Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 67 (1958-1961)

Heft: 298

Artikel: Les minéraux lourds d'une série chattienne de la molasse du Plateau suisse

Autor: Vernet, Jean-Pierre

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-275080

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: 12.07.2025

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

Les minéraux lourds d'une série chattienne de la molasse du Plateau suisse

PAR

JEAN-PIERRE VERNET

Ce travail a été entrepris avec l'aide financière de la Commission de Lausanne du Fonds National Suisse pour la recherche scientifique et exécuté en automne 1956 dans le laboratoire de M. A. VATAN, à l'Institut Français du Pétrole.

J'exprime ici à ces Institutions et à M. A. VATAN ma profonde gratitude pour l'appui et la confiance qu'ils m'ont accordés.

INTRODUCTION.

Les séries tertiaires du Plateau suisse sont monotones et pauvres en faunes. Elles manquent donc singulièrement de repères stratigraphiques. J'avais espéré remédier à cette difficulté en établissant une stratigraphie basée sur l'étude pétrographique des sédiments argileux. Ceux-ci composent avec les grès l'essentiel des formations molassiques du Plateau. Cette espérance fut déçue (VERNET 1957). Lors de la préparation des échantillons pour l'étude aux rayons X, suivant la méthode utilisée dans le Laboratoire du Professeur A. RIVIÈRE (1954), les argiles sont totalement défloculées et dispersées. La suspension argileuse passe alors sans aucune difficulté au travers d'un tamis dont le diamètre des mailles est de 0,04 mm. Le refus de ce tamis représente exclusivement la fraction sableuse du sédiment dont les minéraux lourds sont extraits par triage au bromoforme. Malheureusement, ceux-ci sont petits et souvent cassés ou altérés et toujours en très petit nombre. Leur détermination est difficile et leur comptage quasi impossible.

L'étude des minéraux lourds extraits des marnes de la série chattienne de la Morges m'avait fait espérer l'établissement d'une échelle stratigraphique basée sur eux, puisque les minéraux argileux se révélaient inutilisables pour cet usage (VERNET, 1956 a). Leur variation semblait permettre l'établissement de subdivisions basées sur des variations simples d'un ou de plusieurs minéraux caractéristiques. Aussi, je repris cette coupe stratigraphique en échantillonnant différemment. Seuls des grès furent recueillis. Mais les grès grossiers sont très rares

au Chattien et la plus grande partie de ces nouveaux échantillons est composée de grès moyens ou fins.

Comme on le voit, cette étude a été faite en deux parties d'inégale importance :

1. les minéraux lourds extraits des marnes, et
2. les minéraux lourds extraits des grès.

Tous les échantillons examinés proviennent de la série chattienne de la Morges. Ce sont les résultats de ces études qui font l'objet de cette note.

Situation géographique et géologique de la série molassique étudiée.

Tous les échantillons ont été récoltés dans les affleurements mis à nu par la Morges, petite rivière qui se jette dans le lac Léman légèrement à l'W de la ville de Morges, soit à environ 12 km à l'W de Lausanne. La Morges a, par endroits, profondément entaillé le Plateau vaudois, et son vallon révèle toute une série de falaises taillées dans la molasse. C'est la plus belle coupe du Chattien qui puisse se voir dans la partie romande du Plateau suisse. Certes, elle présente des lacunes, mais les couches visibles ont cependant une puissance totale de 400 m environ.

Dans cette coupe, il fut possible de distinguer un certain nombre de « zones » dont la valeur stratigraphique est indéniable puisque, tout à fait indépendamment, A. Jordi (1956) les avait, pour la plupart, mises en évidence dans la région d'Yverdon. Cette subdivision en zones est basée sur des critères pétrographiques visibles à l'œil nu. Les divisions suivantes furent établies (Vernet, 1956 b) :

Aquitanien ?		5. Zone des grès du Moulin de Clarmont :	X + 50 m
		Lacune	
Stampien supérieur	Chattien supérieur	4. Zone des marnes gypsifères supérieures :	108 m
		3. Zone des marnes gypsifères inférieures :	65 m
	Chattien inférieur	2. Zone des calcaires lacustres	20 m
		Lacune	
		1. Zone de la molasse rouge	X + 130 m

Il est bien évident que les échantillons récoltés sont toujours classés d'après leur appartenance à l'une ou l'autre de ces cinq zones. Je donnerai aussi leur localisation exacte en renvoyant les lecteurs que cela intéresse aux coupes stratigraphiques détaillées parues dans un travail précédent (Vernet, 1956 b).

Préparation des échantillons.

Les marnes de la première série d'échantillons préparées pour une étude aux rayons X sont toujours décarbonatées avant d'être défloculées et dispersées. Puis la suspension passe sur un tamis, comme cela est décrit plus haut.

Les grès sont directement attaqués par l'acide chlorhydrique.

Dans les fractions sableuses obtenues de l'une ou l'autre façon la séparation des minéraux lourds et des minéraux légers se fait à l'aide du bromoforme. Puis les premiers sont montés dans le baume sur un porte-objet et sont examinés au microscope de la même façon qu'une coupe-mince ordinaire.

Tous ces procédés sont bien connus et font l'objet d'une abondante littérature dont la base est le travail de H.-B. Milner (1940). La description exacte des opérations exécutées se trouve dans le traité de A. Vatan (1954).

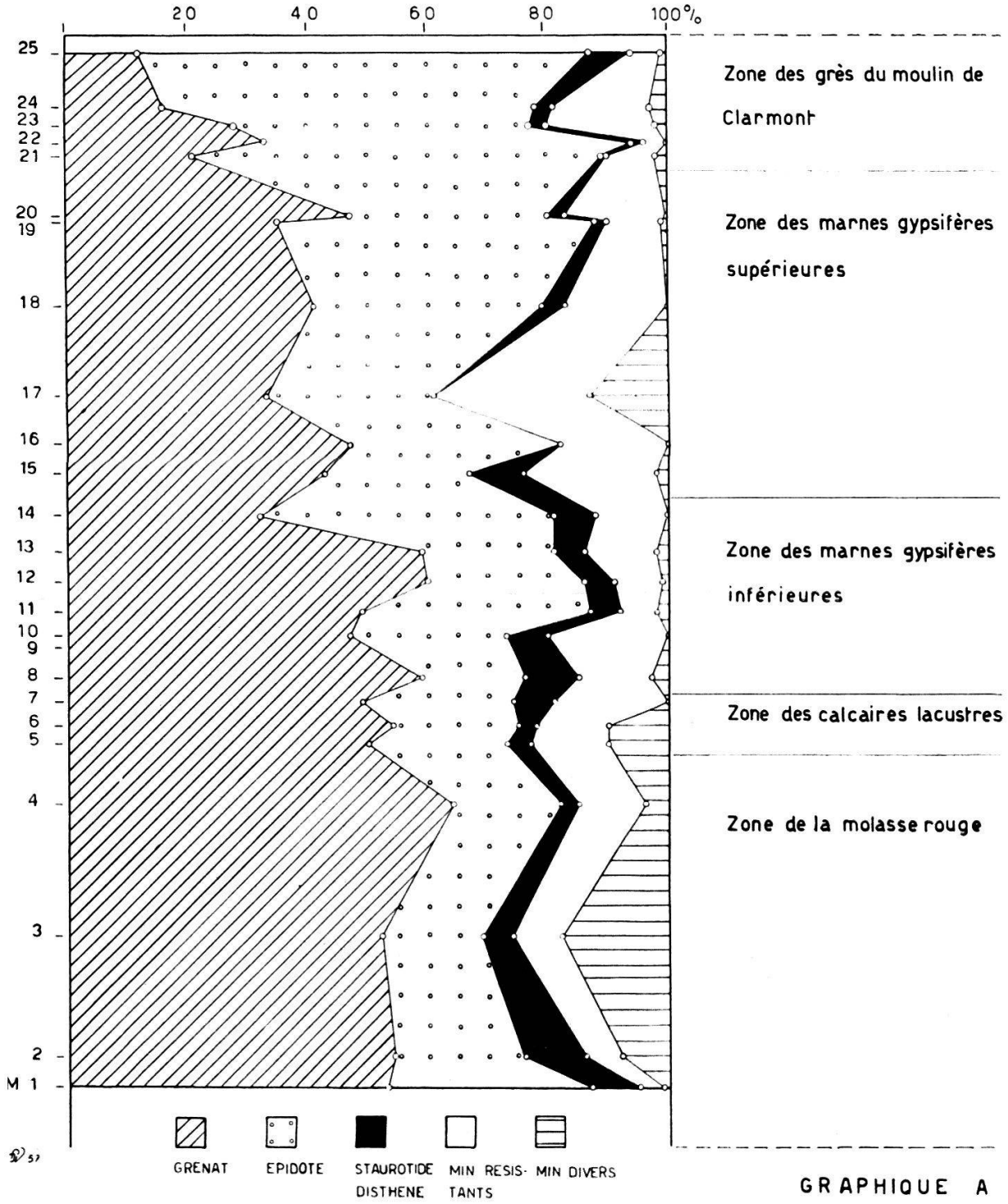
Si dans les argiles les minéraux lourds sont très rares, dans les grès ils ne sont guère plus abondants; aussi aucune séparation granulométrique ne peut être faite, d'autant plus que l'on travaillait sur un matériel composé de grès fin ou moyen. Cependant, la plupart des minéraux examinés se classent dans la fraction dimensionnelle de 0,1 à 0,05 mm.

Les numéros des échantillons d'argiles dont on a aussi étudié les minéraux lourds sont précédés de la lettre A dans le tableau général, alors que les échantillons de grès récoltés uniquement pour cette étude forment une série continue allant de M_1 à M_{25}.

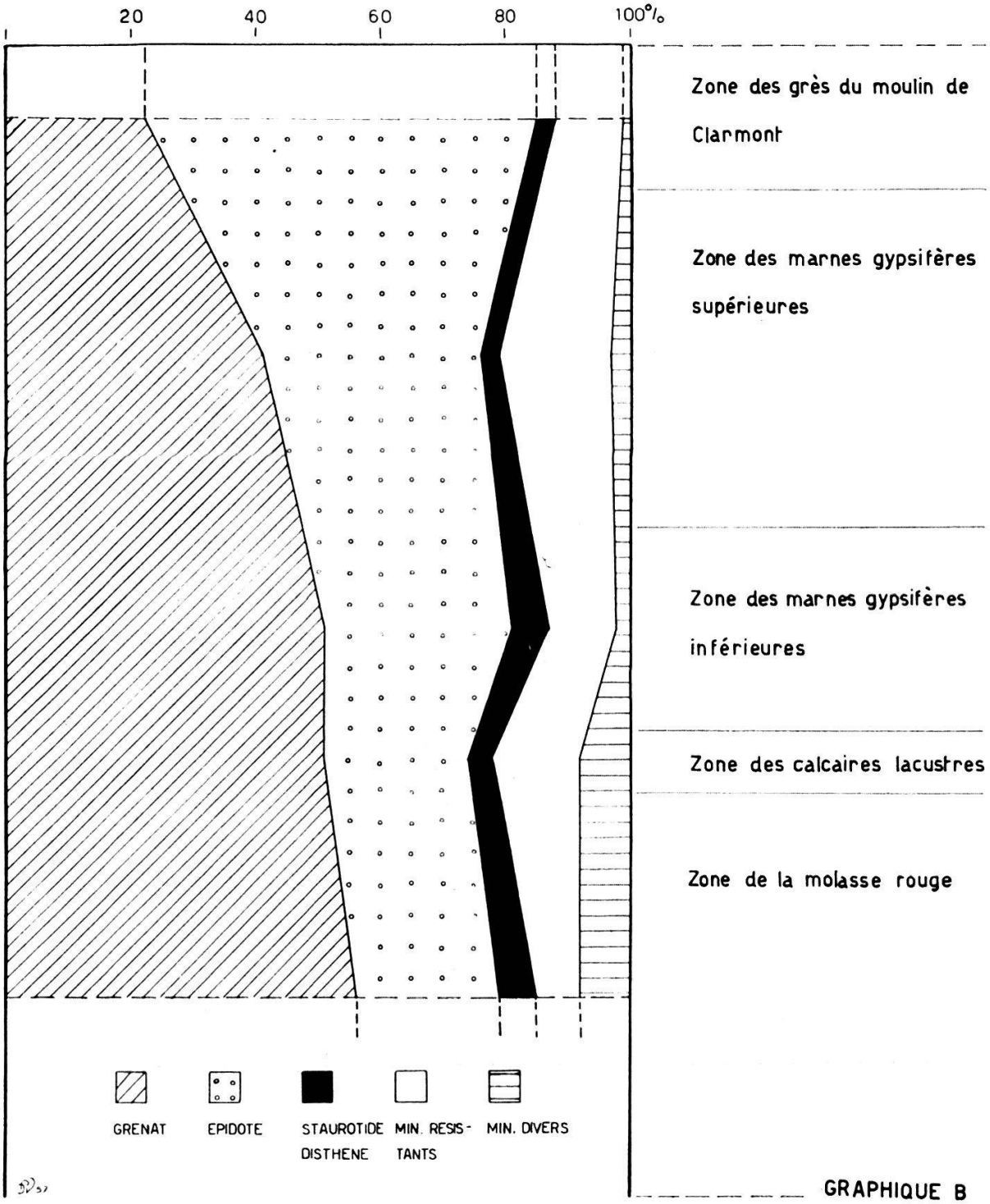
Chaque plaque mince fait l'objet d'une détermination qualitative, puis d'un inventaire quantitatif. Dans ce dernier cas, le nombre de minéraux d'une espèce s'exprime en pourcent. Aucune plaque mince faite avec les minéraux lourds extraits des argiles ne permet de comptages, et souvent il n'est même pas possible d'apprécier à vue la proportion des différents minéraux. Ce fut aussi le cas pour une plaque de la série des grès (M_9). La méthode de comptage utilisée est fort simple : la plaque à examiner est déplacée, au moyen d'un chariot, le long de lignes parallèles; chaque minéral passant à la croisée des fils du réticule est déterminé et comptabilisé.

Examen des résultats.

Les travaux de A. von Moos (1935) et L. Déverin (1920 et 1927) fournissent déjà de nombreuses données sur le cortège de minéraux lourds que l'on rencontre dans la série chattienne du Plateau suisse.


20
40
60
80
100%
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
M 1
Zone des grès du moulin de Clarmont
Zone des marnes gypsifères supérieures
Zone des marnes gypsifères inférieures
Zone des calcaires lacustres
Zone de la molasse rouge
GRENAT
EPIDOTE
STAUROTIDE DISTHENE
MIN RESIS-TANTS
MIN DIVERS

GRAPHIQUE A


20
40
60
80
100%
Zone des grès du moulin de Clarmont
Zone des marnes gypsifères supérieures
Zone des marnes gypsifères inférieures
Zone des calcaires lacustres
Zone de la molasse rouge
GRENAT
EPIDOTE
STAUROTIDE DISTHENE
MIN. RESIS-TANTS
MIN. DIVERS

GRAPHIQUE B

Celui-ci se présente de la façon suivante :

Epidote et grenat, comme minéraux prédominants.
Zircon et staurotide avec, en moindre proportion, la tourmaline, comme minéraux secondaires.
Rutile, anatase, brookite, sphène, disthène et hornblende verte et bleue, comme minéraux accessoires.

C'est aussi ce qui ressort du tableau général des résultats. En plus, quelques minéraux accessoires sont à ajouter à la liste susmentionnée, soit :

Zoïsite, chloritoïde, amphibole claire, monazite et apatite.

Lors de l'examen des minéraux lourds extraits des argiles, on découvre en proportions relativement importantes les minéraux suivants :

Hypersthène, augite et une hornblende brunâtre.

Cette hornblende brunâtre est voisine de la basaltine, mais sa couleur est plus claire. La description minéralogique des autres minéraux a déjà été faite par A. von Moos d'une façon détaillée. Je n'y reviendrai donc pas.

La présence de l'hypersthène, de l'augite et de la hornblende brunâtre à certains niveaux (voir tableau général) permettait de grands espoirs quant à l'établissement d'une échelle stratigraphique basée sur ces critères simples et probants. De plus, il était possible d'envisager une recherche d'éléments éruptifs si l'on admettait une origine volcanique de ces trois minéraux. L'instabilité de l'hypersthène semble confirmer cette façon de voir. Cette hypothèse de travail demandait un contrôle, ne serait-ce que pour son importance paléogéographique. Mais ces trois minéraux n'ont pas été mis en évidence dans les préparations faites à partir des grès récoltés lors de la seconde étape de ce travail. Comment expliquer ce fait ? Faut-il admettre une contamination des tamis lors de la séparation « suspension argileuse-fraction sableuse » ? C'est possible, mais je ne le crois pas, car en plus du sain et de la propreté apportés à toutes les manipulations, celles-ci ont été faites à des mois de distance l'une de l'autre, au gré des recherches sur les minéraux argileux. Il est bien difficile d'expliquer pourquoi ces minéraux n'ont pas été découverts dans les grès de cette série. Plusieurs hypothèses sont possibles ; je n'en citerai que deux : Il y a entre les minéraux lourds extraits des argiles et ceux extraits des grès une grande différence de taille. Les premiers sont extrêmement petits et rares, alors que les seconds ont une taille en moyenne quadruple. Cette différence dépend-elle d'une question de granulométrie ? Il est aussi possible d'admettre qu'enrobés d'argile, ces minéraux instables et variablement friables n'ont subi, pendant leur transport, qu'une action abrasive très réduite.

La sédimentation molassique est synorogénique et la province distributive des matériaux de cette formation est la chaîne alpine. Rien dans le cortège des minéraux lourds n'infirme cette opinion. A. von Moos traite en détail cette question dans son travail (1935). L'édifice alpin est formé aussi bien de roches provenant des zones épi, méso et cata, que de roches sédimentaires non métamorphisées. Les zircons rencontrés sont de formes différentes : tantôt brisés, à arêtes vives ou à arêtes émoussées. Leurs origines sont manifestement diverses; certains ont été remaniés plus d'une fois.

La question de la provenance des minéraux lourds ne pose donc pas de problèmes.

Trois minéraux annexes : la limonite, la chlorite et la glauconie, sont aussi portés dans le tableau général des résultats. La chlorite est présente dans presque toutes les plaques minces. Abondante à la base de la série, elle diminue de fréquence vers le sommet. La glauconie ne se rencontre que dans deux échantillons de la zone des marnes gypsifères inférieures. Les grains de glauconie observés sont si rares et si petits qu'il n'est pas possible de dire s'ils sont remaniés ou s'ils se sont formés *in situ*. Leur rareté semble plutôt indiquer qu'ils furent remaniés.

Représentation schématique de la répartition stratigraphique des minéraux lourds.

Dans le graphique A, les échantillons sont portés en abscisse dans l'ordre stratigraphique descendant. Les épaisseurs des zones sont respectées et la position des échantillons dans celles-ci est réelle. En ordonnée sont figurés les pourcentages des minéraux ou associations de minéraux importants.

Ce graphique peut suppléer en partie au tableau général des résultats, mais il est incapable de rendre compte des constatations suivantes :

Prédominance très nette de la staurotide sur le disthène.

Présence de la zoïsite, du chloritoïde et du sphène vers le bas de la série. De l'anatase vers le haut, de la monazite et de l'apatite vers le milieu. Ce sont là autant d'observations qui peuvent devenir des critères stratigraphiques accessoires.

De même, ce graphique A ne distingue pas entre minéraux résistants. Or, le zircon prédomine largement sur la tourmaline et le rutile, qui lui-même est moins fréquent et en plus faible proportion que la tourmaline. Le pourcent de zircons croît lorsqu'on se rapproche du sommet de la série.

Ces constatations faites, on peut, à partir du graphique A et du tableau général, établir un graphique plus schématique, le graphique B.

Dans ce graphique B, sont portés, en ordonnée, les *pourcentages par zone* des mêmes minéraux ou associations de minéraux faisant déjà l'objet du graphique A. Ces pourcentages sont ceux d'un échantillon moyen calculé arithmétiquement à partir des pourcents de tous les divers échantillons analysés dans une seule zone (voir tableau général), et ces chiffres sont portés sur le graphique B, au milieu de la zone correspondante. Réunis entre eux, ils donnent une bonne synthèse graphique de la répartition moyenne des minéraux dans la série étudiée.

Ce graphique permet de faire immédiatement les constatations suivantes :

1. Grenat et épidote forment environ le 80 % du cortège des minéraux lourds.
2. Le pourcentage d'épidote augmente progressivement et fortement lorsqu'on se rapproche du sommet de la série. Celui du grenat évolue en sens inverse.
3. L'association staurotide-disthène et les minéraux résistants ne donnent aucune indication stratigraphique, hormis les critères accessoires mentionnés plus haut.
4. Le rôle des « minéraux divers » devient brusquement négligeable à partir de la zone des calcaires lacustres.

Conclusions.

Le cortège des minéraux lourds de la molasse chattienne de la coupe de la Morges est le suivant :

Minéraux principaux : grenat et épidote largement prédominants.
Minéraux secondaires : zircon, staurotide et tourmaline.
Minéraux accessoires : disthène, glaucophane, zoïsite, chloritoïde, amphibole claire, anatase, brookite, hornblende verte, monazite, apatite, sphène et rutile.
Minéraux exceptionnels : hornblende brunâtre, hypersthène et augite.
Minéraux annexes : glauconie, chlorite, limonite et pyrite.

Ces minéraux semblent tous être détritiques et d'origine alpine. Le but de ce travail est surtout d'établir une échelle stratigraphique basée sur les minéraux lourds. Ce but est atteint d'une façon satisfaisante, étant entendu qu'il n'y a pas un critère, mais une série d'observations qu'il faut manier avec beaucoup de doigté en se basant sur des analyses précises. Il faut envisager deux cas avec des critères différents qui se complètent.

I. *Etude qualitative uniquement :*

Au Chattien inférieur, le grenat prédomine du simple au double sur l'épidote. La glaucophane, la zoïsite, la chloritoïde et une amphibole claire sont présentes ainsi que le sphène, mais ce dernier est moins courant. Le rutile manque souvent.

N° Echant.	Zones	Etages	Référence	Grenat	Staurotide	Disthène	Glaucophane	Epidote	Zoïsite	Chloritoïde	Amph. claire	Anatase	Brookite	Hornbl. verte	Hornbl. brunâtre	Hypersthène	Augite	Monazite	Apatite	Sphène	Zircon	Tourmaline	Rutile	Glauconie	Limonite	Chlorite	Min. opaques	Min. clairs
A_1	Z. molasse rouge	CHATTIEN INFÉRIEUR	10/15																		x				x			
M_1			10/21	53	5	3	P	34			1										3	1			x	x	69	31
M_2				54	8	2	5	22												3	6		P		x	x	59	41
A_2			11/11	++++	+++		++	++++			+																	
M_3			13/11	52	5		7	17	2	4			1							4	5	2	1		x	x	65	35
M_4			14/12	64	3		2	19						2							3	4	3		x	x	56	44
Ech. moy.				56	5	1	3	23	1	1	P		P	1						2	4	2	1					
M_5	Z. calc. lacustres		14/34	50	2	2	7	23		2	P									1	10	3			x	x	65	35
A_5			14/38	++				+++			+				++	+++	+++											
M_6			14/41	54	1	2	9	21	P		1										9	3			x	x	59	41
M_7			14/53	49	4	3		25		P											14	4	1	?		x	67	33
Ech. moy.				51	2	2	5	23	P	1	1				P	P	P			1	11	3	P					
M_8	Z. marnes gypsifères infér.	CHATTIEN SUPÉRIEUR	15/3	59	5	4		17						3							7	4	1			x	51	49
A_7			15/14	++	+++			++++			+				+++		+											
M_9			15/16	x	x			x													x	x		x		x		
M_{10}			15/18	47	5	2		26													12	7	1	x		x	56	44
M_{11}			16/8	49	4	1	1	38	1		P										4	2				x	88	12
M_{12}			17/15	60	4	1		26											P	1	7	1				x	72	28
M_{13}				59	2	3		22				1		P						1	12	P				x	84	16
M_{14}			18/32	32	6	1	P	49													9	2	1			x	62	38
Ech. moy.				51	4	2	P	30	P		P	P		1	P		P		P	1	7	3	1					
A_9	Z. marnes gypsifères sup.		19/1	x	x																x	x	x					
M_{15}			19/3	43	5	4		24		1		1									18	3	1			x	70	30
M_{16}			19/10	47				35													13	5				x	68	32
M_{17}			20/2	33			3	28			2	1		7					P		26					x	59	41
A_{10}			21/1																							x		
M_{18}			21/4	41	4			38		P								P			12	1	4				51	49
A_{11}			A	x	x	x		x						x							x	x	x			x		
M_{19}			B	35	2	P		53						1							3	1	5			x	54	46
M_{20}			C	47	3	P		33				P						P			14	P	3			x	36	64
Ech. moy.				41	2	1	P	35		P	P	1		1				1	P		14	2	2					
M_{21}	Z. Grès Min Clarmont	AQUITANIEN?	22/1	21	1	P	1	68				1									4	2	2				32	68
M_{22}			22/3	33	2			61													3	1				x	29	71
M_{23}			22/15	28	1	2		49		P		2								P	12	3	3			x	45	55
M_{24}			22/17	16	3			62				2	1								13	1	2			x	43	57
A_{15}			22/23	x										x							x		x			x		
M_{25}				12	4	3		75				1										3	2				29	71
Ech. moy.				22	2	1	P	63		P		1	P	P						P	8	2	1					

Légende du tableau général des résultats.

10/15 Référence à « La géologie des environs de Morges » (Vernet, 1956). Le premier chiffre indique le numéro de la figure, alors que le second se rapporte à la strate.

13 Les chiffres indiquent des pourcents.

++++ Les croix représentent une estimation quantitative allant de 1 à 5.

P Minéral déterminé, mais non rencontré lors des comptages.

x Minéral en proportion non évaluée.

Au Chattien supérieur, l'épidote égale, puis prédomine sur le grenat. L'anatase, l'apatite et la monazite font leur apparition. Le zircon et le rutile sont aussi en plus fortes proportions.

II. *Etude quantitative :*

Les comptages de minéraux sont seuls à apporter une certitude et complètent heureusement les observations susmentionnées. Les variations des minéraux dans le cortège sont minimes, seules les proportions varient.

Les pourcentages de grenat et d'épidote varient en sens inverse. Le grenat passe, de bas en haut de la série, de 56 à 22 % et l'épidote de 23 à 63 %.

Les « minéraux divers » des graphiques A et B, qui comprennent presque tous les minéraux accessoires, diminuent fortement en proportion au Chattien supérieur.

* * *

C'est en utilisant toutes ces observations, aussi bien qualitatives que quantitatives, que l'on peut situer dans cette série chattienne un échantillon non localisé.

BIBLIOGRAPHIE

Déverin L. — Analyse minéralogique de quelques sédiments arénacés. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 53,* 1920.

Déverin L. et Custer W. — Sur un affleurement de la molasse chattiennne. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 56,* 1927.

Jordi H.-A. — Geologie der Umgebung von Yverdon. *Mat. Carte géol. Suisse,* Nlle sér. Livr. *99,* 1955.

Milner H.-B. — Sedimentary Petrography. Ed. Th. Murby, London, 1940 (3e éd.).

Von Moos A. — Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandsteinen. *Bull. Suisse Minéral.-Petro.* XV, 169-265, 1935.

Rivière A., Visse L., Fridman R. et Vernhet S. — Nouvelles recherches sur les argiles sédimentaires. *Bull. Gr. Fr. Argiles 6,* Nlle série no *1,* 13-18, 1954.

Vatan A. — Pétrographie sédimentaire. Publication de l'Institut français du pétrole, 1954.

Vernet J.-P. — La géologie des environs de Morges. *Eclogae geol. Helv. 49,* no *1,* 157-241, 1956.

— Les minéraux argileux des sédiments oligo-miocènes du Bassin molassique suisse. *C. R.,* Paris, *243,* 1129-1131, 1956.

— Etude pétrographique des sédiments argileux oligo-miocènes de la molasse de la région de Lausanne, présentée au Colloque International de Sédimentologie 1956 et à paraître dans la Revue de l'IFP.

Manuscrit reçu le 29 janvier 1958.

ERATĂ

Pag.	Rîndul	În loc de:	Se va citi:	Din vina:
Soumaire pag. 3	18	dimenthylique	dimèthylique	Autorului
„	23	chamote	chamotte	„
„	33	sistèm	système	„
65	9 de jos	potenţional	potenţial	„
89	11 de jos	au ajutorul	cu ajutorul	„
94	22 de jos	exprmiare	exprimare	„
97	9 de sus	amic	mic	„
110	5 de sus	σ_{10-30} kgf/mm	σ_{10-30} kgf/mm²	„
110	4 de jos	σ_{5-10}	σ_{5-30}	„
111	1 de sus (Tab. 4)	kgf/mm²	σ_{5-30} kgf/mm²	„
112	2 de sus (Tab. 5)	kgf/mm²	σ kgf/mm²	„
137	9	caractéristique	caractéristiques	„
169	9 de jos	continuu	continu	„
197	2 de jos	$s_\delta =$	$S_\delta =$	„
199	12 de jos	синтезирования	симметризации	„
233	2 de jos	сомоставления	сопоставления	„
248	13	fleèche	flèche	„
341	14 de sus	acetaldehică	acetaldehidă	„
368	9	ajontant	ajoutant	„
392	19 de sus	A. Scleicher	A. Schleicher	„
394	9	à èlectrodes	aux électrodes	„
394	8	de électrogravimétrie	d'électrogravimétrie	„
394	7 de jos	Gelosco	Geloso	Tipografiei
399	2	sistème	système	Autorului
„	6	sistème	système	„
„	7	des bons	de bons	„
„	7	rezultats	résultats	„
„	9	compozition	composition	„

În Tom 4 (18) 1959, articolul tov. prof. O. E. Gheorghiu: Asupra unor sisteme de ecuaţii funcţionale matriciale, p. 13 rîndul 11 de sus în loc de „un singur argument" se va citi „un singur argument real şi pozitiv".