

<b>Zeitschrift:</b>	Archives des sciences [1948-1980]
<b>Herausgeber:</b>	Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
<b>Band:</b>	28 (1975)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Étude géologique et minéralogique des flyschs à grauwackes volcaniques du synclinal de Thônes (Haute-Savoie, France) : grès de Taveyanne et grès du val d'Illiez
<b>Autor:</b>	Sawatzki, Georg Günter
<b>Kapitel:</b>	2: Méthodes de subdivision des flyschs
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-739804">https://doi.org/10.5169/seals-739804</a>

### 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:** 11.01.2026

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

## 2. MÉTHODES DE SUBDIVISION DES FLYSCHS

Les GT et les GVI ont été classifiés selon la quantité et la nature des éléments volcaniques qu'ils renferment. Cette méthode implique donc l'examen microscopique de lames minces. En effet, quoique les termes typiques de ces grès soient souvent reconnaissables à l'œil nu, dans bien des cas un examen macroscopique ne suffit plus.

Ainsi, dans le cas des grès du synclinal de Thônes, le seul examen macroscopique a été la cause de bien des erreurs. La prédominance de petits affleurements isolés, les complications tectoniques dues à l'arrivée des unités préalpines et le plissement final de la région rendent en général hasardeuses les corrélations entre les divers affleurements.

Nous avons, en vain, cherché une méthode rapide d'analyse en série qui soit valable pour tous les types de flyschs du synclinal de Thônes. Cette méthode aurait dû également convenir à l'étude des niveaux marneux qui prédominent dans la partie NE de la région. Finalement, nous avons dû en rester à l'étude micrographique, méthode déjà utilisée par nos prédecesseurs.

Nous allons toutefois passer rapidement en revue les méthodes testées qui donnent souvent des informations intéressantes.

### 2.1. MÉTHODES CLASSIQUES

#### 2.1.1. *Lithologie*

Les sédiments de type flysch sont caractérisés par de grandes variations latérales et verticales de faciès. Ainsi, pour utiliser les critères lithologiques, tels que la granulométrie, l'alternance et l'épaisseur des niveaux gréseux et marneux, il est nécessaire d'avoir une connaissance détaillée de la séquence stratigraphique et, avant tout, des niveaux repères.

Sur notre terrain, il n'existe qu'une seule coupe continue (coupe du col de l'Oulette, voir Fig. 7) dans la séquence des GT. Ailleurs, les déformations ou les lacunes entraînent des difficultés d'interprétation. D'autre part, les niveaux repères font défaut, à l'exception d'un horizon de conglomerat situé à la base des GVI, horizon que l'on peut suivre sur toute la longueur du synclinal.

Deux niveaux marneux assez importants (environ 10 m d'épaisseur) et des niveaux bréchiques à la base des GT ne s'observent que dans la partie NE du synclinal de Thônes.

#### 2.1.2. *Calcimétrie*

La calcimétrie a été utilisée par ROSSET (1956) et CHAROLLAIS et ROSSET (1965) pour distinguer des niveaux marneux appartenant à des types de flyschs différents.

De nouvelles recherches ont cependant démontré les incertitudes liées à l'emploi de cette méthode (CHAROLLAIS, communication orale).

#### 2.1.3. *Aspects macroscopiques*

La couleur des termes gréseux varie fortement en fonction de la calcitisation des bancs et suivant le degré d'oxydation des chlorites. Ainsi, la couleur de la roche fraîche, gris-bleu verdâtre, peut passer au vert-olive, au brun et au noir selon le degré d'oxydation des chlorites; d'autre part, plus la calcitisation est avancée, plus la couleur est foncée.

La présence de zéolites, spécialement de laumontite disséminée au sein de la roche, influence aspect et couleur de celle-ci. Or, les GT du synclinal de Thônes, situés dans la zone du faciès à zéolites (SAWATZKI et VUAGNAT, 1971), comportent des niveaux fortement zéolitisés. La roche semble alors plus poreuse et prend des teintes beaucoup plus claires. Dans les « grès de Taveyanne mouchetés », la laumontite est repartie en petites taches d'un diamètre de 3 à 10 mm.

#### 2.1.4. *Microfossiles*

Les rares microfossiles rencontrés dans les lames minces étudiées semblent toujours remaniés; ils n'indiquent donc pas l'âge de la roche. Signalons ici la découverte, par R. JAN DU CHÊNE et G. GORIN, de pollens dans des niveaux marneux des GT. L'étude de ces pollens, d'une grande importance pour la datation du flysch est en cours.

Cependant, les microfossiles sont trop rares pour être utilisés en vue d'une étude stratigraphique ou structurale détaillée.

### 2.2. MÉTHODES BASÉES SUR LA TENEUR EN ÉLÉMENTS VOLCANIQUES

Une variation de la teneur en éléments volcaniques A\* et D\* doit se traduire par une variation de la densité, de la composition chimique et de la composition minéralogique de la roche. En effet, les andésites et diabases diffèrent considérablement des autres constituants des grès par leur poids spécifique plus élevé, ainsi que par leur composition chimique et minéralogique.

#### 2.2.1. *Densité*

La densité des échantillons de grès varie avec la teneur en éléments volcaniques A\* et D\* et suivant la granulométrie de ces grès.

Les échantillons d'une même classe granulométrique ne donnent des valeurs représentatives que si l'on utilise la moyenne de plusieurs échantillons (au minimum 5) provenant du même banc (fig. 2). Cette méthode n'est pas applicable aux niveaux argileux. Des échantillons de grès provenant de types de flysch différents donnent

des valeurs qui sont trop proches les unes des autres pour que les différences soient significatives. Par ailleurs, il ne faut pas oublier l'influence du degré de compaction sur la densité.

### 2.2.2. Géochimie

La teneur des grès en éléments majeurs et mineurs (Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti, Mn, P, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>) a été déterminée par fluorescence X (DELALOYE, 1969). Les résultats de ces analyses sont présentés dans la table 1 et la figure 2.

TABLE 1

*Analyses chimiques par fluorescence X de 10 grauwackes provenant de niveaux gréseux de divers types de flysch du synclinal de Thônes : Analyste : M<sup>me</sup> Filisetti.*

(GUH : grès ultrahelvétiques ; GI : grès intermédiaires ; GTI : grès de Taveyanne intermédiaires ; GTT : grès de Taveyanne typiques ; GTP : grès de Taveyanne pauvres ; GVI : grès du val d'Illiez)

Analyse Nr	ZONE INTERNE (S à SE)					ZONE EXTERNE (N à NW)				
	1 GUH E13b	2 GI Eo3/2	3 GTI K22/2	4 GTT R14a	5 GTT C3	6 GTT C37	7 GTT Co15/1	8 GTT Lo5	9 GTP Ho33	10 GVI Bo3
SiO <sub>2</sub>	74,81	61,93	60,87	57,61	54,48	56,25	56,67	57,59	63,13	66,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,86	12,40	14,66	15,37	16,12	14,80	14,93	13,49	12,55	9,78
FeO	0,28	0,14	0,54	0,37	1,40	0,57	0,28	0,28	1,29	0,23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,42	3,63	5,30	6,76	6,06	6,83	6,68	6,24	3,78	2,34
MgO	0,53	1,80	2,42	2,56	2,59	3,05	3,16	3,66	2,96	2,72
CaO	4,54	7,24	5,69	5,50	6,77	6,76	5,85	6,66	5,17	6,49
Na <sub>2</sub> O	2,53	2,67	3,03	3,13	3,29	3,85	3,16	2,55	3,24	2,35
K <sub>2</sub> O	2,86	2,35	1,80	2,04	2,16	1,69	1,53	1,62	1,55	1,93
TiO <sub>2</sub>	0,19	0,46	0,62	0,81	0,66	0,66	0,60	0,65	0,52	0,27
MnO	0,04	0,09	0,10	0,09	0,12	0,13	0,07	0,08	0,08	0,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,09	0,16	0,22	0,21	0,22	0,19	0,15	0,17	0,08
H <sub>2</sub> O	1,21	2,94	3,45	3,39	3,82	3,98	3,83	4,55	2,42	2,68
CO <sub>2</sub>	3,24	4,83	1,74	1,86	2,31	2,02	3,33	2,86	3,57	5,20
Somme	100,56	100,57	100,38	99,71	99,99	100,81	100,28	100,38	100,43	100,82

Les teneurs en Si, Al, Fe total et Ti permettent de faire une distinction géochimique au sein des grès de granulométrie moyenne (0,3-0,4 mm) (voir fig. 2). Par contre, cette méthode est décevante lorsqu'elle est appliquée aux niveaux argileux dont les variations de composition, pour des flyschs différents, sont trop faibles pour être significatives.

Les teneurs en Cu et en Pb étaient si faibles qu'elles restaient dans le domaine d'erreur de la méthode employée. En outre, l'application de la géochimie à des analyses en série entraîne une telle dépense de temps et de moyens qu'elle n'est guère réalisable.

### 2.2.3. Diffractométrie

La diffraction des rayons X a été utilisée par MARTINI et VUAGNAT (1964) pour tenter de faire une distinction minéralogique entre les termes fins de flyschs

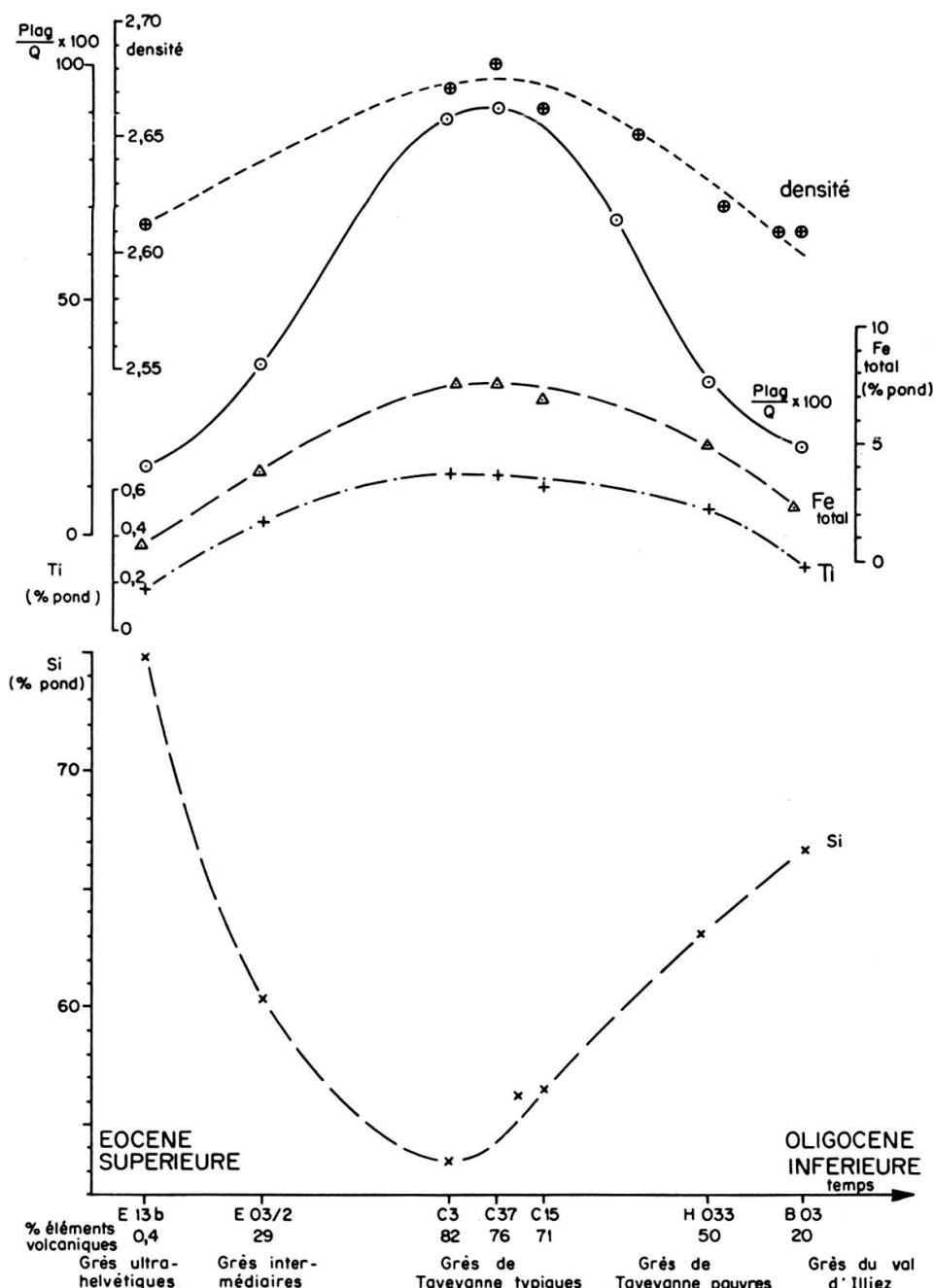


FIG. 2. — Variations de quelques paramètres physique, pétrographique et géochimique dans les grès du flysch en fonction de leur situation paléogéographique.

différents. Nous avons repris cette méthode dans l'espoir de pouvoir distinguer les types de flyschs du synclinal de Thônes lorsque manquent les termes grossiers et moyens facilement déterminables sous le microscope.

Cette méthode, décrite en détail dans la publication citée, consiste à mesurer l'intensité de la réflexion  $20\bar{1}$  ( $d = 4,04 \text{ \AA}$ ) du plagioclase et de la réflexion  $10\bar{1}0$  ( $d = 4,26 \text{ \AA}$ ) du quartz. Le plagioclase est le minéral caractéristique des éléments volcaniques tandis que le quartz prédomine dans les fragments d'origine non volcanique (granites, aplites, gneiss, grès, quartzites).

A fin de vérification nous avons soumis les échantillons utilisés pour la diffractométrie, tous d'une granulométrie moyenne de 0,3-0,4 mm, à une analyse modale à l'aide du compteur par points (voir 2.2.4.). Les résultats des deux méthodes sont présentés dans la figure 3. Il apparaît nettement que, pour ces différentes roches, le

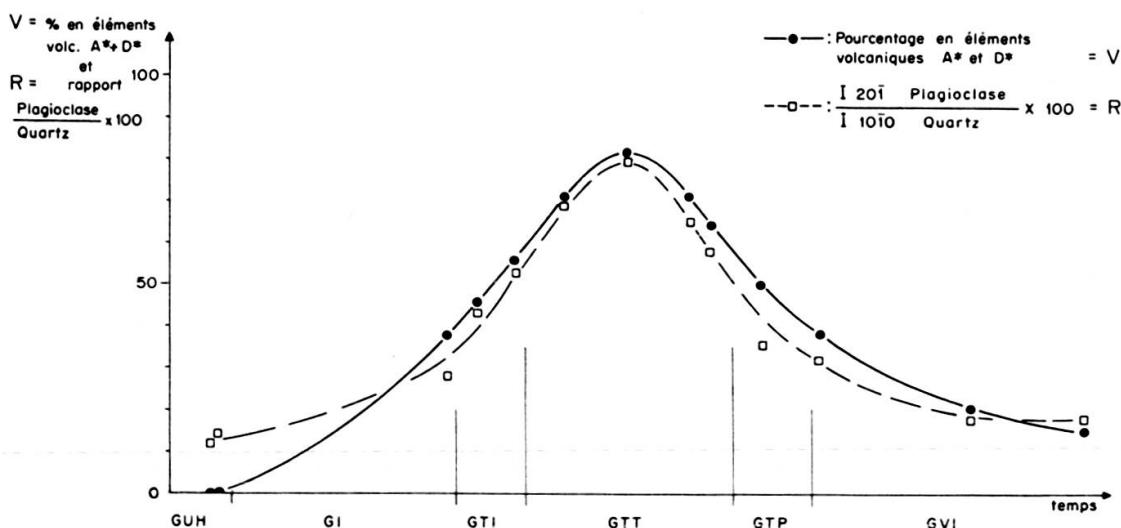


FIG. 3. — Comparaison des valeurs de pourcentage en éléments volcaniques andésitiques et diabasiques avec les valeurs du rapport plagioclase/quartz  $\times 100$ . (GUH: Grès ultrahelvétiques; GI: Grès intermédiaires; GTI: Grès de Taveyanne intermédiaires; GTT: Grès de Taveyanne typiques; GTP: Grès de Taveyanne pauvres; GVI: Grès du val d'Illiez).

rapport  $R$  (plagioclase/quartz  $\times 100$ ) suit la même distribution que les valeurs du pourcentage en éléments volcaniques ( $V$ ) déterminé à l'aide du compteur par points (2.2.4.).

La même méthode a été utilisée pour les niveaux gréseux fins et les niveaux argileux (voir plus loin 2.3.). Les valeurs respectives du rapport  $R$  (plagioclase/quartz  $\times 100$ ) sont très proches pour les niveaux fins et les différences perdent leur signification pour les niveaux argileux. Nous essayons d'expliquer ce phénomène dans le paragraphe 2.3.

Notons déjà, cependant, que pour les grès fins la valeur ou rapport  $R$  (plagioclase/quartz  $\times 100$ ) permet d'attribuer un échantillon à l'un des termes principaux

de flysch qui sont: les GT (riches en éléments volcaniques), les GUH (pas d'éléments volcaniques) et les GVI (peu d'éléments volcaniques).

#### 2.2.4. *Etude pétrographique*

Le comptage des éléments volcaniques à l'aide du compteur par points (platine Swift) s'est révélé comme étant la méthode la plus avantageuse. En effet cette méthode permet de distinguer et de dénombrer tous les éléments composant la roche. Ainsi nous arrivons à un inventaire détaillé, qualitatif et quantitatif. Chaque analyse est basée sur un total de 1500 à 2000 points.

L'erreur introduite par cette méthode est de  $\pm 1\%$  pour des comptages successifs sur la même préparation et de  $\pm 2\%$  pour des comptages effectués sur plusieurs préparations taillées dans le même échantillon.

La variation latérale, au sein du même banc, de la quantité des éléments comptés reste inférieure à  $\pm 5\%$  dans le cas le plus défavorable. Néanmoins cette variation nous oblige à être prudents lors de l'application à des fins statigraphiques des valeurs obtenues par comptage. Les résultats seront discutés plus loin (4.3.).

### 2.3. INFLUENCE DE LA GRANULOMÉTRIE SUR LA QUANTITÉ DES ÉLÉMENTS VOLCANIQUES

F. de QUERVAIN (1928) avait observé que la quantité des éléments volcaniques varie suivant les classes granulométriques. Avant de procéder à des analyses en série nous avons donc étudié cette variation à l'aide du compteur par points et à l'aide des rayons X.

Dans ce but nous avons systématiquement prélevé des échantillons au sein d'un même banc dans quatre types différents de flysch.

La granulométrie apparente a été déterminée sur lames minces par la méthode de la sécante (Sehnenschmittverfahren) de MÜNZER et SCHNEIDERHÖHN (1953).

#### *Compteur par points :*

La teneur en éléments volcaniques (V) augmente avec la granulométrie des niveaux schisteux aux grès moyens (granulométrie 0,3-0,4 mm); elle diminue ensuite dans les niveaux microbrèchiques ( $> 0,4$  mm) (fig. 4). L'explication de ce phénomène est la suivante:

Les éléments volcaniques A\* et D\* avec leur composants principaux (plagioclase et verre volcanique) ont offert moins de résistance à l'usure pendant le transport que les autres constituants qui se sont alors trouvés concentrés dans les niveaux fins. Ainsi les schistes sont les termes les plus pauvres en éléments d'origine volcanique. Quant à l'appauvrissement relatif de ce matériel volcanique dans les niveaux microbrèchiques et les niveaux plus grossiers, il est dû

à l'abondance de grands fragments de roche d'origine locale, tels que calcaire priabonien, calcaire sénonien et « marnes à foraminifères ». La grande taille de ces éléments, plus nombreux dans les niveaux les plus grossiers, témoigne de la brièveté de leur transport.

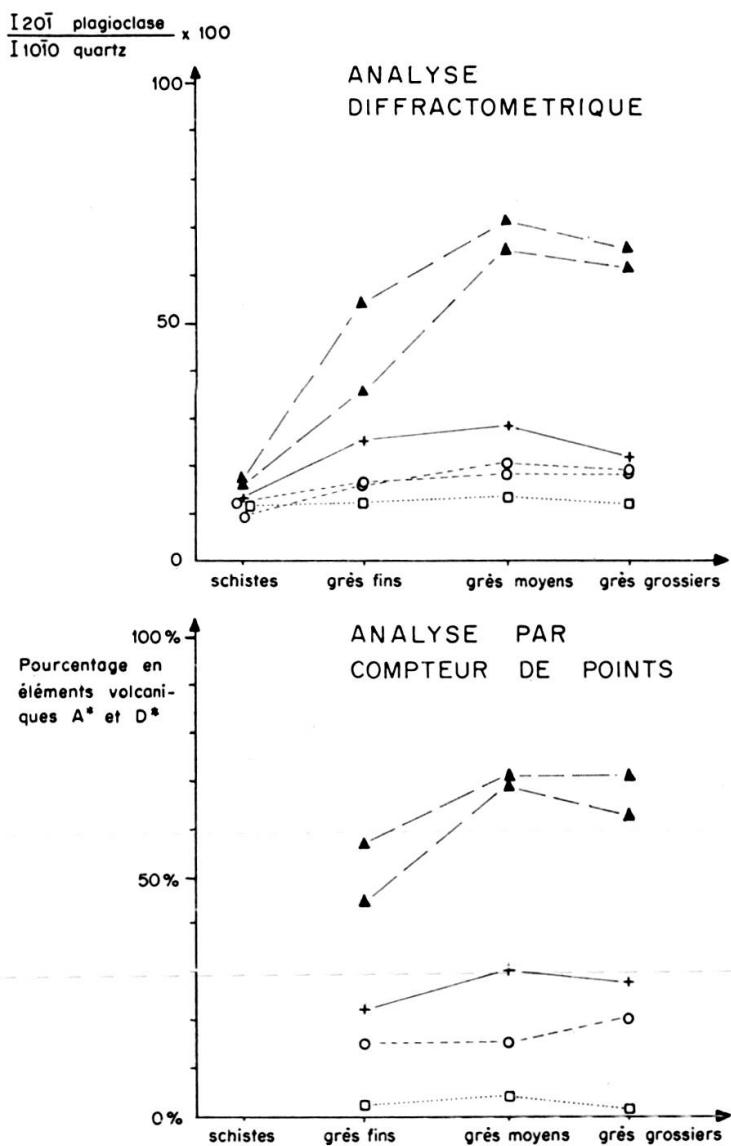


FIG. 4. — Variation de la teneur en éléments volcaniques A\* et D\* dans un banc de grès des flyschs suivants:

- ▲ Grès de Taveyanne typiques.
- + Grès intermédiaires.
- Grès du val d'Illiez.
- Grès ultrahelvétiques.

Ces observations contredisent l'hypothèse émise par BEUF, BIJU-DUVAL et GUBLER (1961) qui font intervenir deux types d'apport détritique différents. Les termes fins, sans éléments volcaniques, représenteraient la sédimentation nor-

male tandis que les niveaux riches en éléments volcaniques résulteraient d'avalanches sous-marines, déclenchées par des éruptions volcaniques côtières avec des coulées volcano-détritiques. D'une manière générale, nous avons partout constaté une variation progressive de la teneur en éléments volcaniques avec la granulométrie. Dans notre région, comme dans la région entre Arve et Giffre (MARTINI, 1968), ces deux types différents de sédimentation n'existent pas.

*Diffractométrie :*

Dans le cas des schistes, par suite de la diminution du rapport R (plagioclase/quartz  $\times 100$ ) dans les termes fins, on obtient des valeurs si proches dans les divers types de flysch qu'une distinction sûre devient impossible. Mais, par contre, ce rapport R est utile dans le cas des grès fins, dont l'étude microscopique est difficile; il permet en effet d'évaluer avec suffisamment d'exactitude la teneur globale en éléments volcaniques à l'aide des diagrammes de la figure 4.

*Conclusion :*

Les niveaux gréseux à grain moyen et fin peuvent être distingués grâce au rapport R (plagioclase/quartz  $\times 100$ ). Mais l'étude microscopique, lorsqu'elle est possible, est plus rapide et plus révélatrice car elle montre, en plus, les différences de structure (« faciès ») des éléments volcaniques. Ces différences sont décisives pour distinguer entre GVI et GT. C'est pourquoi nous avons déterminé la plupart des grès du flysch qui présentaient une granulométrie convenable à l'aide du computeur par points.

D'après l'analyse diffractométrique et l'étude microscopique des flyschs, le pourcentage en éléments volcaniques A\* et D\* de ces roches est fonction de deux facteurs: situation stratigraphique et granulométrie. Pour éliminer l'influence du dernier facteur, on choisira des échantillons de granulométrie moyenne (0,3-0,4 mm), classe pour laquelle la teneur en éléments volcaniques est maxima.

### 3. COMPOSITION PÉTROGRAPHIQUE QUALITATIVE DES GRÈS ET DES CONGLOMÉRATS

L'étude de la composition pétrographique qualitative et quantitative des GT et des GVI a été effectuée en détail par VUAGNAT (1952) pour l'ensemble du flysch nordhelvétique de la Suisse. Ce travail garde encore aujourd'hui toute sa valeur et son importance et ses résultats peuvent être étendus aux flyschs correspondants de la Haute-Savoie.

En effet les grès des flyschs du synclinal de Thônes sont composés des mêmes fragments de roches que ceux décrits par VUAGNAT. Nous pouvons donc nous borner à ne donner ici qu'un inventaire sommaire de ces derniers.