

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band: 70 (1990)
Heft: 1

Artikel: Résultats préliminaires d'un essai de zonéographie métamorphique à travers les formations calcaires de la Nappe de Morcles
Autor: Goy-Eggenberger, D. / Kübler, B.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-53604>

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: 27.01.2026

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

Résultats préliminaires d'un essai de zonéographie métamorphique à travers les formations calcaires de la Nappe de Morcles*

par D. Goy-Eggenberger¹ et B. Kübler¹

Abstract

Metamorphism of the Morcles nappe (Helvetic) has been studied using illite crystallinity and the evolution of the argillaceous mineral parageneses. Sampling has been made in various lithologies (mostly limestones) of the Morcles nappe and also in the "nappe de la Tour d'Anzeinde" (Ultrahelvetic). We found evidence for an increase in the degree of metamorphism from the frontal part of the Morcles nappe (anchizone) to the trailing part of the nappe (epizone). The "nappe de la Tour d'Anzeinde" was found to represent upper-anchizone to diagenetic conditions. The increasing degree of metamorphism shows an evolution of white micas from an "illite" type to a "muscovite" type.

Keywords: anchimetamorphism, illite crystallinity, Morcles nappe, Helvetic, Ultrahelvetic, Switzerland.

Introduction

Le but de ce travail est d'étudier le métamorphisme de la nappe de Morcles à l'aide de la mesure de la Largeur de Scherrer (LS) et de l'évolution de la paragenèse des minéraux argileux et de répondre aux questions suivantes:

Quelles sont les relations de la Nappe de Morcles avec l'Autochtone, et les Nappes adjacentes (Helvétiques ou Ultrahelvétiques)?

Localement, quel est le comportement du gradient métamorphique, par exemple près d'un plan de chevauchement ou comment la LS évolue-t-elle lors de changements lithologiques ou granulométriques?

Les nombreuses études minéralogiques qui ont été consacrées aux formations helvétiques, ont permis mettre en évidence la présence d'un gradient métamorphique croissant du front des nappes Helvétiques aux racines (Badoux [1971], Durney [1972], Frey [1974], Kübler [1969], Frey et al. [1980b], Masson et al. [1980], Breit-Schmidt [1982], Vuitel [1987], Burkhard [1988] et Dietrich et Casey [1989]). Toutefois les mesures qui quantifient ce gradient ne sont pas assez nombreuses pour établir une zonéographie métamorphique précise. Il nous a donc semblé souhaitable de les compléter, en effectuant un échantillonnage systématique, sans discrimi-

nation de lithologie ou de niveau stratigraphique (certains niveaux, comme les grès de Taveyanne, par exemple [Martini et Vuagnat, 1965; Bussy et Epard, 1984] tout en présentant l'avantage d'une lithologie riche en minéraux index, sensible aux variations thermodynamiques, présentent l'inconvénient d'être limités dans l'espace et n'offrent pas la continuité nécessaire à l'établissement d'isogrades métamorphiques). Nous présentons ici les premiers résultats de cet échantillonnage.

Méthodes

1. Échantillonnage de 2 coupes aux racines de la nappe de Morcles dans la région de Saillon, 2 coupes au front de la nappe dans la région de Pont-de-Nant et 1 coupe dans la nappe de la Tour d'Anzeinde (Ultrahelvétique directement en contact avec la nappe de Morcles, au front de celle-ci).

2. Les échantillons ont été préparés pour la diffraction RX, selon les méthodes mises au point par Rumley et Adatte (1983) et Kübler (1967, 1987). Diffraction RX avec le SCINTAG XDS2000 (élimination de la $K\beta$ du Cu et des raies parasites du Fe, grâce à l'appareillage muni d'un cristal de Ge, refroidi par Peltier et élimination du bruit de fond et de la $K\alpha 2$ par calcul.

* Résumé élargi de la contribution présentée à l'assemblée annuelle de la SSMP, Fribourg, 13 et 14 oct. 1989.

¹ Institut de Géologie, Université de Neuchâtel, CH-2007 Neuchâtel.

Description des coupes

RÉGION DES RACINES DE LA NAPPE DE MORCLES COUPE NO 1: SAILLON-LA CARRIÈRE

Cette coupe commence dans les premiers niveaux (Crétacé sup.) (coord. 579 600 / 113 250, 495 m) affleurant au-dessus du socle dans la carrière au pied de la colline de Saillon, dans le flanc inverse fortement tectonisé à cet endroit de la nappe et se poursuit au pied de la falaise en direction de la colline de Saillon (Crétacé inf.) (E-W).

1. Chloritoschistes verts, d'aspect prasinitique; Gault (1 m visible)

2. Marbres rubanés gris-clair, gris plus foncé (1 m)

2a. Contact fortement tectonisé, puis

3. Marbres rubanés gris et blancs à rubanement fortement plissoté

3a. Marbres blancs à délits chloriteux (2 m)

4. Marbres blancs (2 m)

5. Marbres gris à rubanement discret gris-clair – gris foncé (2 m)

Ces différents marbres sont probablement une réduction des calcaires massifs (Urgonien) dont l'épaisseur normale de presque 100 m est ainsi fortement réduite.

6, 6a, 6b. Calcaires gréseux fins à délits plus quartzeux (3 m) (Hauterivien)

6a: LS = 0.240, 6b: LS = 0.260

6c. Calcaires gris en bancs (Valanginien), LS = 0.240

6d. Calcschistes (Valanginien schisteux), LS = 0.260. Les échantillons 6a–6d ne figurent pas sur le graphique no 1, car seules les fractions < 2 µm ont été analysées.

Quelques échantillons ont été pris le long du plan de chevauchement depuis la carrière en direction du nord, sentier de Chiboz (no 7–15).

7–11. (coord. 579 460 / 113 440 à 620 m)

7: Calcaire (Argovien), 8, 11: calcaire (Dogger), 9: calcaire (Malm), 10: schiste (Callovo-Oxfordien)

12, 13. (coord. 579 230 / 113 500 à 760 m), 12: calcaire (Malm), 13: calcaire (Argovien)

14, 15. (coord. 579 000 / 113 500 à 930 m), 14: calcaire (Dogger), 15: calcaire (Crétacé)

COUPE NO 2: TENÈVRE-LE DAILEY (LIAS-DOGGER)

Elle commence dans les schistes noirs (Aalénien) au point de coordonnée 578 900 / 116 170 à 1400 m.

21–27. Schistes noirs (Aalénien) (LS: 25 = .335, LS: 26 = .300 < 2 µm AD, ne figurent pas sur le graphique)

31–42. Calcaires spathiques et siliceux

43. Calcaires spathiques (Bajocien sup.)

La coupe continue en direction du châlet Sinlio point 1287, coord. 578 000 / 113 200, mais les analyses ne sont pas terminées.

FRONT DE LA NAPPE DE MORCLES (RÉGION DE PONT-DE NANT): COUPE NO 3: ARBALESSE-LE LAVANCHY (CRÉTACÉ-OLIGOCÈNE)

Cette coupe se situe au nord de la rivière Arbalesse sous les pentes du Lavanchy, du N-E au S-W, elle commence dans les niveaux massifs du Valanginien calcaire (coord. 574 975 / 122 600, 1290 m), puis traverse les différents niveaux de calcaires du Crétacé pour s'achever au niveau du flysch de l'Oligocène inf. (coord. 574 175 / 122 750, 1130 m)

60, 61. Calcaires massifs à patine gris-clair (50 m); Valanginien calcaire

62, 63. Calcaires siliceux à pâte sombre et patine brune (100 m); Hauterivien

64. Calcaires spathiques, à oursins et milioles; Barrémien inf. (30 m)

65–68. Calcaires massifs gris-clair; Urgonien inf. (Urgonien = Barrémien sup. + Aptien inf. à base marquée par une couche à Orbitolina lenticularis)

70–72. Calcaires massifs très clairs à rudistes; Urgonien sup. (ép. Urgonien: 90 m)

73. Quartzites glauconieux et grès; Albien-Cénomaniens (Gault) (20 m)

69. Marnes rouges dans les empochements karstiques du Crétacé sup.; Sidérolithique; Eocène inf.

75. Calcaires à Nummulites; Priabonien inf. (100 m)

76. Calcschistes à Globigérines; Priabonien sup. (50 m)

77. Grès schisteux (Flysch); Oligocène inf.

COUPE NO 4: LES CROTS (NAPPE DE MORCLES) (CRÉTACÉ SUP.)

Cette coupe traverse divers niveaux du Crétacé supérieur du point 574 400 / 122 200 à 1280 m au point 574 800 / 122 575 à 1440 m.

78–80, 87–88. Calcaires clairs (Urgonien sup.)

85–86. Calcaires gréseux (Barrémien)

81–84. Calcaires gréseux (Hauterivien)

COUPE NO 5: BOIS DE FRENIÈRES – ROC A L'AIGLE (NAPPE DE LA TOUR D'ANZEINDE, ULTRAHELVÉTIQUE) (CRÉTACÉ)

Cette coupe se situe au-dessus de Frenières sous le Roc-à-l'Aigle, dans l'Ultrahelvétique, pour effectuer une comparaison avec l'Helvétique de la nappe de Morcles. Elle commence au point d'altitude 1138 m (captage) (coord. 571 970 / 123 970) et s'achève au point d'altitude 1160 m (coord. 572 325 / 123 250)

91. Calcaires massifs à radiolaires; Hauterivien sup.-Barrémien

92, 93. Calcaires siliceux; Hauterivien inf.

94. Calcaires marneux en petits bancs à Calpionelles; Berriasien inf.-Tithonique sup.

95, 96. Calcaires plaquetés; Valanginien inf.

97-101. Schistes gréseux; Wildflysch

Le graphique ci-dessous (Fig. 1) montre que les fractions micacées $< 2 \mu\text{m}$ se situent à la limite de l'épizone et de l'anchizone, si on se réfère aux données provenant des racines de la nappe de Morcles. Elles se situent par contre nettement dans l'anchizone au front de celle-ci et souvent

dans la diagenèse dans la nappe de Tour d'Anzeinde. Les fractions micacées comprises entre 2 et $16 \mu\text{m}$ se situent en général dans l'épizone aux racines de la nappe de Morcles et à la limite épizone-anchizone en ce qui concerne le front de cette même nappe. Quant à la nappe de la Tour d'Anzeinde, les fractions 2- $16 \mu\text{m}$ sont plus nettement situées dans l'anchizone.

Minéralogie et lithostratigraphie

Les micas: La méthode REY-KÜBLER (1983) a permis de cerner la tendance générale qui est celle de phengites. Les micas $< 2 \mu\text{m}$ se rapprochant de la zone illitique (fraction néoformée) et les micas 2- $16 \mu\text{m}$ se rapprochant des muscovites (héritage détritique). On note cependant un déplacement du pôle illitique au pôle muscovitique des deux fractions, si on se dirige du front vers les racines de la nappe de Morcles, ce qui prouve que les deux fractions ont été affectées par le métamorphisme (Fig. 2).

Les chlorites: Les chlorites ont été étudiées à l'aide de la méthode OINUMA (1972). De nature

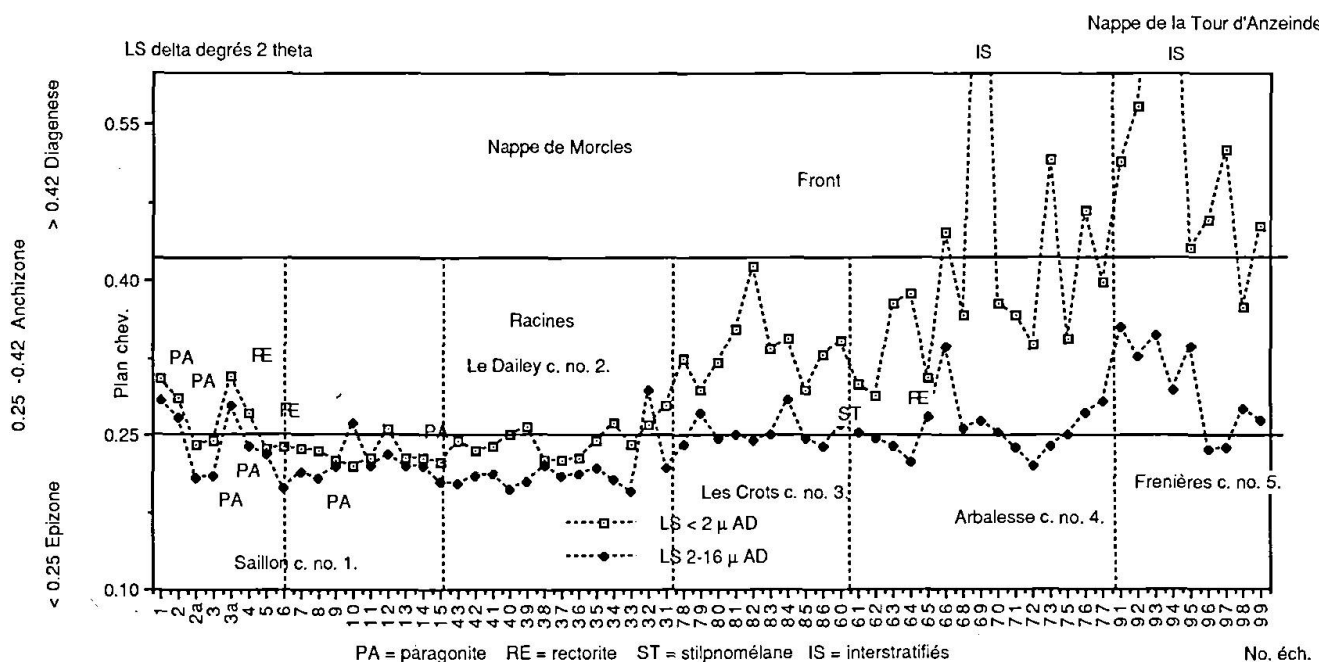


Fig. 1 Largeur de Scherrer des micas, en fractions de degrés 2 θ (LS), mesurée sur la première réflexion du mica blanc. Les différentes coupes ont été accolées pour pouvoir comparer le front de la nappe de Morcles, ses racines et la nappe de la Tour d'Anzeinde: on constate qu'au voisinage du plan de chevauchement la LS est légèrement plus élevée (paragonite et rectorite), puis les mesures se stabilisent.

Les fractions micacées $< 2 \mu\text{m}$ se situent à la limite de l'épizone et de l'anchizone, si on se réfère aux données provenant des racines de la nappe de Morcles. Elles se situent par contre nettement dans l'anchizone au front de celle-ci et souvent dans la diagenèse dans la nappe de Tour d'Anzeinde. Les fractions micacées comprises entre 2 et $16 \mu\text{m}$ se situent en général dans l'épizone, aux racines de la nappe de Morcles et à la limite épizone-anchizone, au front de cette même nappe. Quant à la nappe de la Tour d'Anzeinde, les fractions 2- $16 \mu\text{m}$ sont plus nettement situées dans l'anchizone.

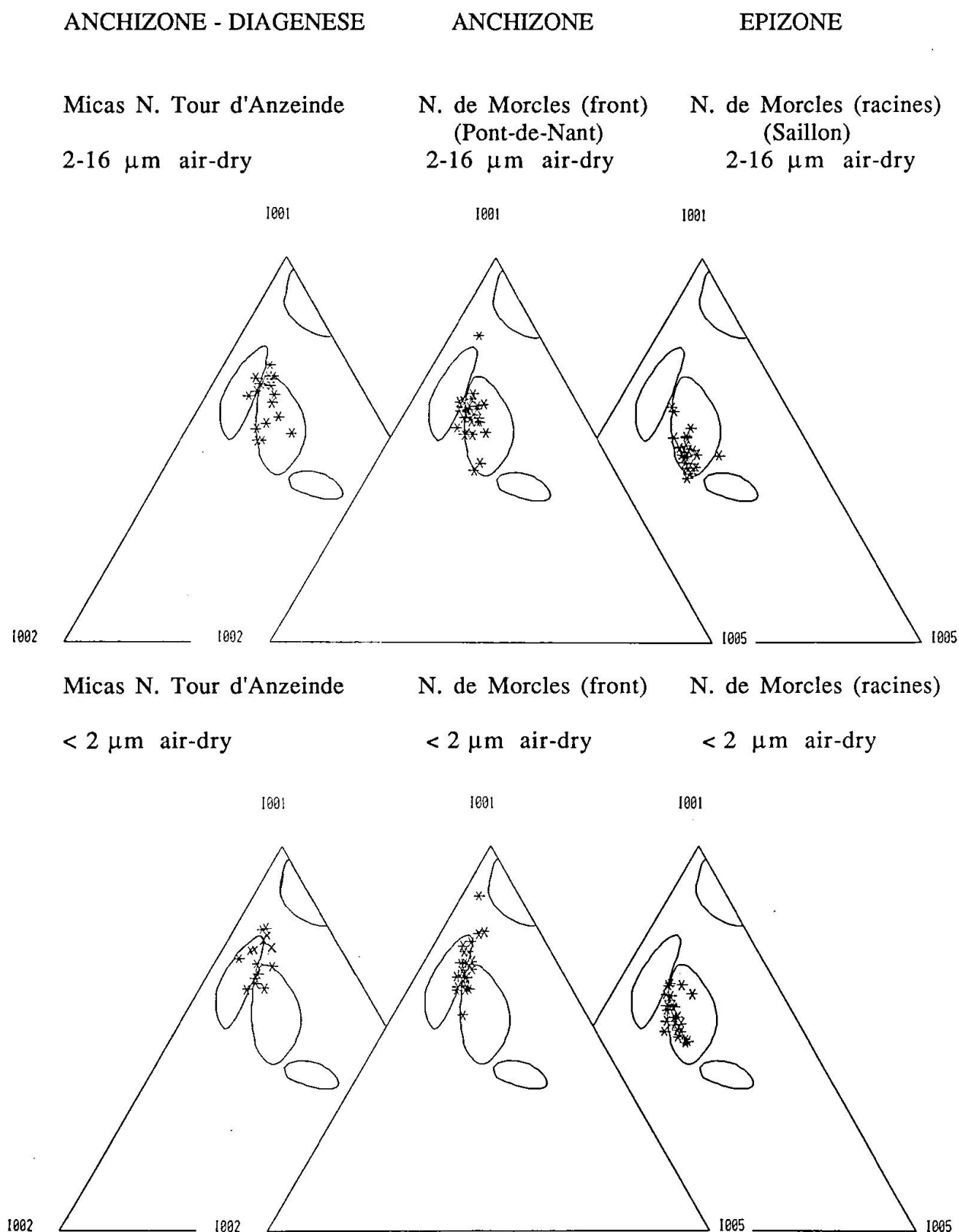


Fig. 2 La méthode REY-KÜBLER (1983) a permis de cerner la tendance générale des micas qui est celle de phengites. Les micas < 2 μm se rapprochant de la zone illitique (fraction néoformée) et les micas 2-16 μm se rapprochant des muscovites (héritage détritique). On note cependant un déplacement du pôle illitique au pôle muscovitique des deux fractions, si on se dirige du front vers les racines de la nappe de Morcles, ce qui prouve que les deux fractions ont été affectées par le métamorphisme.

plus ferromagnésienne au front de la nappe de Morcles et dans la Nappe de la Tour d'Anzeinde, elles semblent se rapprocher du pôle alumineux, lorsqu'on se dirige vers les racines de la nappe de Morcles à Saillon.

Le stilpnomélane: caractérisé par une forte réflexion à 12.180 Å, ce phyllosilicate se rencontre surtout dans les calcaires massifs à nodules pyriteux (Valanginien calcaire) au front de la nappe de Morcles.

La rectorite ou allévardite: Cet interstratifié régulier 1:1 de mica dioctaédrique et de smectite se situe en général dans les calcaires (Urgonien), aussi bien au front de la nappe de Morcles que dans la région de ses racines à Saillon, dans un marbre rubané, mais aussi dans un marbre blanc assez pur, appartenant également à l'«Urgonien».

La mesure de la LS situe ces marbres à la limite de l'anchizone et de l'épizone.

STEINER (1968), ESLINGER et SAVIN (1973) ont trouvé des rectorites hydrothermales dans des forages où les températures mesurées étaient de 220 et 270 degrés.

La paragonite: se trouve également dans les marbres de Saillon, sa présence semble exclure celle de la rectorite. Les réflexions basales sont situées à:

Réflexion	Morcles	BORG (1969)
002	9.652 Å	9.656 Å
004	4.832 Å	4.828 Å
006	3.212 Å	3.219 Å
0010	1.925 Å	1.9313 Å

La paragonite est décelée déjà au début de la série renversée (Gault) et se retrouve dans plusieurs niveaux marmorisés des calcaires urgoniens, ainsi que dans divers niveaux (Valanginien calcaire et Valanginien schisteux).

La mesure de la LS a permis de situer ces séries à la limite de l'anchizone et de l'épizone.

L'interstratifié paragonite/phengite: Associé à la paragonite, il y a un interstratifié paragonite/phengite, qui s'individualise bien à 1.960 Å. FREY (1987) attribue ce minéral à l'anchizone, voire au début de l'épizone, quoique MERRIMAN et ROBERTS (1985) et WEAVER et BROEKSTRA (1984) citent son apparition dès la fin de la diagenèse.

Signification de la présence de la rectorite ou de la paragonite au voisinage direct du plan de chevauchement:

EBERL et HOWER (1977), FREY (1978) présentent la rectorite comme étant un précurseur de la paragonite.

RUCH (1983), lors de son étude de la nappe de Morcles (au sud de la vallée du Rhône) a également trouvé la rectorite dans les calcaires urgoniens

qu'il attribue à la fin de la diagenèse et au début de l'anchizone et la paragonite et l'interstratifié paragonite-phengite dans des niveaux qu'il a attribués à l'anchizone.

La présence de la rectorite ou de la paragonite dans les niveaux adjacents au plan de chevauchement de la nappe de Morcles peut être expliquée par différents cas de figure:

1. La différence est uniquement lithologique.

2. Il y a eu un métamorphisme différent (passage de l'anchizone à l'épizone) à quelques décimètres de distance. Cette différence pourrait s'expliquer par l'hypothèse suivante:

Les conditions de pression, de température et de concentration de fluides ont été localement différentes. L'ont-elles été pendant la mise en place de Nappe ou par la suite? Des datations radiométriques pourraient peut-être répondre à cette question.

Conclusions

Cette étude montre une augmentation du métamorphisme du front de la nappe de Morcles (anchizone) vers ses racines (épizone). Ce métamorphisme croissant s'accompagne de l'évolution de la composition des micas blancs qui évoluent du pôle «illite» au pôle muscovite. Cette évolution «front-racines» avait déjà été observée par MOSAR (1988) dans le cadre de son étude des Préalpes Médiannes.

Les premiers résultats définissant les relations des unités tectoniques adjacentes à la nappe de Morcles, concernant la nappe de la Tour d'Anzeinde et montrent que cette dernière se situe dans une zone de plus faible métamorphisme (anchizone sup.-diagenèse) que le front de la Nappe de Morcles (anchizone). L'évolution locale de la LS notamment au voisinage des plans de chevauchement doit encore être précisée, par un échantillonnage complémentaire, qui pourrait expliquer l'augmentation passagère de la LS.

Ce premier échantillonnage, nous a permis de localiser certains niveaux qui, comme les calcaires urgoniens contiennent des minéraux (rectorite ou paragonite) qui perturbent la mesure de la LS. Les calcaires massifs (Valanginien calcaire) et les calcaires siliceux (Hauterivien), nous semblent appropriés pour poursuivre notre étude, car tout en étant continus dans l'espace, ces niveaux présentent une composition lithologique et une granulométrie suffisamment constantes pour permettre une mesure fiable de la Largeur de Scherrer (LS) sur les micas, afin d'établir une zonéographie métamorphique complétée si possible à l'aide de minéraux index.

Références

- BADOUX, H. (1971): Notice explicative, feuille 1305 Dt. de Morcles, Atlas géologique de la Suisse.
- BORG, I.Y. et SMITH, D.K. (1969): Calculated X-ray Powder Patterns for Silicate Minerals. Geological Society of America, Inc. Memoir 122. 896 pp.
- BREITSCHMIDT, A. (1982): Diagenese und schwache Metamorphose in den sedimentären Abfolgen der Zentralschweizer Alpen (Vierwaldstättersee, Uri-rotstock). *Eclogae geol. Helv.*, vol. 75/2, 331–380.
- BURKHARD, M. (1988): L'Helvétique de la bordure occidentale du massif de l'Aar (évolution tectonique et métamorphique), *Eclogae geol. Helv.*, vol. 81, 63–114.
- BUSSY, F. et EPARD, J.L. (1984): Essai de zonéographie métamorphique entre les Diablerets et le massif de l'Aar (Suisse occidentale), basée sur l'étude des Grès de Taveyane. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 64, 131–150.
- DIETRICH, D. et CASEY, M. (1989): A new tectonic model for the Helvetic nappes. COWARD, M.P., DIETRICH, D. et PARK, R.G. eds., *Alpine tectonics*, Geological Society Special Publication. 45, 47–63.
- DURNEY, D.W. (1972): Deformation history of the western Helvetic Nappes, Valais, Switzerland. Unpublished Ph. D thesis, Imperial College London.
- EBERL, D. et HOWER, J. (1977): The hydrothermal transformation of sodium and potassium smectite into mixed-layer clay. *Clays and clay minerals* 25, 215–227.
- ESLINGER, E.V. et SAVIN, S.M. (1973): Mineralogy and isotope geochemistry of the hydrothermally altered rocks of the Ohaki-Broadlands, New Zealand geothermal area. *Amer. J. Sci.* 273, 240–267.
- FREY, M. (1974): Alpine metamorphism of pelitic and marly rocks of the Central Alps. *Bull. Suisse de Minéral. Petrogr.* 54/2, 3, 489–506.
- FREY, M. (1978): Progressive low grade metamorphism of a black shale formation, Central Swiss Alps, with special references to pyrophyllite and margarite bearing assemblages. *J. Petrol.* 19, 95–135.
- FREY, M. (1987): Low Temperature Metamorphism. Blackie.
- FREY, M., TEICHMÜLLER, M., TEICHMÜLLER, R., MULLIS, J., KÜNZI, B., BREITSCHMIDT, A., GRUNER, U. et SCHWIZER, B. (1980): Very low grade metamorphism in external parts of the central alps: illite crystallinity, coal rank and fluid inclusion data. *Eclogae geol. Helv.*, 73, 173–203.
- KÜBLER, B. (1967): Stabilité et fidélité de mesures simples sur les diagrammes de rayons X. *Bull. Groupe franç. Argiles* 19, 39–47.
- KÜBLER, B. (1969): Crystallinity of illite. Detection of metamorphism in some frontal part of the Alps. *Referate der Vorträge auf der 47. Jahrestagung der Deutsch. mineral. Ges.* 29–40.
- KÜBLER, B. (1987): Crystallinité de l'illite. Méthodes normalisées de préparation. Méthode normalisée de mesure. Méthode normalisée automatique de mesure. *Cahiers de l'Institut de géologie, Neuchâtel (Suisse)*, no 43. Série A.D.X. no 2. 10 pp.
- MARTINI, J. et VUAGNAT, M. (1965): Présence du faciès à zéolites dans la formation des «grès» de Taveyane (Alpes franco-suisse). *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 45, 281–293.
- MASSON, H., HERB, R. et STECK, A. (1980): Helvetic Alps of Western Switzerland. In: *Schweiz. Geologische Kommission: Geology of Switzerland (Part B, 109–153)*. Wepf & Co, Basel, New York.
- MERRIMAN, R.J. et ROBERTS, B. (1985): A survey of white mica crystallinity and polytypes in pelitic rocks of Snowdonia and Llyn, North Wales. *Mineral Mag.* 49 (3), 305–319.
- MOSAR, J. (1988): Métamorphisme transporté dans les Préalpes. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 68, 77–94.
- OINUMA, K., SHIMODA, S. et SUDO, T. (1972): Triangular diagrams for surveying chemical composition of chlorites. *J. Toyo University, General Education (Nat. Sci.)* 15, 1–33.
- REY, J.F. et KÜBLER, B. (1982): Identification des micas des séries sédimentaires à partir de la série harmonique 001 des préparations orientées. *Cahiers de l'Institut de géologie, Neuchâtel (Suisse)*.
- RUCH, P. (1983): De Champéry à Susanfe: relations stratigraphiques, structurales, métamorphiques entre l'Autochtone, le Parautochtone et la nappe de Morcles. *Travail de Diplôme, Institut de Géologie de l'Université de Neuchâtel*.
- RUMLEY, G. et ADATTE, Th.: Méthode rapide de séparation des fractions 2 et 16 μm , pour analyse par diffraction X. *Cahiers de l'Institut de géologie, Neuchâtel (Suisse)* no 9. Série A.G.: 5. 4 pp.
- STEINER, A. (1968): Clay minerals in hydrothermally altered rocks at Wairakei, New Zealand. *Clays and Clay minerals*. 16, 193–213.
- VUITEL, J.M. (1987): «Crystallinité de l'illite»: synthèse de quelques travaux effectués dans l'Helvétique alpin. *Cahiers de l'Institut de géologie, Neuchâtel (Suisse)* no 50. Série A.D. 2. 26 pp.
- WEAVER, C.E. et BROEKSTRA, B.R. (1984): Illite-Mica. In *Shale-Slate Metamorphism in Southern Appalachians*, eds. Weaver, C.E. et al., *Developments in Petrology* 10, Elsevier Amsterdam, Amsterdam, 67–97.

Manuscrit accepté le 3 janvier 1990.