*.

La mesure d'une translation est relative au choix d'un référentiel. En pratique, on prend généralement comme référentiel fixe un substratum [original ou actuel (!), fig. 1] par rapport auquel la translation apparaît surtout évidente si elle a causé un recouvrement stratigraphiquement anormal; alors que si la série mobile se substitue à une série érodée ou décollée de même contenu stratigraphique, la translation peut être difficile à déceler (substitution de couverture, ELLENBERGER 1958*b*). On comprend pourquoi, historiquement, la reconnaissance des grandes translations est liée à celle des recouvrements anormaux.

Des *recouvrements anormaux* furent détectés tôt dans le 19<sup>e</sup> siècle; mais, sauf les exceptions que nous allons citer, il ne s'agissait que de petits chevauchements

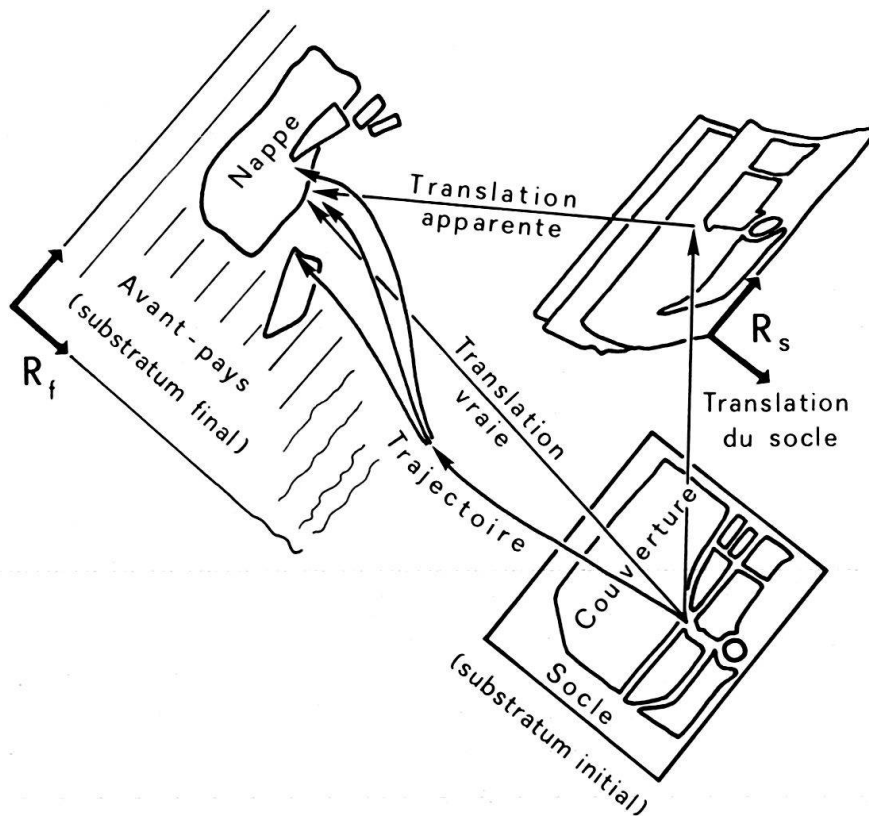


Fig. 1. La mesure d'une translation est relative au choix arbitraire du référentiel.

La mesure la plus proche de ce qu'on ressent intuitivement comme la «translation vraie» d'une nappe est celle faite dans le référentiel  $R_f$  lié à l'avant-pays plus ou moins stable. Mais le substratum initial (la patrie) de la nappe a généralement aussi subi une translation dans  $R_f$ ; c'est pourquoi la distance entre une nappe et la position actuelle de sa patrie (soit la translation mesurée dans le référentiel  $R_s$  lié à ce substratum) ne représente qu'une «translation apparente», habituellement inférieure à la translation vraie. C'est par cette translation apparente qu'on chiffre ordinairement le parcours d'une nappe; elle est connue lorsqu'on a identifié la patrie de la nappe, p.ex. à l'aide des reliques de couverture restées solidaires du socle (cf. chap. IV: «problème des racines»). La détermination de la translation vraie est beaucoup plus difficile; elle implique notamment la mesure de la déformation des séries translitées et l'interpolation des intervalles subduits.

secondaires, ou de petites portions de grands chevauchements qui n'étaient reconnus comme tels que sur une distance ne dépassant guère 1 km. Ainsi, dans les Préalpes du Chablais, A. FAVRE (1849 et 1859) recense plusieurs cas d'«arrangements bizarres» des couches, qui amènent des roches jurassiques ou crétacées au-dessus du Tertiaire. Devant la klippe des Annes, il constate «la superposition de grandes masses calcaires contenant des bélemnites et des ammonites à des roches remplies de nummulites»; il en déduit que la position des couches est anormale, et se demande s'il n'a pas découvert ainsi une «des exceptions dans la science qui deviennent des règles générales pour les Alpes?» (FAVRE 1849). Il conclut à la nécessité d'une étude minutieuse des Alpes, pour «rapporter aux lois connues et immuables, les phénomènes qui ont déterminé les bizarres arrangements que je viens de signaler» (1859).

Cependant on découvrit bientôt, dans les Alpes helvétiques et dans les chaînes paléozoïques du N de l'Europe, plusieurs exemples de recouvrements anormaux beaucoup plus spectaculaires, d'une amplitude allant parfois jusqu'à 15 km. Les plus remarquables étaient, tout d'abord, le célèbre chevauchement glaronnais (ESCHER 1841, MURCHISON 1849, HEIM 1878), qui, avec les 15 km que lui reconnaissait HEIM, faisait figure de géant; le pli couché de Morcles, reconnu par RENEVIER (1877) sur plus de 6 km; les chevauchements du bassin houiller franco-belge, également d'une amplitude reconnue de 6 km (GOSSELET 1879); enfin le fameux «Moine thrust» de l'Ecosse, évalué à au moins 16 km (PEACH & HORNE 1884, GEIKIE 1884). On voyait dans ces chevauchements des fantaisies exceptionnelles et monstrueuses de la nature, et toutes les interprétations cherchaient à en minimiser l'ampleur à l'aide de divers artifices tels que des plis à double déversement («Doppelfalten», soit des anticlinaux en éventail ou même en champignon, et des synclinaux en blague-à-tabac; p.ex. HEIM 1878, pour le chevauchement glaronnais). «La notion de recouvrement existe déjà. On en use avec des vues limitées et désordonnées» (FALLOT 1954).

Il appartient à MARCEL BERTRAND (1884) de proposer, le premier, de substituer au «Doppelfalte» des Alpes glaronnaises un chevauchement unique vers le N, d'une amplitude de 40 km. Les figures célèbres d'ALB. HEIM (1908, fig. 4), souvent reproduites, illustrent bien l'ancienne et la nouvelle conception. Ainsi fut découverte la première *nappe*, dans l'Helvétique de Suisse orientale. Découverte d'autant plus brillante que BERTRAND n'avait jamais visité les lieux et basait son interprétation révolutionnaire sur les seules descriptions de HEIM, ce qui est d'ailleurs un hommage aux talents d'observateur et de dessinateur du grand géologue zurichois. Hélas le travail de BERTRAND, trop hardi pour l'époque, tomba dans l'incrédulité générale. «Wir schüttelten ungläubig den Kopf», avoua plus tard HEIM (1908), et nul ne voulut perdre son temps ou risquer sa réputation à discuter, même pour la contredire, une conception aussi téméraire.

Ainsi pendant 8 ans aucun géologue alpin n'exploita les immenses possibilités nouvelles qui s'ouvraient, sauf BERTRAND lui-même. Dans ses travaux sur les montagnes de Provence, il montra que leurs «îlots» triasiques ou jurassiques étaient des reliques de plis couchés, et non, comme on l'avait cru, des écueils dans la mer crétacée; c'est à cette occasion que le mot *nappe* est utilisé pour la première fois dans son sens tectonique moderne de corps allochtone de grande dimension (BERTRAND

1889, p.239). Un vivant portrait de l'œuvre et de la personnalité exceptionnelles de MARCEL BERTRAND (1847-1907) se trouve dans le livre de BAILEY (1935); cet ouvrage contient aussi d'intéressants renseignements sur les débuts de la théorie des nappes dans les Alpes, et en particulier (p.78-83) une analyse très fine des relations scientifiques entre BERTRAND et SCHARDT et de l'originalité de leurs découvertes respectives. Il nous suffit d'y renvoyer le lecteur, en ajoutant que nos propres recherches confirment entièrement les conclusions très équilibrées de BAILEY.

A la même époque, TÖRNEBOHM (1888) mit en évidence les énormes chevauchements, d'au moins 100 km, des Calédonides de Scandinavie. Comme celle de BERTRAND, la découverte du grand géologue scandinave, trop en avance sur son temps, semble avoir dépassé la capacité d'assimilation de ses contemporains, et son influence directe fut minime.

Aussi la théorie des nappes ne prit-elle son véritable départ que quelques années plus tard, dans les Préalpes, grâce aux travaux extrêmement remarquables de SCHARDT, bientôt secondé par LUGEON. Et ce n'est pas diminuer les mérites des précurseurs que de constater que la découverte de SCHARDT est beaucoup plus qu'une simple réédition des leurs dans un autre lieu. Car l'œuvre de SCHARDT ne se limitait pas à mettre en évidence des chevauchements, mais embrassait et révolutionnait pratiquement toute la gamme des phénomènes géologiques alors connus dans les Alpes. Nous revenons ainsi aux Préalpes, dont nous nous étions provisoirement écartés pour mieux suivre les progrès de la tectonique au 19<sup>e</sup> siècle. Car maintenant, en 1893, les Préalpes vont véritablement entrer dans l'histoire de la géologie.

En conclusion, à l'heure où la découverte des nappes va éclater dans les Préalpes, une multitude de données avaient déjà été accumulées sur la géologie de ces montagnes, tant sur le plan stratigraphique que structural. Pourtant aucune théorie ne paraissait pouvoir intégrer ces données variées en un tout cohérent. Au contraire, l'impression qui se dégage des Préalpes telles qu'on les connaissait au début de 1893 est celle d'un *chaos*: chaos tectonique d'abord, avec la multiplication forcée des plis en champignon pour expliquer les recouvrements anormaux avec une translation minimale; chaos paléogéographique ensuite, car la juxtaposition et l'interpénétration de terrains contemporains de faciès très différents menait à un invraisemblable réseau de sillons bathyaux découpant des plateformes côtières et de récifs jaillissant des mers profondes.

Tableau: *Translations horizontales maximales estimées possibles à la surface de la terre.*

Amplitude de la translation:	Auteur et date:
15 km	{ (ESCHER 1841) HEIM 1878
40 km	
~100 km	{ TÖRNEBOHM 1888 SCHARDT 1893 LUGEON 1902
1000-10000 km	
	{ WEGENER 1915 ARGAND 1924