

# Essai de distinction minéralogique entre les termes fins du flysch helvétique

Autor(en): **Martini, J. / Vuagnat, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **18 (1965)**

Heft 1

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-739174>

## **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.

**J. MARTINI et M. VUAGNAT. — Essai de distinction minéralogique entre les termes fins du Flysch helvétique.**

1. *Introduction.*

Le flysch du domaine helvétique est composé essentiellement d'une alternance de bancs gréseux et argileux. L'étude pétrographique des grès grossiers a permis de reconnaître en Suisse, quatre types de roches principaux (M. Vuagnat, 1952). En adaptant ce mode de subdivision au flysch de la Haute-Savoie, nous pouvons distinguer, de bas en haut dans la série stratigraphique, les formations suivantes définies par leurs grès grossiers:

1. Grès de Taveyanne riches en éléments volcaniques à faciès andésitique (plus de 70% en moyenne). Ce sont les variétés I, II et III de grès de Taveyannaz décrites par l'un de nous (Vuagnat, 1952).

2. Grès de Taveyanne « pauvres » en matériel volcanique (teneur voisine de 50%) de nature semblable à celui des grès I mais particulièrement riches en fragments albito-chloritiques. Ces roches correspondent à la variété IV de la nomenclature de M. Vuagnat mentionnée ci-dessus.

3. Grès du val d'Illiez contenant, en général, près de 20% de matériel volcanique constitué tant par des éléments à faciès andésitique que par des fragments de laves spilitiques en coussins épanchées sous la mer.

4. Grès de Bonneville semblables aux précédents mais beaucoup plus pauvres en matériel volcanique.

Il est aisé de distinguer les roches de ces diverses catégories sous le microscope lorsque le grain est grossier; cette tâche devient en revanche de plus en plus difficile lorsque la taille du grain diminue, la détermination exacte des éléments détritiques caractéristiques devenant aléatoire puis impossible. Or, sur le terrain, les grès grossiers ne sont pas très fréquents: il arrive souvent qu'on ne puisse attribuer avec certitude à telle ou telle catégorie une série composée entièrement de grès fins et de schistes. Une connaissance plus approfondie de ces termes fins permettant de les rattacher aux grandes subdivisions que nous venons d'indiquer serait donc très utile. Cette note a pour but de publier les premiers résultats d'une telle tentative.

L'un de nous (M. V.) avait déjà indiqué en 1952 l'intérêt d'une étude minéralogique des parties fines du flysch nordhelvétique, sans cependant pouvoir la réaliser en raison du manque de techniques adéquates. Disposant maintenant d'un diffractomètre à rayons X permettant des mesures quantitatives, nous avons la possibilité de déterminer la composition minéralogique d'échantillons à grain très fin pour lesquels l'examen microscopique ne donne guère de renseignements.

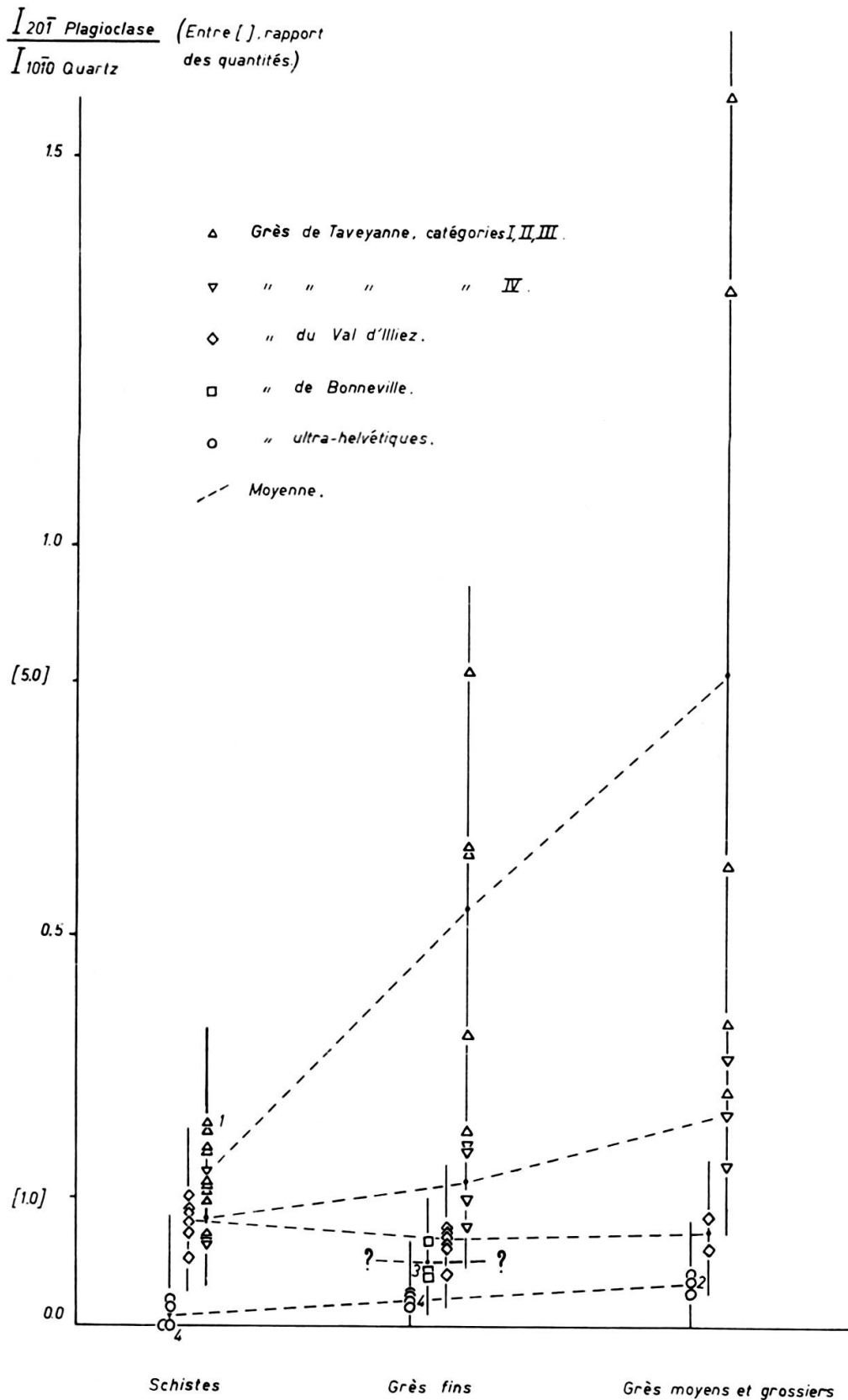
## 2. *Origine du matériel étudié.*

Le matériel étudié dans cette note provient de Savoie; il a été récolté en partie par nous-même, en partie par M. J. Charollais qui a aimablement mis à notre disposition certains échantillons de son travail de thèse. A l'exception d'un échantillon récolté à l'extrémité nord-est du synclinal de Thônes, la matériel des grès de Taveyanne provient de la nappe de Morcles entre Arve et Giffre. Le flysch des grès du val d'Illiez a été échantillonné dans les synclinaux externes du massif des Bornes tandis que les trois spécimens de grès de Bonneville à grain fin ont été récoltés dans la vallée des Aillons (partie sud du massif des Bauges) et près de Thorens, en bordure du bassin mollassique des Bornes. Le flysch ultrahelvétique, plus ancien que les flysch helvétiques, est fréquemment en contact tectonique avec ces derniers car il forme des masses charriées qui les recouvrent. Nous avons, pour cette raison, inclus dans le matériel de cette étude quelques échantillons de flysch ultrahelvétique provenant de la carrière de Fillinges (grès des Voirons), du Wildflysch de la région d'Arâches et de la klippe des Annes.

## 3. *Méthode employée.*

Nous avons vu qu'une des différences essentielles entre les divers types de grès du Flysch helvétique résidait dans le rapport des quantités de matériel d'origine volcanique et de matériel d'origine non-volcanique, ce rapport diminuant des grès de Taveyanne aux grès de Bonneville, or le plagioclase, généralement de l'albite, est le minéral le plus abondant dans le matériel volcanique tandis que le quartz est caractéristique des fragments non volcaniques. Si on admet que les termes fins sont, dans une certaine mesure, comparables quant à leur composition minéralogique aux termes grossiers du flysch, la détermination du rapport albite/quartz permettra d'évaluer l'abondance des éléments volcaniques et par là d'attribuer la roche à une des catégories mentionnées.

Nous nous sommes donc efforcés de déterminer ce rapport albite-quartz au moyen de la diffraction des rayons X en adoptant le processus analytique suivant. La calcite augmentant considérablement le coefficient d'absorption des rayons X doit être éliminée pour améliorer la sensibilité de la méthode, c'est pourquoi l'échantillon est tout d'abord décalcifié à l'acide chlorhydrique. Il est ensuite broyé fin et comprimé en pastille dans une presse hydraulique. Cette pastille est analysée au moyen d'un diffractomètre Philips équipé d'un goniomètre grand angle PW 1050 et d'un dispositif d'enregistrement sur bande de papier; le rayonnement utilisé est celui d'une anticathode de Cu. On détermine ensuite l'intensité des réflexions  $20\bar{1}$  du plagioclase ( $d \cong 4,04 \text{ \AA}$ ) et  $10\bar{1}0$  du quartz ( $d = 4,26 \text{ \AA}$ ) en mesurant la hauteur des pics corres-



*Variation du rapport des intensités en fonction des classes granulométriques*

Les grès de Taveyanne (pris en général) proviennent tous de la nappe de Morcles entre l'Arve et le Giffre, sauf celui portant le n° 1 (synclinal de Thônes). Les grès du val d'Iliez proviennent du N du massif des Bornes. Les grès de Bonneville ont été récoltés dans la vallée des Aillons sauf le n° 3 (Thorens). Les grès ultra-helvétiques ont été échantillonnés dans la carrière de Fillinges excepté les nos 2 (klippe des Annes) et 4 (massif de Platé).

pondants et on fait le rapport de ces deux valeurs; l'ensemble des résultats obtenus a été reporté sur notre figure. Cette manière de procéder est empirique, elle présente le grand avantage d'être simple et rapide.

Théoriquement, le rapport des intensités est directement proportionnel à celui des poids des deux minéraux présents dans l'échantillon; il serait donc facile de calculer ce rapport des quantités pondérales. En fait, un certain nombre de facteurs (orientation des cristaux, granulométrie, etc.) compliquent cette relation et ne permettent pas de l'utiliser avec sécurité. Cependant, nous avons tenté de convertir le rapport des intensités en rapport des poids (seconde échelle de l'axe des y dans la figure) en procédant de la manière suivante. On prépare deux échantillons standard, contenant des proportions connues de quartz et d'albite, de la même manière que les échantillons de flysch afin d'obtenir des facteurs de corrections comparables. On détermine le rapport des intensités albite/quartz dans ces deux étalons; on peut alors multiplier par l'inverse de ce quotient n'importe quel rapport d'intensité pour obtenir un rapport pondéral. Notons que nous avons obtenu la valeur de 6,05 pour le coefficient correctif mentionné ci-dessus.

#### 4. Résultats obtenus.

Nous avons, dans le graphique de la figure, séparé les flysch en trois classes granulométriques: *a*) les schistes, phase très fine et argileuse; *b*) les grès fins, constituant le plus souvent des bancs de faible épaisseur qui alternent avec des schistes dans des séries correspondant grosso modo aux laminites I de Aug. Lombard (1960); *c*) les grès moyens ou grossiers dont la composition minéralogique est aisément déterminable sous le microscope et qui forment des bancs correspondant aux turbidites des auteurs. Nous avons étudié des échantillons de cette dernière catégorie afin de pouvoir comparer directement les données de l'examen microscopique à celles de l'analyse diffractographique. En examinant la figure 1, on peut constater les faits suivants.

1. Dans le groupe des grès grossiers ou moyens la variation du rapport plagioclase/quartz confirme les observations microscopiques: ce rapport diminue lorsque la teneur en matériel volcanique décroît.

Coupe n°	plagioclase	mat. volcanique
	quartz	mat. non volcanique
T. 4 {	117	1,245
	116	2,08
	92	1,64
T. 2 25	8,5	10,8

De plus, le rapport plagioclase/quartz obtenu par diffraction est voisin du rapport matériel volcanique/matériel non volcanique déterminé, sous le microscope par comptage de points (platine Swift). Le tableau ci-dessous contient les résultats obtenus sur quatre échantillons.

2. Une variation du rapport dans le même sens se retrouve dans les termes plus fins; cette corrélation qui semble être évidente pour beaucoup est cependant intéressante à relever. En effet, certains auteurs avancent, dans une étude récente (Beuf, Biju-Duval et Gubler, 1961), l'hypothèse que le flysch des grès de Taveyenne serait formé de deux parties bien distinctes: *a*) le flysch proprement dit, constitué de petits bancs de grès et de schistes dépourvus de matériel volcanique; *b*) les grès de Taveyenne *sensu stricto* se présentant en bancs épais intercalés dans le flysch et résultant d'éruptions volcaniques contemporaines (coulées volcano-détritiques). Les auteurs précités n'étaient pas leur hypothèse par des arguments décisifs et nos résultats semblent infirmer l'idée de cette double origine.

3. Au sein d'une même catégorie de flysch, le rapport plagioclase/quartz diminue lorsque la taille des grains décroît; ainsi, les schistes sont le terme le plus appauvri en albite. Cette relation entre la composition minéralogique et la granulométrie avait déjà été observée pour les termes grossiers par F. de Quervain (1928).

4. La diminution du rapport plagioclase/quartz dans les termes fins a pour effet que, dans le cas des schistes, les valeurs de ce rapport pour les diverses catégories de flysch ont tendance à se rapprocher à tel point que les intervalles de variation se chevauchent. Du point de vue pratique, il est donc préférable d'utiliser les grès fins pour différencier les flysch, il paraît toutefois possible d'employer des échantillons de schistes pour distinguer les termes extrêmes (grès de Taveyenne par rapport au flysch ultrahelvétique).

La dispersion des valeurs obtenues, au sein d'une même catégorie, pour les échantillons de schistes est probablement due au fait que la granulométrie varie considérablement d'un spécimen à l'autre sans qu'il soit possible, pour l'instant, de mesurer cette variation. Par exemple, l'échantillon schisteux appartenant aux grès de Taveyenne du groupe 1 qui donne la plus basse valeur pour le rapport plagioclase/quartz paraît aussi être l'échantillon le plus fin.

5. En contradiction avec ce que nous venons de dire, on remarque que, dans les grès du val d'Illiez, le rapport plagioclase/quartz paraît, en moyenne, plus élevé dans les schistes que dans les grès fins. Cette anomalie ne pourrait être confirmée ou infirmée que par des mesures plus nombreuses. A première vue, elle semble difficile à expliquer. Peut-être est-elle en relation avec le fait que le bord des coussins spilitiques, dont on retrouve de nombreux fragments dans ce flysch, est essentiellement constitué d'albite en très petits cristaux ?

## 6. Conclusions.

La méthode d'analyse que nous venons de décrire est utile au géologue dans deux cas principaux :

1. Pour identifier des flysch de différentes provenances dans des zones fortement tectonisées, à structure en écailles, lorsque manquent les termes grossiers facilement déterminables sous le microscope. Nous pensons particulièrement au cas où un flysch helvétique autochtone (grès du val d'Illiez, grès de Bonneville) est chevauché par un flysch ultrahelvétique mêlé tectoniquement à des écailles paraautochtones de flysch helvétique plus interne de la catégorie des grès de Taveyenne.

2. Pour dater, d'une manière indirecte, certains flysch helvétiques. On sait que, dans le domaine helvétique, les termes inférieurs et les plus anciens du Flysch disparaissent au fur et à mesure que l'on se dirige vers des zones plus externes. La base de la série est toujours formée de schistes à globigérines, mais ces derniers sont d'âge variable: en Savoie, ceux des zones internes sont d'âge éocène supérieur tandis que ceux des zones externes appartiennent à l'Oligocène inférieur (Martini, 1962). En général, le flysch lui-même ne contient pas d'organismes ayant une valeur stratigraphique et l'on peut seulement dire que ses couches inférieures sont soit contemporaines, soit plus jeunes que les schistes à globigérines. Néanmoins, dans certaines coupes privilégiées, les niveaux à globigérines montent jusque dans le flysch proprement dit. Dans ces cas, la série est toujours très finement détritique, une sédimentation grossière semblant incompatible avec la présence de globigérines. En doublant l'étude micropaléontologique d'une analyse aux rayons X des grès fins, on pourrait donc arriver à dire à quelle catégorie ces derniers appartiennent et à déterminer l'âge de cette catégorie.

Signalons enfin que nous avons tenté de différencier les termes fins du flysch en utilisant d'autres critères minéralogiques que le rapport plagioclase/quartz. On pouvait s'attendre à retrouver aussi dans les parties fines, les minéraux ferromagnésiens typiques des grès de Taveyannaz du premier groupe (augites, hornblendes basaltiques). L'examen des concentrés de minéraux lourds de ces parties fines a montré l'absence des minéraux précités. Sans doute ont-ils été victimes d'une calcitisation systématique des minéraux fémiques, phénomène que l'on observe sous le microscope dans les bancs minces de grès fins.

L'étude des phyllosilicates (minéraux des argiles, chlorites) semblait devoir être fructueuse. En effet, la teneur en chlorite devrait être théoriquement proportionnelle à la teneur en éléments volcaniques, c'est ce qui ressort de l'examen des grès grossiers. Or, à première vue, il ressort d'une analyse sommaire semi-quantitative, que la teneur en chlorite des termes fins est anarchique. Il est possible que tous les phyllosilicates ne soient pas directement d'origine détritique. Il est bien probable, en effet que toute

la chlorite n'est pas entièrement d'origine volcanique. M. J.-P. Vernet nous a signalé (communication orale) que les minéraux du groupe de la montmorillonite ne se trouvent pas dans le flysch des nappes helvétique; il attribue cette absence à un léger métamorphisme qui aurait détruit ces minéraux. Cette observation concorde avec une observation que nous avons faite concernant le flysch ultrahelvétique: on rencontre dans les schistes de ce flysch provenant des Voirons un minéral attribuable à la montmorillonite tandis qu'un échantillon de schistes de la même formation récolté à la Pointe de Platé n'en contient pas; cet échantillon est en revanche riche en chlorite, minéral presque absent du Flysch des Voirons. Il semble donc que dans les zones internes la montmorillonite peut se transformer en chlorite.

Nous avons aussi entrepris l'étude géochimique des schistes du flysch (teneurs en Na et en K; présence de certains éléments sidérophiles tels que Ni, Cr, etc.). Les quelques résultats obtenus jusqu'à maintenant sont encore trop incomplets pour pouvoir être publiés.

*Laboratoire de minéralogie,  
Université de Genève*

#### BIBLIOGRAPHIE

- BEUF, S., B. BIJU-DUVAL et Y. GUBLER (1961). Les formations volcano-détritiques du Tertiaire de Thônes (Savoie), du Champsaur (Hautes-Alpes) et de Clumanc (Basses-Alpes). *Bull. Trav. Lab. Géol. Grenoble*, 37, 142-156.
- LOMBARD, Aug. (1960). Les laminites et la stratification du flysch. *Arch. Sciences, Genève*, 13, 567-570.
- MARTINI, J. (1962). Etude de la répartition des nummulites priaboniennes et oligocènes dans les massifs des Bornes et des Bauges. *Arch. Sciences, Genève*, 15, 509-532.
- MORET, L. (1934). Géologie du massif des Bornes et des klippen préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie). *Mém. Soc. géol. France*, n. s. 22.
- BRINDLEY, G. W. (1961). Quantitative analysis of clay mixtures, in Brown G.: The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. *Miner. Soc.*, London, 489-516.
- DE QUERVAIN, F. (1928). Zur Petrographie und Geologie der Taveyannaz-Gesteine. *Bull. suisse Min. Petr.*, 8, pp. 1-86.
- VUAGNAT, M. (1952). Pétrographie, répartition et origine des microbrèches du Flysch nordhelvétique. *Mat. carte géol. Suisse*, n. s. 97.
- (1958). Note préliminaire sur la composition pétrographique de quelques grès du Flysch de Haute-Savoie. *Arch. Sciences, Genève*, 11, 136-140.

#### **M. VUAGNAT et L. PUSZTASZERI. — Sur la présence de hyaloclastites dans le massif du Mont-Genèvre (Hautes-Alpes).**

En montant au Chenaillet, sommet le plus élevé du massif du Mont-Genèvre, à partir de la Replatte du Gondran, c'est-à-dire en empruntant l'arête sud-ouest, on constate que, vers 2600 m environ, les diabases en coussins font place à une roche verdâtre curieuse à structure clastique. Cette formation ne constitue, au reste, qu'une