

Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 23 (1970)
Heft: 2

Artikel: Étude pétrographique des opiolites et des granites du flysch des Gets (Haute-Savoie, France)
Autor: Bertrand, Jean
Kapitel: 6: Conclusions générales
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-739139>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

SIXIÈME PARTIE

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Parvenu au terme de cette étude, nous allons nous efforcer d'en rappeler les résultats principaux et d'en tirer certains enseignements. Sur ce dernier point, il est bon de souligner que nous entrons là dans un domaine purement hypothétique et qu'il ne faut en aucun cas attribuer un caractère définitif aux idées qui sont avancées. Ne pas faire cette restriction, connaissant l'exiguïté des affleurements, le manque de relations entre les divers faciès observés et les rapports complexes des roches cristallines avec le milieu sédimentaire encaissant, serait faire preuve de témérité.

S'il ne fait aucun doute que de nombreux vestiges d'une activité ophiolitique sont associés aux séries de type flysch du secteur des Gets, il reste à entrevoir :

- *Quelles étaient les relations primitives entre ces roches volcaniques (dans l'espace et dans le temps).*
- *Par quelles éventuelles transformations ces roches ont pu être affectées (métamorphisme, problème des spilites).*
- *Quel a été leur mode d'association aux sédiments encaissants actuels.*

1. RELATIONS PRIMITIVES DES ROCHES VOLCANIQUES

Rappelons tout d'abord brièvement quelle est la nature des diverses roches cristallines observées et quelles relations peuvent exister entre chacune d'elles.

a. Granites et arkoses, en lames d'importance très variable :

- associés, par contact non tectonique, à des épanchements diabasiques et surtout à des brèches diabasiques hématitiques ;
- sans liaison avec la roche volcanique.

b. Formations diabasiques typiquement rattachées à des coulées de laves sous-marines (laves en coussins, brèches formées in situ, hyaloclastites, injections, filons), en lentilles minuscules, sauf au Vuargne. Ces roches ne montrent jamais de contact direct ni avec le granite, ni avec les serpentinites.

c. Diabases et gabbros en liaison plus ou moins étroite avec les serpentinites (« en place » à la Mouille-Ronde, en inclusions diverses dans l'ultramafite).

d. *Serpentinites* (divers faciès).

e. *Formations particulières* résultant de remaniements divers ayant affecté les roches de l'une ou l'autre des catégories mentionnées ci-dessus mais avec lesquelles elles ne présentent pas de relations apparentes (conglomérat-microconglomérat à éléments diabasiques; brèche fine à éléments sédimentaires et diabasiques; conglomérat à éléments diabasiques, granitiques et sédimentaires; brèche ophiolitique; ophicalcites).

Les mesures géochronométriques effectuées sur les granites (par la méthode du « *plomb total* ») ont montré que les roches acides ne sont pas contemporaines des ophiolites et qu'elles appartiennent sans aucun doute au *cycle hercynien* (tels les granites des Préalpes romandes et ceux, associés aux « argille scagliose », de la nappe de Ligurie).

R. CHESSEX, M. DELALOYE et M. VUAGNAT (1968) ont déjà relevé le problème paléogéographique posé par cette association d'écailles paléozoïques aux ophiolites mésozoïques. En effet, il est communément admis que le volcanisme ophiolitique s'est manifesté en milieu géosynclinal, zone dans laquelle l'écorce terrestre est très réduite ou même inexistante. On a jusqu'alors invoqué des éboulements, des glissements, des actions tectoniques pour tenter d'expliquer la présence de ces lambeaux granitiques. Au cours de cette étude, un point nous a paru certain: *le contact roche acide-diabases est primaire* (cela est évident dans les pentes du Bouvier où l'une des lames de granite est manifestement « enrobée » par les diabases). On ne peut alors s'empêcher de penser que les manifestations volcaniques ont peut-être été la cause du fractionnement d'un soubassement ancien. Un tel volcanisme se serait développé en bordure du géosynclinal, dans une zone où l'écorce terrestre n'aurait pas encore totalement disparu.

D'autres arguments plaident en faveur de cette dernière hypothèse:

- Le caractère arkosique du granite.
- L'érosion presque complète (à la Rosière):
 - a) de la série sédimentaire primairement associée au granite;
 - b) d'un premier épisode diabasique.
- Le type particulier de la diabase directement associée au granite (au Plenay), diabase qu'aucun indice ne permet d'attribuer avec certitude à des épanchements sous-marins.

Ce sont là des caractères propres à une zone soumise à une alternance de périodes d'émersion et d'immersion, conditions précisément réalisables en bordure d'un sillon.

Une subsidence ultérieure aurait permis aux importantes masses de brèches diabasiques hématitiques (qui résultent du démantèlement de coulées sous-marines) de se mettre en place.

Il faut remarquer que ces considérations ne doivent pas exclure d'autres processus de mise en place pour les écaïlles granitiques qui apparaissent non associées à la roche volcanique.

Quant aux coulées subaquatiques typiques, elles se sont vraisemblablement développées dans une partie plus profonde du géosynclinal, les granites n'étant jamais associés directement aux produits de telles manifestations ; ce n'est que dans certaines formations détritiques particulières (conglomérat-microconglomérat à éléments diabasiques ; conglomérat à éléments diabasiques, granitiques et sédimentaires) que de rares débris granitiques peuvent apparaître au côté de fragments de laves en coussins.

Nous avons donc séparé les formations diabasiques mentionnées jusqu'ici des diabases (et des gabbros) observés en liaison plus ou moins étroite avec les serpentinites. Cette distinction s'intègre bien à l'hypothèse généralement admise qui tend à considérer, dans un cycle orogénique, les éruptions de laves basiques, qui ont lieu durant la phase géosynclinale, et les intrusions plutoniques, associées à la montée des ultramafites, qui accompagnent les premiers stades de plissements.

Reste alors à préciser :

- 1) *Les liens éventuels entre ces deux types bien différents d'activité magmatique.*
- 2) *Pour ce qui est de l'activité intrusive associée aux premiers plissements, quels sont les rapports entre serpentinites, gabbros et diabases.*

Sur le premier de ces points, il semble qu'il faille envisager l'existence de deux domaines d'activité bien distincts. En effet, mises à part quelques inclusions tectoniques, les produits des effusions sous-marines n'apparaissent jamais associés ni aux serpentinites ni aux gabbros et diabases intrusives. Cette dernière trilogie se serait mise en place dans une région correspondant à une partie encore plus profonde du géosynclinal (l'absence des moindres indices de granites associés aux termes de cette phase pourrait être interprétée comme une confirmation de cette hypothèse).

Préciser les relations entre serpentinites et les gabbros et diabases qui leur sont associés est une tâche ingrate.

Nous savons que des fragments de gabbros et de diabases apparaissent inclus dans l'ultrabasite mais l'incertitude demeure quant à leurs modes de mise en place : intrusions, inclusions tectoniques, voire même différenciations dans certains cas. Rappelons toutefois les quelques vestiges de filons diabasiques observés dans la serpentinite, ainsi qu'un contact visiblement primaire entre celle-ci et la diabase (*point 5*, la Mouille-Ronde) ; dans ces derniers cas seulement, l'antériorité de l'ultrabasite est certaine.

En ce qui concerne les rapports entre gabbros et diabases associés aux serpentinites, deux observations parlent en faveur de l'antériorité des gabbros :

- a) les inclusions de gabbros dans la diabase (la Mouille-Ronde);
- b) le filon de diabase recoupant le gabbro (le ruisseau des Bounaz).

De toute manière, d'après les données dont nous disposons et tant que demeurent, d'une part les incertitudes concernant l'origine même des serpentinites, et d'autre part les doutes au sujet des conditions de mise en place des inclusions dans ces dernières (filons recoupant l'ultrabasite ou écaillés tectoniques arrachées lors de la montée de celle-ci), il est préférable d'admettre l'existence de rapports complexes entre ces diverses roches, ce qui d'ailleurs ne s'éloigne pas nécessairement de la vérité.

Ayant distingué deux types d'activité magmatique bien distincts, nous avons envisagé jusqu'ici quels pouvaient avoir été leurs rapports dans l'espace. *Que peut-on dire de leurs relations dans le temps?*

L'une de ces activités (celle en liaison plus ou moins étroite avec les serpentinites) a pu être datée grâce à plusieurs mesures géochronométriques effectuées par la méthode K/A. D'après les résultats obtenus, cette activité paraît s'être développée durant le Jurassique surtout pour se terminer au Crétacé supérieur.

Quant aux autres manifestations magmatiques, auxquelles correspondent avant tout les épanchements diabasiques sous-marins et les diabases associées au granite, il n'a pas été possible de les dater par les méthodes géochronométriques (diabases essentiellement albito-chloritiques). Tout au plus sait-on qu'à la Rosière (pentes du Bouvier), de telles diabases se sont épanchées sur les vestiges de la couverture sédimentaire primitive du granite, couverture formée par une série très réduite d'âge génériquement liasique (voir C. et P. ELTER, C. STURANI et M. WEIDMANN 1966, p. 329).

Cette activité se serait donc manifestée plus ou moins simultanément à la précédente (mais dans une autre partie du géosynclinal) et il est probable qu'elle se soit aussi étendue sur une période assez longue.

En résumé, les roches cristallines du secteur des Gets se rattachent à deux cycles bien distincts :

- *Le cycle hercynien avec granites et arkoses.*
- *Le cycle ophiolitique avec serpentinites, gabbros et diabases.*

Dans ce dernier, nous avons distingué :

- a. les diabases plus ou moins directement rattachées à des épanchements subaquatiques;
- b. les gabbros et diabases qui paraissent associés à la montée des ultramafites sans qu'il soit possible d'établir un ordre de succession précis entre chacune de ces roches.

Rappelons que F. JAFFÉ (1955) avait proposé un schéma quelque peu différent puisque, pour cet auteur, une phase spilitique (avec gabbro et diabases) faisait suite au granite (d'âge hercynien?) alors que la phase ultrabasique (avec serpentinites, ophisphérites et roches connexes) marquait la fin du cycle ophiolitique.

Plusieurs arguments nous ont permis de démontrer que les serpentinites de la région étudiée dérivait de péridotites et non pas de roches diabasiques et gabbroïques préexistantes comme l'avait admis JAFFÉ; on ne peut donc plus attribuer ces serpentinites à l'existence d'une phase ultrabasique tardive. D'autre part, s'il est permis d'envisager une phase spilitique, celle-ci ne pourrait se rapporter qu'aux effusions diabasiques sous-marines; en effet, on rencontre encore, parmi les roches plus ou moins associées aux serpentinites, des gabbros et des diabases à plagioclase calcique.

2. LES TRANSFORMATIONS PRÉSENTÉES PAR LES OPHIOLITES

(métamorphisme, problème des spilites)

Jusqu'alors nous avons été amenés à attribuer les diabases et gabbros étudiés à deux types d'activité magmatique bien distincts en ne faisant pour ainsi dire pas appel à la composition minéralogique de ces roches. Si l'on tient compte de cette dernière, nous en arrivons aussi à grouper diabases et gabbros en deux catégories principales comprenant:

a. *Les diabases plus ou moins directement rattachées à des épanchements sub-aquatiques (et les faciès qui en dérivent), diabases caractérisées par leur composition albitochloritique.*

Ceci nous amènera à parler du problème des spilites.

b. *Les gabbros et diabases associés aux serpentinites, ou qui paraissent l'avoir été, et qui présentent les compositions minéralogiques variées que l'on sait.*

Dans cette seconde catégorie il convient de distinguer:

- 1) les fragments de diabases et gabbros, franchement inclus dans l'ultramafite, caractérisés par leurs paragenèses minérales variées (décrites dans la troisième partie de ce travail).
- 2) Les diabases et gabbros « en place », à la Mouille-Ronde, liés de façon moins évidente à l'ultrabasite et qui se distinguent, par leurs compositions minéralogiques, à la fois des diabases appartenant à la catégorie a. et des fragments inclus dans les serpentinites.

Nous ferons donc quelques remarques à propos des diverses transformations métamorphiques observées.

2.1. *Les diabases albito-chloritiques*

Par leur composition minéralogique (albite, chlorite, sans ou avec hématite) et chimique, ces diabases répondent parfaitement à la définition des spilites (roches caractérisées par la présence d'albite ou d'albite-oligoclase, de chlorite remplaçant souvent les minéraux ferro-magnésiens, ce qui se traduit par des teneurs en CaO et Na₂O respectivement plus faibles et plus fortes que celles des basaltes et diabases « normaux » auxquels ces roches correspondent d'après leur teneur en silice et leurs structures).

Il est bien connu que le problème de l'origine des spilites fait encore l'objet de nombreuses controverses entre les auteurs. On trouvera dans l'ouvrage de F. J. TURNER et J. VERHOOGEN (1960) une bonne synthèse des divers courants qui se font face.

En fait, les hypothèses invoquées pour justifier la composition spilitique peuvent se ramener aux trois théories suivantes :

- 1) Des contaminations ou des différenciations ont affecté le magma basaltique « normal » avant son épanchement et sont à l'origine de la *spilitisation* (théorie du magma spilitique).
- 2) Le caractère spilitique n'apparaît qu'au moment de l'épanchement et de la consolidation du magma. Cette théorie s'applique avant tout aux coulées sous-marines, ou s'épanchant dans des boues encore gorgées d'eau, des interactions entre la lave et l'eau de mer étant alors responsables de la *spilitisation*.
- 3) La *spilitisation*, bien ultérieure à la mise en place des coulées, s'est développée à la suite d'un enfouissement de ces dernières. Les spilites correspondraient ainsi à des roches affectées par un certain métamorphisme régional.

Relevons que dans une étude très récente sur les Grès de Taveyanne (1968), J. MARTINI a pu démontrer :

- Qu'un plagioclase basique pouvait avoir été remplacé par une albite apparemment fraîche (les anciennes zonations étant résorbées) sans que la structure primitive de la roche soit modifiée.
- Que dans certains cas l'existence d'un échange entre Ca et Na est certaine (il est toutefois impossible de connaître avec exactitude l'origine du Na).

Ainsi, les principaux arguments avancés pour ne pas voir dans les spilites des roches métamorphiques (préservation de la structure, fraîcheur de l'albite, enrichissement en soude) ne seraient plus valables. Toutefois MARTINI précise bien que dans des conditions de forte pression de vapeur d'eau et de température relativement basse, conditions réalisées dans le cas particulier des épanchements subaquatiques, la possibilité d'un développement primaire de l'albite et de la chlorite ne doit pas être exclue.

Pour les coulées sous-marines, il faut donc envisager que la *spilitisation* peut être l'aboutissement de deux processus bien différents qui pourraient d'ailleurs fort bien se superposer.

Dans la région qui nous intéresse, il est particulièrement difficile d'attribuer à ces diabases albito-chloritiques une origine plutôt qu'une autre. En effet, l'histoire géologique de ces écailles de roches volcaniques, tout comme l'origine paléogéographique des séries sédimentaires qui les entourent, demeurent encore très incertaines, si bien qu'il est difficile de dire si oui ou non les conditions de surcharge nécessaires au développement d'un tel métamorphisme ont été réalisées. Sans nous prononcer catégoriquement en faveur de l'une ou l'autre des deux origines possibles de ces diabases albito-chloritiques, nous relèverons quelques points particuliers :

- La présence de sédiments enrichis en soude au contact de ces diabases (au Vuargne, au Farquet) pourrait être interprétée comme un argument en faveur d'une *spilitisation primaire* ou contemporaine de la consolidation du magma. Cependant, il faut remarquer que des sédiments plus ou moins albitisés s'observent aussi associés (ou au voisinage) à des diabases ou gabbros visiblement non spilitiques à l'origine (la Mouille-Ronde, le ruisseau des Bounaz).
- Au Plenay, la composition actuelle de la diabase surmontant le granite (diabase particulière il est vrai) est nettement secondaire.
- L'existence de stilpnomélane, observé très accidentellement dans une diabase formant un vestige de filon dans les laves en coussins (au Vuargne), dans un granite arkosique apparaissant en blocs non en place au ruisseau des Bounaz, mais surtout associé aux sédiments plus ou moins albitisés qui accompagnent les ophiolites de la Mouille-Ronde.

Soulignons que la présence de ce minéral n'exclut pas nécessairement une composition albito-chloritique primaire, le stilpnomélane seul pouvant s'être développé à la suite d'un métamorphisme ultérieur.

- L'aspect satiné, lustré, de plusieurs des niveaux schisteux encaissant les roches cristallines pourrait bien être l'indice d'un certain métamorphisme (hypothèse déjà envisagée par divers auteurs). Dans cette optique, il serait intéressant de poursuivre les quelques études déjà entreprises par B. KUBLER sur le degré de cristallinité de l'illite dans ces terrains (voir aussi Ch. CARON et M. WEIDMANN, 1967, p. 394).
- Les paragenèses minérales des diabases plus ou moins directement rattachées aux épanchements subaquatiques correspondent à celles du faciès à chlorite tel que l'a défini Y. SEKI (1961). Ce faciès, le moins métamorphique d'une série caractérisée par une pression élevée par rapport à la température, comprend en effet les minéraux suivants: quartz, albite, chlorite, stilpnomélane, séricite, calcite, hématite, sphène.

2.2. *Les diabases (et gabbros) associés aux serpentinites ou qui paraissent l'avoir été*

La présence, dans certaines de ces roches, d'un plagioclase calcique démontre que la composition spilitique qui apparaît parfois n'est, dans ce cas, pas primaire.

a) *Les fragments franchement inclus dans les serpentinites*

Nous savons que, lorsqu'elles ne sont pas chloritisées, ces inclusions témoignent de nombreux réajustements minéraux. Nous avons déjà développé, dans les conclusions de la troisième partie de ce travail, les hypothèses qui doivent être envisagées pour expliquer de telles transformations.

C'est pourquoi nous ne ferons qu'insister ici sur le fait que les diverses compositions minéralogiques observées ne sont pas la conséquence d'un enfouissement plus ou moins important de ces enclaves, mais bien le reflet d'adaptations aux conditions physico-chimiques particulières et variées qui ont dû caractériser leur milieu encaissant.

Relevons cependant que ces conditions ont été celles qui se trouveraient réalisées, dans le cas d'un métamorphisme régional, dans un domaine compris entre la surface du globe terrestre (absence de transformation) et l'épizone supérieure (présence d'actinote-trémolite et d'épidotes).

b) *Les diabases et les gabbros qui apparaissent « en place » à la Mouille-Ronde*

Rappelons que si l'on a admis que ces roches ont sans doute été aussi associées à la mise en place de l'ultramafite, leur liaison avec cette dernière est actuellement moins évidente que pour les fragments mentionnés ci-dessus en a). De plus, ces diabases et gabbros (ainsi que la brèche ophiolitique) se distinguent par leurs compositions minéralogiques, soit des variétés semblables mais franchement incluses dans les serpentinites, soit des diabases associées aux effusions sous-marines.

En effet, si les diabases et gabbros « en place » à la Mouille-Ronde montrent souvent une composition albito-chloritique (les diabases surtout, les minéraux ferromagnésiens étant nettement mieux préservés dans les gabbros), il apparaît que ce caractère s'est développé secondairement, comme le prouve la persistance de termes à hornblende brune ou pyroxène, minéraux parfois encore associés à un plagioclase non albitique. D'ailleurs, d'autres indices évidents de métamorphisme parlent en faveur du caractère secondaire d'une telle composition :

- *La présence d'épidote*, par places assez abondante, et que l'on n'observe jamais dans les diabases albito-chloritiques non associées aux serpentinites.
- *Les développements d'actinote-trémolite* qui, associés à la chlorite, peuvent se substituer à la hornblende ou au pyroxène.
- *Les développements*, très rares, mais indubitables, *d'amphibole bleue* observés dans des éléments de la brèche ophiolitique et dans les gabbros.

- *La formation de stilpnomélane*, en quantité parfois importante, dans les sédiments particuliers, plus ou moins albitisés, dont l'association primaire avec les ophiolites ne fait aucun doute.

Ces caractères posent donc certains problèmes.

Ainsi, si l'on peut admettre que ces roches étaient primitivement de nature comparable à celles qui forment les inclusions dans les serpentinites, pourquoi ne présentent-elles pas les mêmes composition minéralogiques? Non soumises à certaines actions métamorphiques autres que celles affectant les fragments de diabases et de gabbros inclus dans l'ultrabasite, il semble que l'on devrait retrouver dans ces roches « en place », soit les mêmes paragenèses minérales que celles observées dans ces inclusions, soit des diabases et gabbros frais tels qu'ils apparaissent dans certaines enclaves.

Mais d'autre part, si l'on peut envisager que ces roches « en place » témoignent d'un certain métamorphisme, pourquoi quelques variétés identiques, mais formant des inclusions dans les serpentinites, auraient-elles été épargnées puisque demeurées quasiment fraîches (lorsque la chloritisation ne les a pas affectées)?

Comment expliquer ces différences ?

Il semble que l'on puisse envisager que les fragments inclus dans l'ultrabasite ont été préservés d'un tel métamorphisme (de caractère régional celui-là) par leur entourage de serpentinite; dans le cas des ophisphérites, l'enveloppe externe chloritisée a peut-être aussi contribué à une telle « isolation ».

Par contre, les diabases et gabbros de la Mouille-Ronde, ainsi que la brèche ophiolitique, moins bien emballés dans la serpentinite, n'auraient pas été affectés aussi intensément par les transformations propres aux inclusions dans l'ultramafite mais d'autre part, moins bien protégés, auraient pu subir les effets d'un métamorphisme régional.

On pourrait alors attribuer aux transformations propres aux roches incluses dans les serpentinites:

- *Certaines cristallisations d'épidote* (d'autres paraissant nettement plus tardives).
- *Les rares développements d'amphibole bleue* (peut-être liés à un éventuel contact tectonique entre ces ophiolites et l'ultrabasite).
- *La présence d'actinote-trémolite.*

Par contre, la nette tendance au caractère albito-chloritique, de même que la formation du stilpnomélane dans les sédiments primaires associés aux ophiolites, seraient attribuables au métamorphisme régional.

Mais une fois encore, ne connaissant pas avec certitude ni la provenance exacte de ces roches, ni leur mode de mise en place, ni le domaine paléogéographique originel

des sédiments qui les entourent actuellement, il est très difficile de dire si les conditions requises pour un tel métamorphisme ont pu être réalisées.

C'est pourquoi nous tenons à insister sur le caractère purement hypothétique des idées émises ci-dessus. Sans doute la réalité ne répond-t-elle pas à un schéma aussi simple.

3. LES RAPPORTS ENTRE ROCHES CRISTALLINES ET SÉDIMENTS ENCAISSANTS

En négligeant pour le moment la question de l'attribution des granites et des ophiolites à une unité structurale plutôt qu'à une autre de l'édifice préalpin, il est possible de dégager certains points essentiels à partir de l'examen des relations réciproques entre terrains sédimentaires et roches cristallines.

En premier lieu, et suivant en cela F. JAFFÉ (1955), nous ne pouvons en aucun cas partager l'opinion de W. J. SCHROEDER (1939) qui considérait les ophiolites comme des épanchements primaires dans les séries encaissantes de type flysch (séries attribuées à la Nappe de la Brèche par cet auteur).

En fait, les roches cristallines constituent des lentilles, d'importance très variable, dispersées dans ces séries ou dans d'autres terrains sédimentaires ne correspondant pas à un flysch (voir plus loin).

Plusieurs arguments viennent à l'appui d'un tel point de vue :

- *L'existence de lames essentiellement granitiques.*
- *La présence des serpentinites associées à des ophiolites qui ne résultent pas de manifestations effusives.*
- *Le caractère lenticulaire et les dimensions souvent très réduites des affleurements.*

A propos de cette dernière particularité, signalons que dans le cadre d'un travail de diplôme en géophysique entrepris sous la direction du professeur C. MEYER DE STADELHOFEN, M. A. GREENISH et P. HOMEWOOD, de l'Université de Lausanne, ont effectué une étude des résistivités apparentes et des anomalies magnétiques sur les ophiolites du ruisseau des Bounaz. Les résultats de ces travaux joints à ceux de quelques mesures effectuées par M. J.-J. WAGNER et nous-mêmes sur d'autres affleurements (La Pierre-à-Feu, le Crêt, le Plenay), confirment le caractère lenticulaire et superficiel des pointements; en effet, les anomalies observées sont toujours extrêmement faibles, voire même inexistantes.

- *La disparité des faciès observés, parfois même dans un voisinage très proche. Ainsi l'association de plusieurs de ces faciès (tel que le conglomérat-microconglomérat à éléments diabasiques accompagné de petites lentilles de brèche diabasique*

hématitique ou encore d'ophicalcite) prouve que les roches cristallines ont pu subir d'importants remaniements bien avant leur mise en place dans leur environnement actuel.

- *L'association, dans plusieurs écailles, de la roche éruptive à des sédiments qui se distinguent nettement des termes du flysch encaissant et qui se retrouvent, souvent identiques, dans divers pointements.* Nous pensons en particulier aux cherts, radiolarites et aux sédiments plus ou moins silicifiés, albitisés (par métamorphisme de contact); se sont là sans aucun doute des faciès qui accompagnaient les ophiolites avant que celles-ci ne soient disséminées sous forme d'écailles dans les séries de type flysch.

Ch. CARON et M. WEIDMANN (1967) qui se sont attachés tout particulièrement à l'étude des flysch de la région des Gets sont parvenus à des conclusions semblables aux nôtres. En effet, ces auteurs pensent que non seulement les roches éruptives, mais aussi diverses roches sédimentaires qui ne peuvent se rattacher à un flysch, apparaissent sous forme de lames, d'olistolites; parfois même de telles roches constitueraient de véritables diverticules.

Nous aimerions faire encore deux remarques :

S'il ne semble pas faire de doute qu'une bonne part des écailles de roches cristallines se sont mises en place directement dans les flysch, d'autres au contraire apparaissent franchement incluses dans une série elle-même complexe dont la plupart des termes correspondent précisément aux roches à faciès non flysch mentionnées ci-dessus. C'est le cas, en particulier, des lentilles d'ophicalcites du torrent du Marderet et de la zone le Crêtet-les Ramus, des lames de granite du bois des Lanches et du Marderet-Calamand et des ophiolites de la Mouille-Ronde sans doute. Selon la terminologie employée par Ch. CARON et M. WEIDMANN, les principaux termes d'une telle série sont les suivants: calcaires fins, schistes à palombini, « argiloscisti », réunis dans une *Série à calcaires fins* par ces auteurs.

En plusieurs autres affleurements, si les ophiolites ne sont pas directement associées à ces faciès, tout au moins s'observent-elles à proximité de ces derniers.

Enfin, nous voudrions relever qu'il est peut-être inexact de considérer tous les affleurements de roches cristallines comme de véritables olistolites, c'est-à-dire comme des lentilles mises en place selon un processus sédimentaire (écailles glissant, à partir d'une ride, dans un bassin de sédimentation). En effet, dans le cas des affleurements de serpentinite, ou lorsque l'ultrabasite est associée aux autres ophiolites, on ne peut exclure l'hypothèse d'une liaison exclusivement tectonique (écailles entraînées le long de plans de chevauchement, etc.) entre ces ophiolites et leurs sédiments encaissants actuels.

4. POSITION STRUCTURALE ET DOMAINE PALÉOGÉOGRAPHIQUE ORIGINEL DES ROCHES CRISTALLINES DE LA RÉGION DES GETS

Le problème de l'attribution des roches cristallines de la région des Gets, comme de celles des Préalpes romandes, des klippes de Schwyz ou des écailles des Grisons (zone d'Arosa, etc.), à une unité structurale des Préalpes plutôt qu'à une autre, tout comme d'ailleurs le choix de leur domaine paléogéographique originel, est depuis de nombreuses années, et le restera sans doute encore longtemps, un des points les plus controversés de la géologie alpine.

Avant le travail de W. J. SCHROEDER (1939), l'hypothèse la plus volontiers retenue est que les roches éruptives des Préalpes romandes et du Chablais correspondent au noyau cristallin de la Nappe de la Simme, unité ainsi baptisée par F. RABOWSKY (1920) et qui, dans le Simmental tout au moins, correspond à l'ancienne Nappe rhétique de G. STEINMANN (1905).

Cependant, tel n'est pas l'avis de tous. Ainsi, R. STAUB (1924) et J. CADISH (1934) envisagent la possibilité d'une relation mécanique entre les radiolarites de la Nappe de la Simme et les ophiolites; cela incite le premier de ces géologues à envisager l'existence d'une unité bien distincte: la Nappe des ophiolites.

En 1933, M. GIGNOUX et L. MORET émettent l'hypothèse que les roches vertes de la région des Gets pourraient provenir du Versoyen (idée assez séduisante car une telle zone, non seulement située dans l'axe des Préalpes du Chablais, n'en est pas trop éloignée) et M. GIGNOUX (1936) doute de l'individualité de la Nappe de la Simme.

En 1939, W. J. SCHROEDER considère les ophiolites de la région des Gets et celles des Préalpes romandes comme des épanchements dans le flysch de la Nappe de la Brèche (flysch dont l'âge serait Crétacé tout à fait supérieur à Paléocène); cet auteur envisage d'autre part une origine briançonnaise pour cette unité.

Pour F. JAFFÉ (1955), les roches cristallines du Chablais et des Préalpes romandes n'appartiennent ni à la Nappe de la Simme, ni à celle de la Brèche. Ces roches, accompagnées de leurs sédiments particuliers, sont les rares témoins épargnés par l'érosion d'une grande unité ayant couronné l'édifice préalpin et dont l'origine serait plus interne que celle des Nappes de la Brèche et de la Simme. Cette unité pourrait alors correspondre, avec les écailles de Schwyz et d'Arosa, à l'ancienne Nappe rhétique de STEINMANN ou à la Nappe des ophiolites de STAUB.

En 1955, R. TRÜMPY soutient l'idée de JAFFÉ et admet que l'origine d'une telle unité pourrait éventuellement se rechercher dans le domaine piémontais.

Par contre, P. FALLOT (1956) attribue les flysch des Gets à la Nappe de la Simme.

Entre 1961 et 1964, paraissent les résultats de plusieurs travaux consacrés tout spécialement à l'étude des flysch des Gets. Ces études ont été entreprises par Ph. BERNHEIM et J. HAAS et leurs principaux résultats, dont certains inédits, ont été discutés en collaboration avec A. GUILLAUME. Nous en retiendrons quelques points importants:

- Pour la première fois, des séries de type flysch d'âges différents (crétacés) sont distinguées au-dessus des formations de la Nappe de la Brèche (tout au moins dans la région considérée ici, puisque R. CHESSEX (1959) prouve déjà l'existence d'une unité supérieure à celle de la Brèche, dans le secteur plus oriental de la haute vallée d'Abondance).
- Ces séries sont réparties en deux ensembles bien distincts. L'un (flysch I et II) doit être considéré, en partie tout au moins, comme représentant la suite de la série stratigraphique de la Nappe de la Brèche; l'autre (flysch III, IV, V) forme une série continue reposant en contact anormal sur le précédent.
- Il existe donc un *ensemble charrié* sur la Nappe de la Brèche, ce qui ne va pas sans poser certains problèmes paléographiques. En particulier, s'agit-il de la Nappe de la Simme ou d'une autre unité ?
- L'hypothèse d'une unité différente (à laquelle appartiendrait aussi les zones à roches vertes des Préalpes romandes, les klippes de Schwyz et des Grisons) est choisie. Le cadre paléogéographique originel de cette unité pourrait se situer à la marge interne des futures Préalpes franco-suisse, ce qui rejoint les idées de TRÜMPY (1960) et d'autres. Par rapport à ce bassin, celui de la Simme serait plus interne (austro-alpin).
- Il existe de grandes analogies entre les problèmes posés par les flysch des Gets et ceux des séries ligures et apennines; ce qui amène les auteurs précités à envisager une possible liaison entre le bassin des Gets et celui du Genovesato (sont mentionnés, à l'appui de cette hypothèse, les quelques lambeaux de séries crétacées internes observés sur le Pennique et sur le Briançonnais).
- Les ophiolites apparaissent surtout dans le flysch III, parfois dans le flysch IV, et leur présence est possible, mais en tout cas plus rare, dans le flysch I (rappelons que d'après SCHROEDER, les roches éruptives s'observent généralement à la base du flysch de la Nappe de la Brèche).

Récemment, G. et P. ELTER, C. STURANI et M. WEIDMANN (1966) se sont attachés à relever les nombreuses similitudes existant entre l'Apennin septentrional, le Montferrat, la partie insubrienne des Alpes piémontaises et la Nappe de la Simme sensu lato des Préalpes romandes et chablaisiennes. Dans cette dernière, prise dans un sens large, la « Nappe des Gets » (avec ses lentilles cristallines diverses) est considérée comme une sous-unité bien distincte comme le sont la Nappe de la Simme sensu stricto des anciens auteurs et celle du Flysch à Helminthoïdes (ou du Platten-flysch).

Ces auteurs relèvent à nouveau les grandes affinités existant entre les flysch de la Nappe de la Simme sensu lato et les termes les plus typiques de certaines unités ligures de l'Apennin septentrional (analogies particulièrement marquées entre les séries du Monte Cassio-Monte Caio et les flysch de la Nappe des Gets) et considèrent

que de telles ressemblances impliquent l'existence de grandes analogies entre bassin ligure d'une part et bassin de la Simme sensu lato d'autre part. Ainsi, par comparaison, l'ensemble des Gets serait lié paléogéographiquement à la surrection d'une ride dans le bassin de la Simme, ride de caractère semblable à celle du Bracco dans le bassin ligure de l'Apennin. La patrie de la Nappe de la Simme devrait donc coïncider avec la prolongation de ce bassin ligure dans le bâti structural alpin. Les roches mésozoïques restées en place dans le Canavese sont les témoins de cette prolongation.

Il faut relever que ce point de vue n'est pas en accord avec celui de R. TRÜMPY (R. HANTKE et R. TRÜMPY, 1964; R. TRÜMPY, 1965) qui envisage de séparer de la Nappe de la Simme les flysch des Gets pour en faire une unité indépendante: la « Nappe du col des Gets » dont les pendants orientaux seraient la Nappe de la Platta et la zone d'Arosa des Alpes de Schwyz et des Grisons. TRÜMPY enracine (avec quelques doutes) cette Nappe du col des Gets dans le Pennique supérieur.

Nous mentionnerons enfin l'étude entreprise par Ch. CARON et M. WEIDMANN (1967) sur l'ensemble des flysch de la région des Gets car ses résultats définissent particulièrement bien l'environnement sédimentaire des roches cristallines étudiées dans le présent travail.

De cette étude, nous retiendrons les points suivants:

- Diverses formations litho-stratigraphiques ou lithologiques surmontent les formations de la Nappe de la Brèche mais seules quelques unes de ces subdivisions appartiennent à cette unité; un « Complexe chaotique » (empruntant ses éléments à la fois à la Nappe sous-jacente et à l'ensemble supérieur charrié) sépare ces dernières des termes supérieurs allochtones.
- Parmi ces unités allochtones, dont les séries présentent des caractères propres à la Nappe de la Simme sensu lato définie plus haut, certaines n'apparaissent qu'en position frontale. D'autres au contraire, structuralement plus élevées par rapport aux précédentes, n'occupent que des secteurs centraux ou internes de la vasque synclinale de la Nappe de la Brèche et déterminent un « Ensemble supérieur » complexe, auquel sont précisément associées les roches cristallines.
- Une très grande complexité caractérise cet « Ensemble supérieur ». Les divers termes que l'on peut y distinguer (uniquement sur des critères lithologiques) ne présentent de loin pas un ordre de succession précis. Ces termes sont les suivants:
 - a. Une *Série à calcaires fins* groupant un certain nombre de faciès à affinités ligures et qui ne correspondent pas à un flysch (ces faciès ont déjà été énumérés dans le paragraphe traitant des rapports entre roches cristallines et sédiments encaissants). L'absence d'un ordre de succession précis, comme le manque de continuité de chacun de ces faciès, permettent de penser que l'on est en présence d'olistolites. Les lames granitiques et ophiolitiques font partie de cette série.

- b. Une *Série schisteuse* représentée par un flysch schisteux, satiné, brun, gris ou noir, comprenant des passées de schistes siliceux bariolés et des niveaux gréseux. Les divers termes de la série précédente (dont les roches cristallines) apparaissent « emballés » dans ce flysch.
- c. Des *Séries gréseuses*, certaines bien individualisées, mais rencontrées en positions variées (stratigraphiques? tectoniques?) par rapport aux deux autres séries. Il s'agit d'un flysch formé par des grès moyens à grossiers comprenant parfois des niveaux microconglomératiques ou des intercalations locales de poudingue polygénique grossier du type Mocausa.

(Ces trois séries correspondent approximativement aux flysch III, IV et V définis par Ph. BERNHEIM et J. HAAS).

- Cet « Ensemble supérieur », considéré comme un élément allochtone, présente une nette individualité au sein de la Nappe de la Simme sensu lato. Il correspond à la « Nappe des Gets » définie dans C. et P. ELTER, C. STURANI et M. WEIDMANN (1966), sous-unité caractérisée avant tout par ses lames de roches cristallines. Mais, pour le moment, faute de comparaisons avec les Préalpes romandes, les klippen de Schwyz ou les écaillés des Grisons, une telle désignation est surtout valable dans le Chablais.
- Si, dans le Chablais, la « Nappe des Gets » définie ci-dessus et la « Nappe du col des Gets » de TRÜMPY se confondent en une seule et même unité, on relève à nouveau que, suivant l'un et les autres de ces auteurs, l'appartenance tectonique d'une telle unité, comme son origine paléogéographique, ne sont pas les mêmes.
- Enfin, tout au moins dans la région étudiée, la Nappe de la Simme sensu lato apparaît comme l'unité la plus élevée de l'édifice préalpin.

Après cette revue des diverses hypothèses émises quant à la position tectonique et à l'origine paléogéographique des séries encaissant les roches cristallines de la région des Gets, il apparaît évident qu'il n'appartient pas au géologue pétrographe de trancher en faveur de l'une ou l'autre des opinions avancées.

Nous aimerions toutefois souligner quelques points particuliers.

Les travaux de Ph. BERNHEIM, J. HAAS et A. GUILLAUME, puis celui de Ch. CARON et M. WEIDMANN, confirment d'une manière certaine l'existence de *séries charriées* sur la Nappe de la Brèche.

Ces séries, et en particulier celles de l'« Ensemble supérieur » de Ch. CARON et M. WEIDMANN, ne présentent pas qu'une liaison apparente avec les roches cristallines. En effet, les termes gréseux de telles séries contiennent de rares, mais très nets débris de roches éruptives (de diabases arborescentes et sphérolitiques surtout) comme nous avons pu le constater en examinant diverses coupes minces obligeamment prêtées par Ch. CARON et M. WEIDMANN. Rappelons que l'un des arguments avancés par F. JAFFÉ

(1955, p. 139) pour attribuer les roches cristallines (et leurs sédiments particuliers) à une unité différente de leur flysch encaissant (alors attribué à la Nappe de la Brèche) était l'absence du moindre débris, même microscopique, de roches granitiques ou ophiolitiques dans les termes gréseux de ce flysch. Cet argument n'est donc plus valable.

Si la liaison des roches cristallines avec la *Série à calcaires fins* et la *Série schisteuse* est dans la plupart des cas évidente, il n'en reste pas moins que la position de certains des pointements étudiés, comme celle du Vuargne en particulier, celle des affleurements de la zone du col de la Ramaz ou encore de la région du col de l'Ancrenaz, voire même de la crête des Rochassons, demeure encore mal définie par rapport à ces séries.

Nous pensons que seule une cartographie détaillée couvrant l'ensemble de la vasque synclinale de la Nappe de la Brèche et établie sur la base des nouvelles subdivisions de Ch. CARON et M. WEIDMANN permettrait, soit de préciser, soit peut-être de lever les incertitudes quant à la position de quelques pointements cristallins.

Enfin, il nous semble qu'une étude pétrographique approfondie des flysch de la région des Gets faciliterait sans aucun doute la recherche de la patrie d'origine de ces formations en autorisant des comparaisons plus précises entre ces séries préalpines et des séries alpines de types semblables.

Nous voulons espérer que les données pétrographiques du présent travail seront utiles à ces futures recherches.

*Institut de minéralogie et de pétrographie
Université de Genève.*

BIBLIOGRAPHIE

- AGRELL, S. O. (1939). The adinoles of Dinas Head. *Min. Mag.*, 25, 305-337.
- AMSTUTZ, C. C. (1953). Geochemistry of swiss lavas. *Geochim. et Cosmoch. Acta*, 3, 157-168.
- ARGAND, E. (1910). Sur la racine de la nappe rhétique. *Mat. Carte géol. Suisse*, NS, 24, 2^e partie.
- AVE LALLEMANT, H. G. (1968). Upper Mantle Origin of Alpine-Type Peridotites. Annual Meeting Geol. Soc. Am. (Program with abstracts).
- AVIAS, J. (1949). Note préliminaire sur quelques observations et interprétations nouvelles concernant les péridotites et serpentines de la Nouvelle-Calédonie (secteur central). *Bull. Soc. géol. France* (5) 19, 439-451.
- (1955). Relations minéralogiques et géochimiques entre les serpentines et péridotites de la Nouvelle-Calédonie. *Sc. terre*, n° hors série, Nancy.
- BAILEY, E. B. and W. J. MC CALLIEN (1952). Serpentine lavas, the Ankara melange and the anatolian thrust. *Trans. Roy. Soc. Edin.*, 62/II, 11, 403-442.
- and W. J. MC CALLIEN (1954). External metasomatism associated with serpentine. *Nature*, 174.
- and W. J. MC CALLIEN (1960). Some aspects of the Steinmann trinity mainly chemical. *Quarterly Journ. Geol. Soc. London*, 116, 365-395.
- BARBIER, R. (1948). La prolongation de la zone subbriançonnaise de France en Italie et en Suisse. Ses conséquences pour une corrélation d'ensemble des zones penniques de ces trois pays. *Trav. lab. Geol. Grenoble*, 29.