

Variations dans la composition de la fraction argileuse des calcaires tithoniques et berriasiens du domaine vocontien (SE France)

Autor(en): **Geyer, Matthias**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **85 (1992)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-167012>

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.

Variations dans la composition de la fraction argileuse des calcaires tithoniques et berriasiens du domaine vocontien (SE France)

Par MATTHIAS GEYER ¹⁾

Mots-Cles: Tithonique, Berriasien, France, domaine vocontien, minéraux argileux, minéralostratigraphie, détritisme, diagenèse.

Key words: Tithonian, Berriasian, France, Vocontian realm, clay minerals, mineralostratigraphy, detritism, diagenesis.

RÉSUMÉ

Un contrôle biochronologique des échantillons permet de suivre les variations de la composition de la fraction argileuse des calcaires tithoniques et berriasiens du domaine vocontien et d'établir ainsi des associations caractéristiques sur le plan régional. Ces associations argileuses sont essentiellement détritiques dans la partie centrale du domaine étudié. Elles sont soumises à une diagenèse d'enfouissement en Ardèche et dans la région de Gap. La composition de la fraction argileuse des coupes dans la partie orientale du domaine vocontien se rapproche à une association du stade profond de la diagenèse.

Sur le plan minéralostratigraphique, seule la kaolinite constitue un repère au début du Berriasien dont l'existence se limite aux bordures (Chartreuse méridionale, Ardèche) sans prolongation dans le bassin.

ABSTRACT

The biochronological control of the samples allows to show variations in the composition of the clay fraction of Tithonian and Berriasian limestones in the Vocontian realm. This gives the possibility to distinguish characteristic regional clay mineral associations. These associations are essentially detritic in the central part of the Vocontian realm and they underwent diagenetic transformations in the Ardèche and in the region of Gap. The composition of the clay mineral fraction of the sections in the Eastern part of the Vocontian realm is strongly influenced by diagenesis.

On the mineralostratigraphic plan, only kaolinite can be considered as a marker at the beginning of the Berriasian. However, its existence is limited to the borders of the Vocontian realm (southern Chartreuse and Ardèche) without prolongation into the central part.

ZUSAMMENFASSUNG

Die biochronologische Kontrolle der Proben gestattet die detaillierte Erfassung der Veränderungen in der Zusammensetzung der Tonfraktion der Tithon- und Berriaskalke des Vocontischen Troges. Auf diese Weise können regional unterschiedliche Tonmineralvergesellschaftungen herausgearbeitet werden. Diese Vergesellschaftungen sind im zentralen Bereich des Untersuchungsgebietes im wesentlichen detritisch, in der Ardèche sowie in

¹⁾ Institut de Géologie, Rue Emile Argand 11, CH-2007 Neuchâtel (Suisse)

der Umgebung von Gap allerdings diagenetisch überprägt. Die Zusammensetzung der Tonfraktion der Profile im Ostteil des Vocontischen Troges wird durch diagenetische Einflüsse erklärt.

Mineralstratigraphisch gesehen stellt nur der Kaolinit einen Leithorizont zu Beginn des Berriäum dar. Dessen Vorkommen beschränkt sich allerdings auf die Ränder (südliche Chartreuse, Ardèche) und bleibt im zentralen Bereich des Vocontischen Troges ohne Fortsetzung.

Introduction et but

Le terrain étudié se situe dans le SE de la France, plus précisément dans un triangle compris entre Grenoble au Nord, l'Ardèche au SW et la région de Castellane au SE (Fig. 1). Cette région, qui constitue un appendice téthysien et qu'on appelle «domaine vocontien» depuis les travaux de Paquier (1900), s'individualise au début du Jurassique

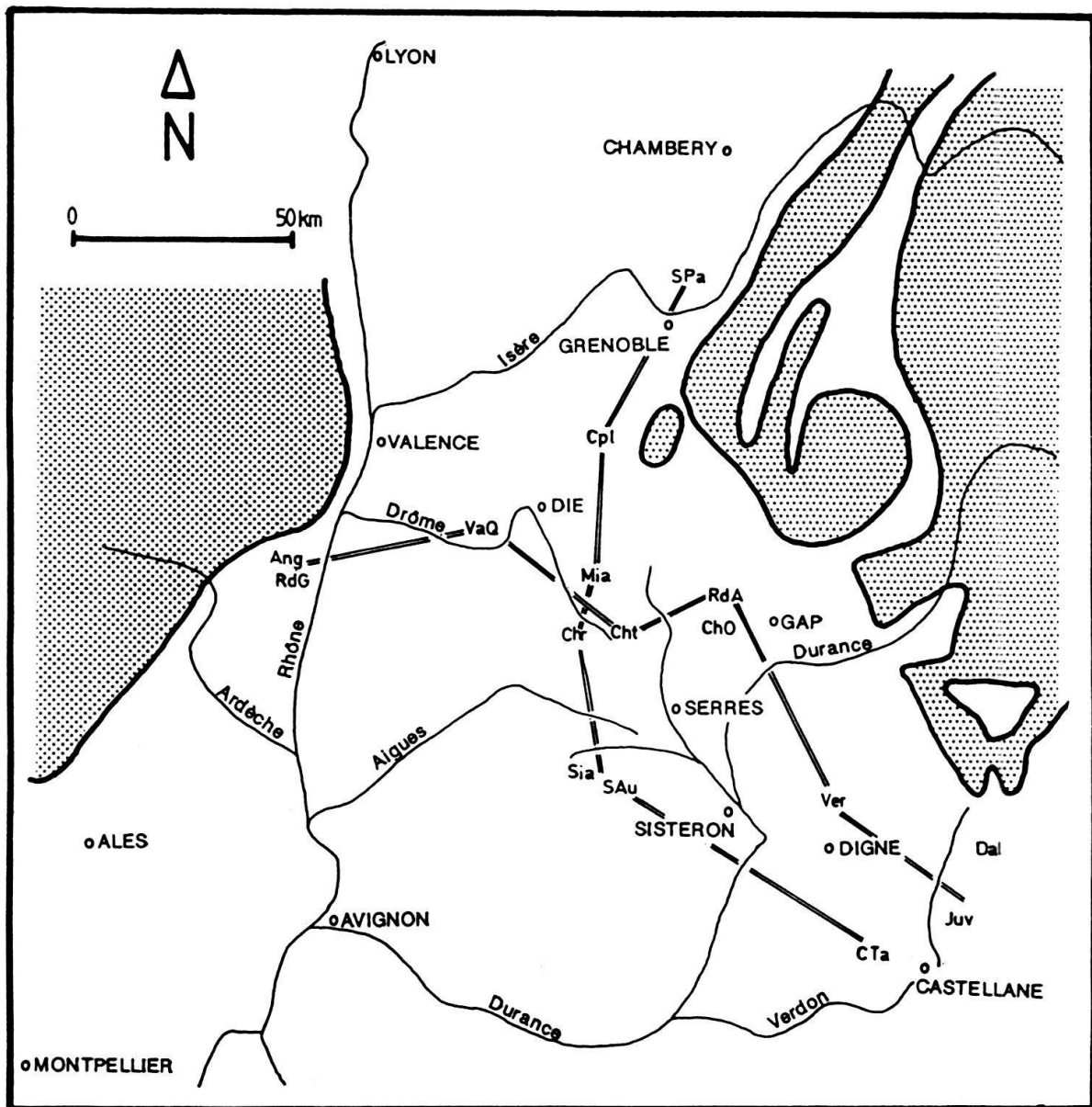


Fig. 1. Localisation des coupes et sections étudiées: Nord-Sud (Fig. 6) et Ouest-Est (Fig. 7)

à l'Ouest de la mer alpine. Au Jurassique supérieur terminal, il est entouré des barrières récifales et des ceintures lagunaires qui séparent le bassin des plate-formes à tendance néritique (Moret 1958; Bodeur 1986). On distingue la plate-forme jurassienne au Nord et la plate-forme provençale au Sud. Remane (1970) et Beaudoin (1977) précisent la morphologie sous-marine du bassin et signalent la présence de canyons.

Environ 800 échantillons en provenance de 25 coupes sont analysés (Tab. 1). Seulement quelques échantillons sélectionnés en provenance des interlits marneux et des résédiments sont étudiés. Ils couvrent l'intervalle stratigraphique du Tithonique supérieur au Berriasien inférieur bien que certaines coupes aient une extension stratigraphique beaucoup plus grande. L'intervalle analysé ne comprend qu'une centaine de mètres de l'ensemble stratigraphique du Mésozoïque vocontien qui dépasse les 2000 mètres.

Les séries tithoniques et berriasiennes du bassin vocontien se composent de calcaires gris-blanc, micritiques. Les intercalations marneuses deviennent progressivement plus importants vers le haut et les sédiments remainiés gravitairement sont localement très importants (Remane 1979). Le Tithonique et le Berriasien ont une épaisseur totale comprise entre 80 et 130 mètres. Levert & Ferry (1987) indiquent pour cet intervalle stratigraphique un taux de sédimentation de l'ordre de 20 m/Ma et affirment que ces valeurs ne se distinguent guère des résultats des forages du DSDP (Deep Sea Drilling Project) dans l'Atlantique Central.

Flügel (1967) constate au microscope électronique à balayage pour les «calcaires vocontiens» une matrice à *Coccolithes* et à *Nannoconus*. Dans la classification des Standard Microfacies Types de Wilson (1975), les calcaires tithoniques et berriasiens du domaine vocontien appartiennent au «SMF 3» («mudstone pélagique»: matrice micritique avec des éléments des microfossiles pélagiques dispersés). Dans les séries étudiées, les dolomies ne jouent qu'un rôle subordonné.

Les échantillons se placent également dans un cadre biochronologique (Tab. 2). La limite Tithonique/Berriasien appliquée dans la présente note suit les propositions de Remane et al. (1986): La base de la zone B de *Calpionelles* coïncide avec la base de la zone à *Jacobi-Grandis* des Ammonites. Les datations, telles qu'elles sont décrites dans Geyer (1991), s'intègrent dans ce schéma biochronologique.

affleurement		carte géologique détaillée		coordonnées (début)	
				x	y
Carrière des Anges	Ang	Privas (198)	1:80.000	790.6	275.0
Charens	Chr	Luc-en-Diois (868)	1:50.000	852.3	255.0
Le Chouet	Cht	Luc-en-Diois (868)	1:50.000	856.1	254.1
Chaulpiane	Cpl	La Chapelle-en-Vercors (820)	1:50.000	855.7	291.1
Châteauneuf-d'Oze	ChO	Gap (869)	1:50.000	862.7	248.6
Clue de Taulanne	CTa	Moustiers-Ste.Marie (970)	1:50.000	929.8	183.8
Daluis	Dal	Entrevaux (945)	1:50.000	958.3	200.6
Saint Julien-Vergons	JuV	Castellane (971)	1:50.000	938.7	187.9
Les Miaux	Mia	Luc-en-Diois (868)	1:50.000	859.0	263.9
Roche des Arnauds	RdA	Gap (869)	1:50.000	885.5	257.8
Route des Grads	RdG	Privas (198)	1:80.000	790.6	274.5
Au Sud d'Aulan	SAu	Sedron (916)	1:50.000	846.0	216.2
Les Sias	Sia	Vaison-la-Romaine (915)	1:50.000	841.8	222.5
Saint Pancrasse	SPa	Domène (773)	1:50.000	875.5	337.2
Vachères-en-Quint	VaQ	Die (843)	1:50.000	831.9	281.1
Le Vernet	Ver	Seyne (894)	1:50.000	926.5	228.2

Tab. 1. Liste des coupes étudiées

Etages	Zonation des Ammonites		Zonation des Calpionelles	
	Zone	Sous-Zone	Zone	Sous-Zone
Valanginien p.p.	Pertranslens		E	Calpionellites darderi p.p.
	Otopeta		D Calpionellopsis	D 3 Calpionellopsis oblonga
Berriasien	Boissieri	Callisto		D 2
		Picteti		D 1 Calpionellopsis simplex
		Paramimounum	C Calpionella	
Occitanica	Dalmasi			
	Privasensis			
	Subalpina		B Calpionella	
Jacobi-Grandis	A Crassicollaria	A 3 Crassicollaria intermedia		
Tithonique		Durangites		A 2
	Microcanthum	A 1 Crassicollaria remanei		
		Ponti		Chitinoïdella
	Fallauxi	pas de Calpionelles		
	Semiforme			
	Darwini			
	Hybonotum			
Kimméridgien p.p.	Beckeri			

mg.90

Tab. 2. Zonation biochronologique du passage Jurassique – Crétacé dans le SE de la France: «Rome Standard Zones» (Allemann et al. 1971) et zonation vocontienne (Remane et al. 1986) – une corrélation entre les zonations d'Ammonites et de Calpionelles. Modifié selon Remane et al. 1986

Le but de cette recherche est de vérifier, si les corrélations précises, fournies par les datations avec les calpionelles (Remane 1963, 1964, Allemann et al. 1971), permettent de distinguer une variation dans l'évolution du cortège argileux des calcaires tithoniques et berriasiens dans le domaine vocontien. Après les premiers résultats de Persoz & Remane (1976), il paraissait intéressant d'explorer les possibilités stratigraphiques offertes par ces variations.

Un inventaire régional et stratigraphique des minéraux argileux a permis:

- d'aborder la question de l'effet de la diagenèse sur la composition de la fraction argileuse;

- de tester l'utilisation des minéraux argileux comme niveaux-repères;
- de distinguer trois associations caractéristiques dans les régions suivantes:
 - premièrement la partie centrale et la bordure septentrionale du domaine vocontien,
 - deuxièmement la bordure ardéchoise et la région de Gap, troisièmement la bordure orientale du domaine vocontien.

Méthodologie

Les échantillons sont broyés, décarbonatés et après une séparation granulométrique, deux fractions ($< 2 \mu\text{m}$ et $2-16 \mu\text{m}$; Rumley & Adatte 1983) sont coulées sur des plaquettes en verre («Texturpräparate»: Jasmund 1955).

Les plaquettes sont passées deux fois aux rayons X (séchées à l'air et saturées au glycol). L'appareil utilisé est un diffractomètre Phillips (rayonnement $\text{CuK}\alpha$ filtré Ni, 40 kV, 20 mA, des fentes $1^\circ/0.2/1^\circ$, vitesse de rotation du goniomètre $2^\circ 2\alpha/\text{min}$ et sans monochromateur; Kübler 1986, 1987).

Sur les diffractogrammes, les intensités brutes des minéraux sont mesurées en hauteur du pic caractéristique (Brindley & Brown 1980) et exprimées en mm. L'ensemble des valeurs absolues est directement corrélé avec une coupe lithologique. Les valeurs absolues sont ensuite transformées en pourcentages relatifs.

Le modèle de Lopatin (in: Waples 1981) permet d'estimer l'intensité de la diagenèse qui a affecté un sédiment depuis son dépôt. Dans son modèle, Lopatin utilise l'index «TTI» («Time-Temperature-Index») pour quantifier le degré de maturité thermique de la matière organique qui est contenue dans le sédiment. Cet index est une variable linéaire du temps et exponentielle de la température. Il est calculé à partir la courbe d'enfouissement de la formation étudiée. Cette courbe permet de retrouver la température maximale à laquelle le sédiment était soumise, le gradient géothermique étant considéré comme constant avec $30^\circ\text{C}/\text{km}$. Ensuite, on compare les valeurs calculées du «TTI» avec les valeurs mesurées du pouvoir réflecteur de la vitrinite.

Résultats et discussion

Les changements verticaux dans la composition du cortège argileux pendant l'intervalle étudié sont généralement peu importants. Par contre, le dépouillement des diffractogrammes a révélé trois régions dans le domaine vocontien, qui se distinguent par une composition spécifique des minéraux argileux:

- dans la partie centrale et septentrionale du bassin: c'est le domaine détritique ou la composition du cortège argileux (micas, smectite, kaolinite) reflète l'héritage et le contrôle des facteurs paléoclimatiques, déjà postulé par Deconinck (1984), qui souligne leur importance pour la sédimentation argileuse dans cette partie du domaine vocontien au Passage Jurassique – Crétacé.

- dans la bordure ardéchoise et dans la région de Gap: c'est le domaine à diagenèse d'enfouissement assez prononcée – le terme de «diagenèse» étant entendu comme «l'ensemble des transformations qui affectent un sédiment depuis le moment de son dépôt jusqu'à l'aurore de métamorphisme (Kübler 1980)». Les micas et la kaolinite subsistent, mais on constate une transformation partielle ou totale des smectites en

interstratifiés du type «illite-smectite». Parfois on observe selon Geyer (1989) une tendance aux interstratifications régulières de type «corrensite» et des chlorites néoformées;

– dans la partie orientale du domaine vocontien, la composition de la fraction argileuse se rapproche du stade profond de la diagenèse: la fraction argileuse se compose de micas et de chlorite seulement, l'absence des minéraux-index comme la pyrophyllite et la paragonite ne permet pas de considérer la classification de cette association comme anchizonale.

Dans leur ensemble, les analyses montrent une répartition des minéraux argileux qui s'intègre dans le modèle paléogéographique du domaine vocontien au passage Tithonique – Berriasien. Elles reflètent notamment l'existence des canyons sous-marins (Remane

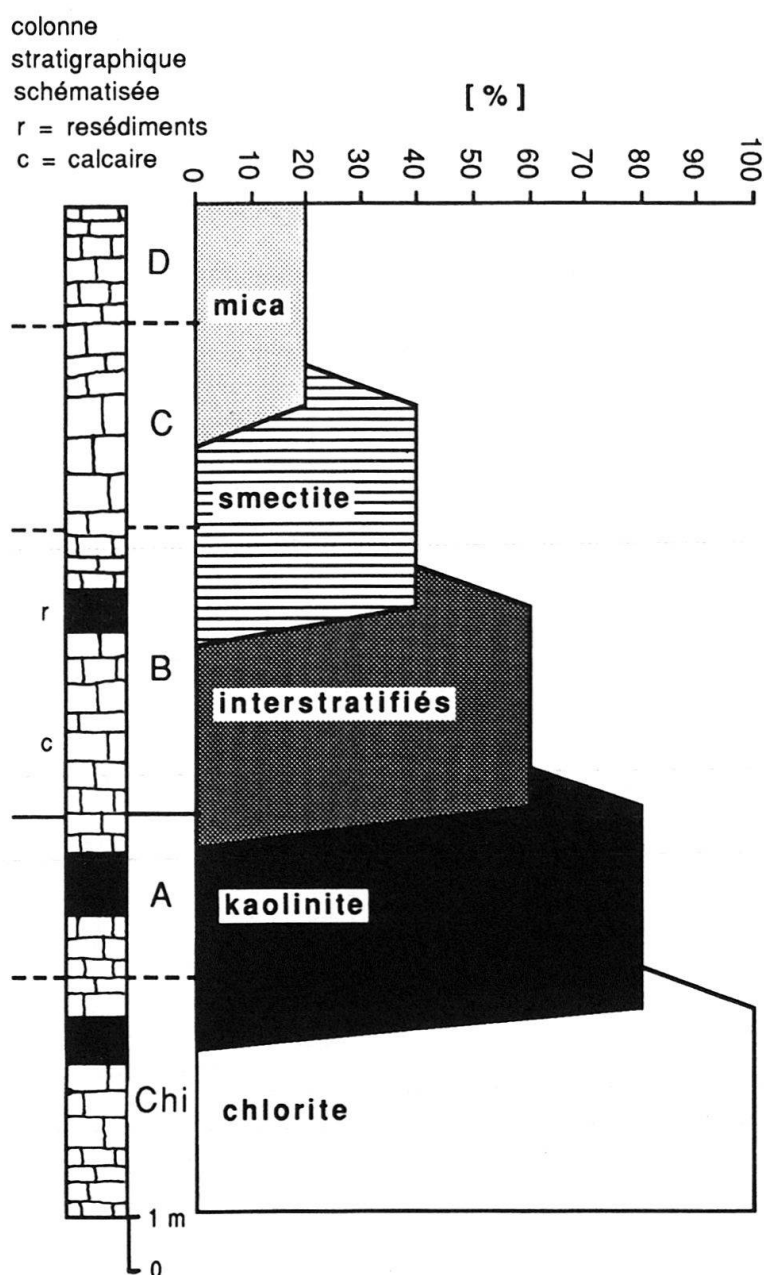


Fig. 2. Légende des fig. 3–5

1970, Beaudoin 1977), qui constituent des voies de transport qui se dirigent des bordures vers la partie centrale du bassin. Parmi ces canyons, le rôle du canyon de la Drôme est le plus connu: la composition de la fraction argileuse se distingue à l'intérieur de ce canyon avant tout par l'absence des smectites (voir plus bas).

A titre d'exemple et afin d'illustrer l'approche scientifique, des coupes typiques avec une lithologie fortement simplifiée sont présentées. Ces coupes avec des associations argileuses différentes (Fig. 3 à 5) se situent dans des parties différentes du bassin et sont particulièrement caractéristiques pour les trois régions distinguées plus haut:

L'association argileuse des coupes Les Miaux et St. Pancrasse (Fig. 3), situées dans la partie centrale et septentrionale du domaine vocontien représente le domaine détritique. On note la dominance des smectites dans la fraction $< 2 \mu\text{m}$.

La Carrière des Anges et Châteauneuf d'Oze (Fig. 4) appartiennent au domaine à diagenèse d'enfouissement: à la Carrière des Anges, la fraction argileuse se compose de mica, minéraux interstratifiés sans spécification, ainsi que de kaolinite et de chlorite. Le proportions en chlorites ne sont pas importantes, et la kaolinite est essentiellement concentrée au passage des zones A/B (= passage Tithonique supérieur – Berriasien inférieur). A Châteauneuf d'Oze, on constate une coexistence des smectites et chlorites dans les mêmes niveaux et une absence de la kaolinite.

Le coupe Daluis se situe dans la partie orientale du domaine vocontien (Fig. 5). La composition de la fraction argileuse est monotone, on n'y trouve que des micas et des chlorites.

Les résultats obtenus par l'analyse de ces coupes sont résumés par les Fig. 6 et 7. En généralisant, la répartition régionale des minéraux argileux est la suivante:

Les **micas** («illites») sont omniprésents et constituent souvent la composante principale de la fraction $< 2 \mu\text{m}$. Par contre, leur répartition ubiquiste ne permet pas de les utiliser pour des corrélations minéralostratigraphiques. Ils sont considérés comme essentiellement détritiques. Les résultats de la **crystallinité de l'illite**, mesurée sur les diffractogrammes séchés à l'air, montrent une variation des valeurs entre 0.32 et 0.39 $\Delta^\circ 2\theta \text{ Cu K}\alpha$. Ces résultats n'apportent pas plus de précision sur l'empreinte diagénétique ayant affecté le cortège argileux.

Les **chlorites** identifiées sur les diffractogrammes sont caractérisées par un pic 001 généralement très fort, ce qui signifie qu'il ne s'agit pas de chlorites pures mais qu'elles contiennent un taux variable de minéraux interstratifiés. Les modèles paléoclimatiques (p.ex. Frakes 1979) ne donnent pas satisfaction pour la situation stratigraphique étudiée. Selon le modèle présenté par Geyer (1991), la présence de la chlorite à l'Ouest de Gap, dans les Baronnies et en Ardèche s'explique par une néoformation de ces minéraux due à une diagenèse d'enfouissement qui a transformé en partie le stock initial des minéraux argileux. Une application du modèle de Lopatin confirme cette interprétation. Par contre, l'existence de la chlorite dans la partie orientale du domaine vocontien résulte de l'influence du stade profond de la diagenèse.

Les **smectites** sont des minéraux détritiques et sensibles à la diagenèse. Elles reflètent les conditions de dépôt, se déposent en raison de leur petite taille surtout dans le centre du bassin. Ici, un contrôle morphologique et énergétique du dépôt intervient par la faible vitesse de dépôt des smectites qui fait, des zones calmes, des régions d'accumulation préférentielle (Geyer 1989). En d'autres termes, le milieu le plus favorable pour une concentration des smectites est en dehors des canyons sous-marins, à savoir dans les

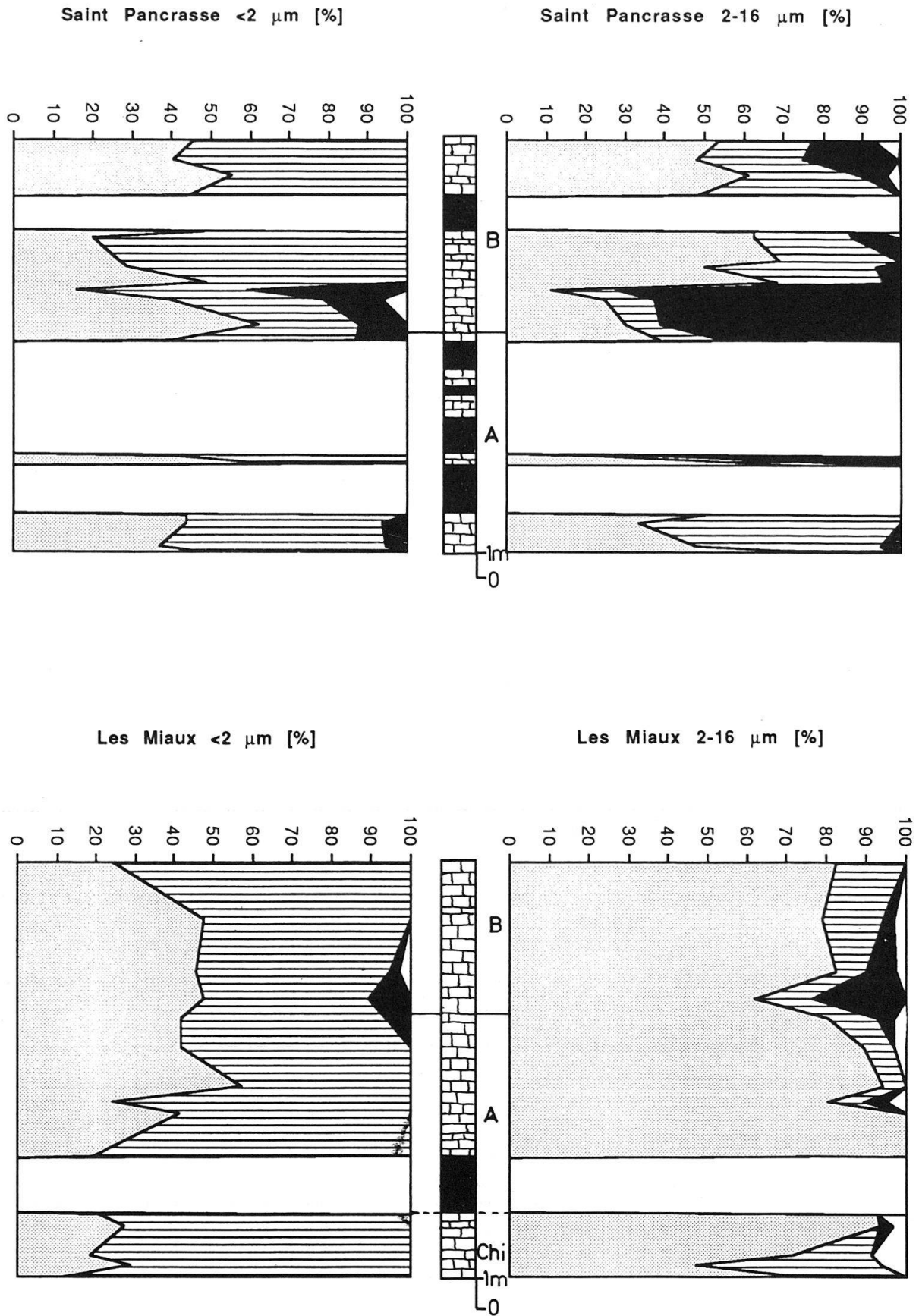


Fig. 3. Composition de la fraction argileuse du résidu insoluble: Les Miaux (Mia), St. Pancrasse (SPa)

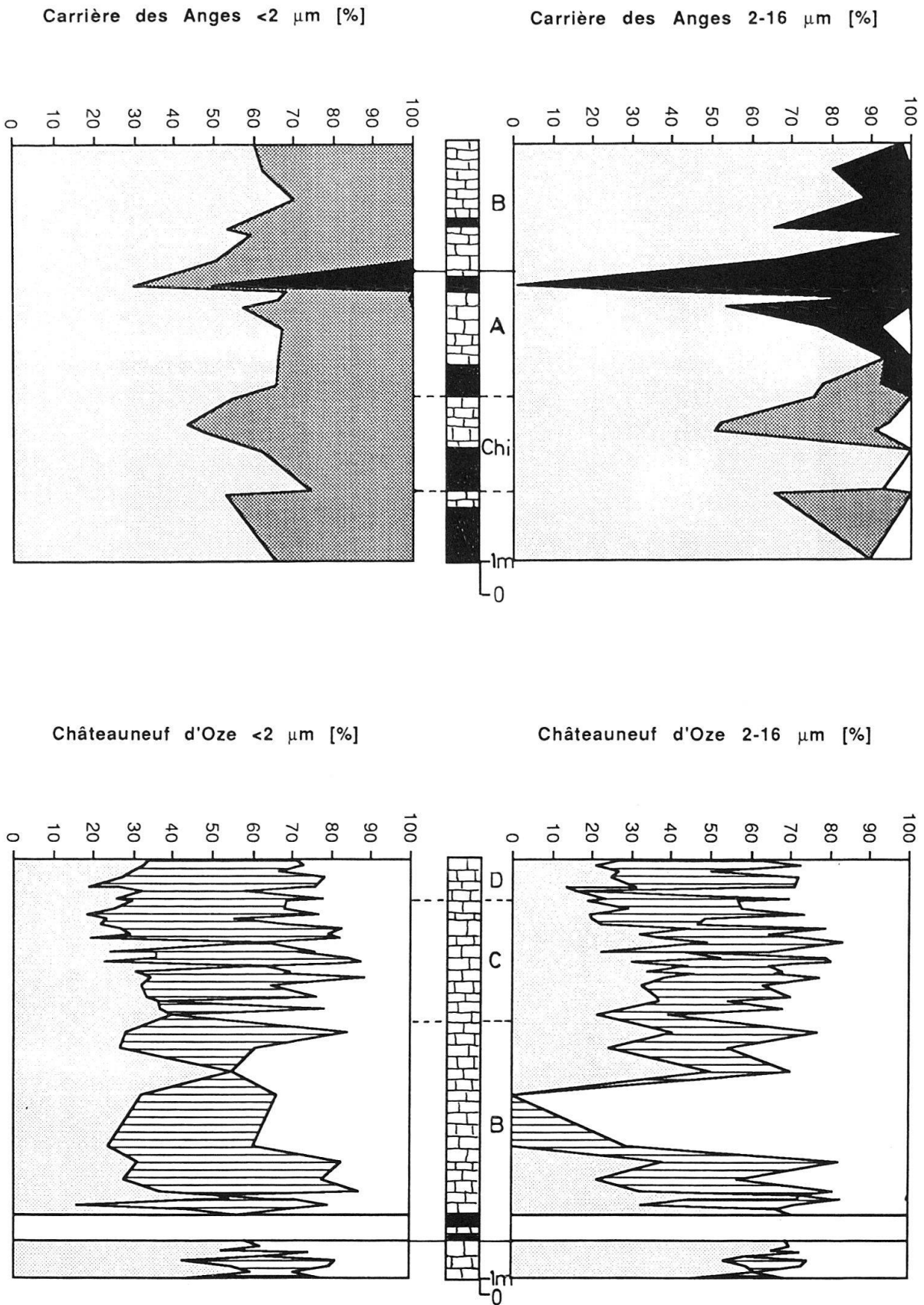


Fig. 4. Composition de la fraction argileuse du résidu insoluble: Carrière des Anges (Ang), Châteauneuf d'Oze (ChO)

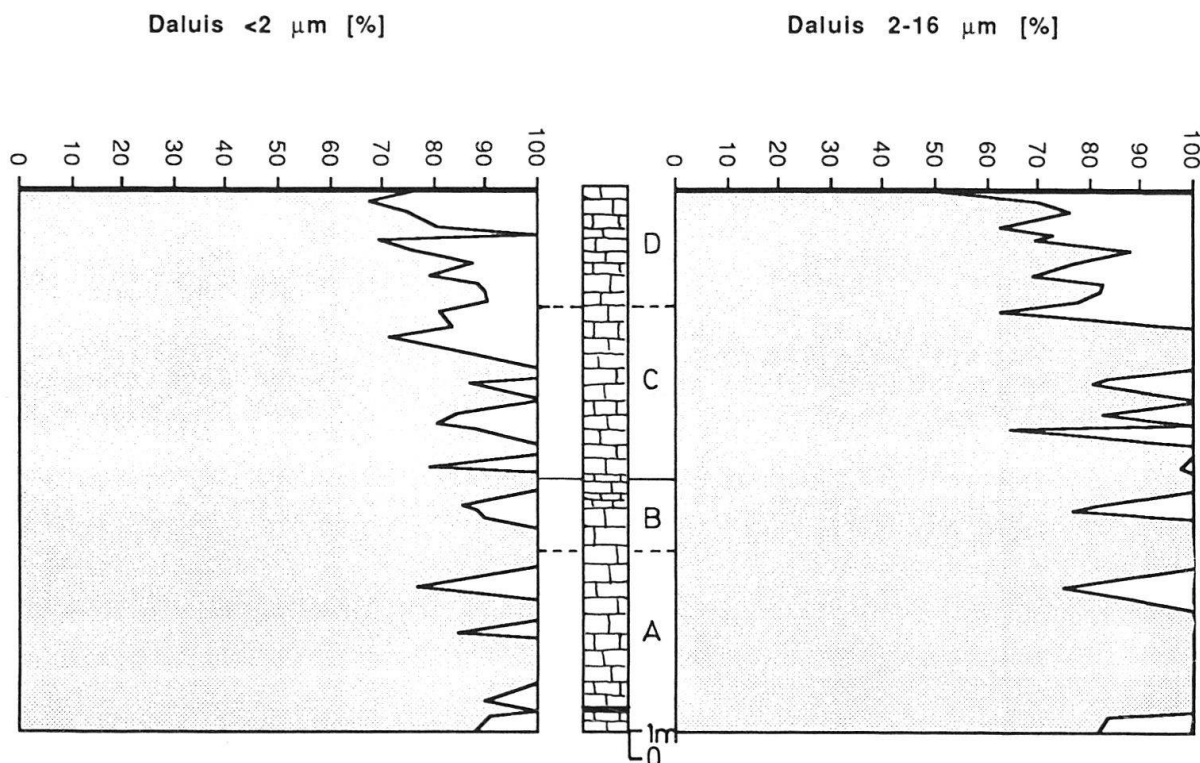


Fig. 5. Composition de la fraction argileuse du résidu insoluble: Daluis (Dal)

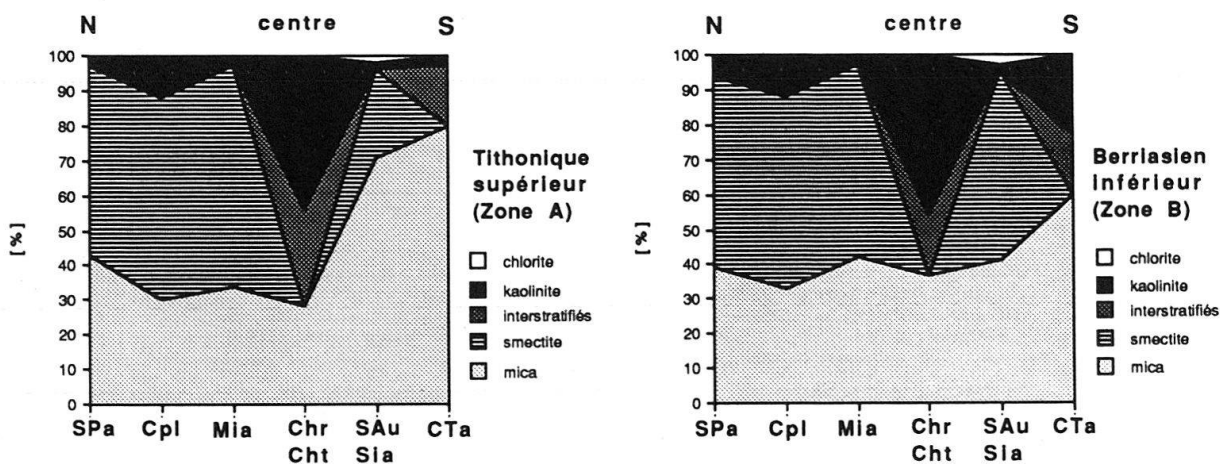


Fig. 6. Composition du résidu argileux ($< 2 \mu\text{m}$, valeurs moyennes) dans une section Nord-Sud pour le Tithonique supérieur (zone A) et le Berriasien inférieur (zone B)

zones calmes du bassin. Les teneurs les plus importantes en smectites sont observées dans la partie septentrionale et méridionale du domaine vocontien. Selon l'application du modèle de Lopatin par Geyer (1991) en Ardèche et dans la région de Gap, l'absence des smectites dans ces régions est liée à une diagenèse d'enfouissement localement plus importante.

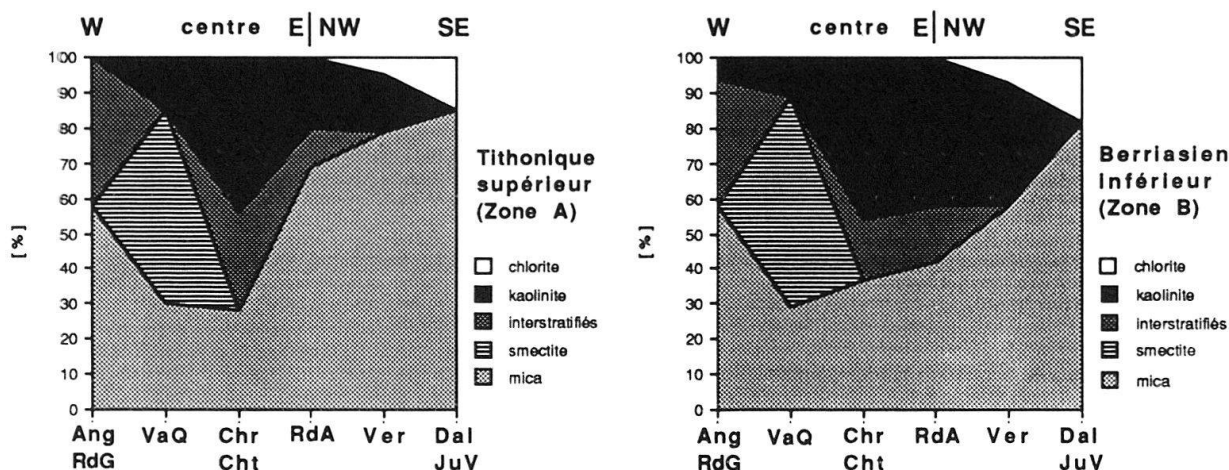


Fig. 7. Composition du résidu argileux (< 2 µm, valeurs moyennes) dans une section Ouest-Est pour le Tithonique supérieur (zone A) et le Berriasien inférieur (zone B)

Plusieurs types d'**interstratifiés** «illite-smectite» sont distingués d'après l'aspect des pics («Roentgénofaciès»: Darsac 1983). Il s'agit surtout des interstratifiés «illite-smectite» à taux variable des couches gonflantes, le taux étant déterminé avec les méthodes de Srodon (in: Vuitel 1987) et McEvans (in: Brown 1961). Ces minéraux se rencontrent sur les bordures du domaine vocontien et à l'intérieur du canyon de la Drôme. Pour la bordure ardéchoise, le modèle de Lopatin confirme l'importance des influences diagenétiques (Geyer 1991). Une surstructure d'un interstratifié régulier de type ABAB est identifiée comme **corrensité** dans quelques niveaux en Ardèche, dans la Chartreuse et dans le Vercors. La corrensité, dont le pic 001 à 29.5 Å se déplace à 32 Å après traitement à éthylène-glycol sur les diffractogrammes des préparations séchées à l'air (Kübler 1973), est composée d'une alternance régulière des couches gonflantes (smectite) et non gonflantes (chlorite). Selon Geyer (1989) aucune préférence pour un niveau stratigraphique particulier est constaté. La présence de la Corrensité est trop irrégulière pour des corrélations minéralostratigraphiques et trop faible pour être représentée dans les Fig. 3 à 5, mais elle indique des transformations diagenétiques dans ces régions.

La **kaolinite** a une répartition généralement assez uniforme dans l'ensemble du bassin vocontien à l'exception de la partie septentrionale et en Ardèche où sa présence se limite à un intervalle très précis au passage du Tithonique au Berriasien (Geyer 1989). Mais cette arrivée brusque et massive de la kaolinite ne se prolonge pas d'une façon nette dans la partie centrale du bassin. Néanmoins, la kaolinite constitue le seul minéral, qui a servi en quelque sorte comme marqueur minéralostratigraphique pour les régions non soumises à l'influence d'une diagenèse prononcée.

Conclusions

Le domaine vocontien se révèle comme un exemple complexe pour une étude de la répartition stratigraphique des minéraux argileux. Une application conséquente des biozonations existantes (Ammonites, Calpionelles) permettait des datations biochronologiques précises dans les calcaires pélagiques de l'intervalle Tithonique – Berriasien

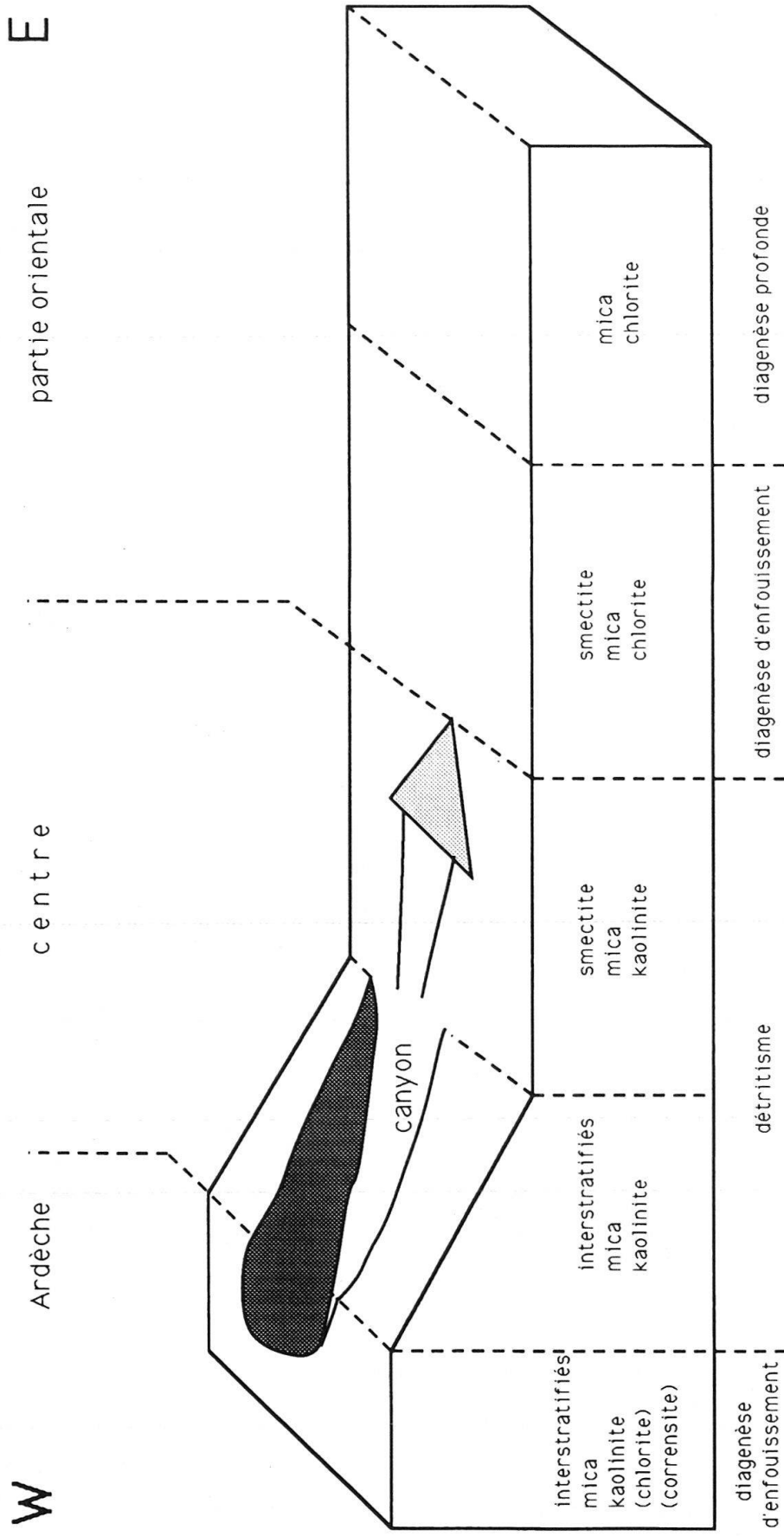


Fig. 8. Schéma simplifié de la répartition des associations argileuses dans le domaine vocontien au passage Tithonique – Berriasien

(Remane 1963, 1964). Mais seulement la kaolinite se révèle en Ardèche et en Chartreuse méridionale comme marquer minéralostratigraphique isochrone.

Les différentes associations argileuses régionales se regroupent en deux pôles antagonistes: le domaine détritique et le domaine des transformations diagénétiques. En tenant compte de l'hydrodynamisme du bassin (Beaudoin 1977), on parvient au modèle suivant de la distribution des minéraux argileux (Fig. 8):

Dans la partie centrale et au Nord du domaine vocontien la composition du résidu insoluble reflète l'héritage et le contrôle des facteurs paléoclimatiques. La fraction argileuse se compose des micas, kaolinite et smectite. Les smectites sont absentes dans les canyons sousmarins.

Geyer (1991) montre dans une application du modèle de Lopatin que cette association détritique subit des transformations diagénétiques suite à une surcharge sédimentaire plus importante en Ardèche. Cette surcharge est responsable pour la disparition totale des smectites au profit des interstratifiés «illite-smectite». Selon Geyer (1991), les analyses révèlent localement l'existence de la corrensite.

Dans la région de Gap, l'empreinte de la diagenèse d'enfouissement entraîne une chloritisation partielle des smectites. Ce résultat est confirmé par le modèle de Lopatin (Geyer 1991).

Dans la partie orientale du domaine vocontien, la composition monotone de la fraction argileuse de chlorite et de micas s'explique par le stade profond de la diagenèse, car la fraction argileuse ne contient pas de minéraux caractéristiques de l'anchizone tel que la paragonite ou la pyrophyllite.

Remerciements

Le présent article constitue une version abrégée de ma thèse, réalisée à l'Institut de Géologie de l'Université de Neuchâtel. J'exprime ici ma reconnaissance aux MM Remane et Kübler de l'Institut de Géologie de l'Université de Neuchâtel pour leur soutien pendant la rédaction. Je tiens également à remercier pour le soutien financier accordé par le Fonds National dans le cadre du projet 2000–5323.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEMANN, F., CATALANI, R., FARÈS, F. & REMANE, J. 1971: Standard Calpionellid Zonation (Upper Tithonian-Vallanginian) of the Western Mediterranean Province. In: *Proceed. II Planctonic Conference Roma 1970*, Edizioni Tecnoscienza, Roma, 1337–1340.
- BEAUDOIN, B. 1977: *Méthode d'analyse sédimentaire et reconstitution du bassin: Le Jurassique terminal – Berriasien des chaînes subalpines méridionales* [Thèse]. Caen.
- BODEUR, Y. 1986: Le complexe récifal Jurassique supérieur au sud des Cévennes: architecture sédimentologique. *C. R. Acad. Sci. Paris* 282, 835–837.
- BRINDLEY, G. & BROWN, G. 1980: *Crystal Structures of Clay Minerals and their X Ray Identification*. Miner. Soc. London, Jarrold & Sons, Norwich.
- BROWN, G. 1961: *The X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals*. Miner. Soc. London, Jarrold & Sons, Norwich.
- DARSAC, C. 1983: *La plate-forme berriaso-valanginienne du Jura méridional aux massifs subalpins (Ain-Savoie)* [Thèse]. Grenoble.
- DECONINCK, J. F. 1984: *Sédimentation et diagenèse des minéraux argileux du Jurassique supérieur – Crétacé dans le Jura méridional et le domaine subalpin (France, Sud-Est)* [Thèse]. Lille.
- FLÜGEL, E. 1967: Elektronenmikroskopische Untersuchungen an mikritischen Kalken. *Geol. Rdsch.* 56, 341–358.
- FRAKES, L. 1979: *Climates throughout geological time*. Elsevier, Amsterdam.

- GEYER, M. 1989: Preliminary Results of Investigations on Clay Minerals in the Vocontian Basin and its Surroundings (SE France) at the Jurassic – Cretaceous Boundary. *Géologie alpine* 65, 45–64.
- 1991: Répartition régionale et stratigraphique des minéraux argileux dans les calcaires tithoniques et berriasiens du domaine vocontien (SE France) [Thèse]. Neuchâtel.
- JASMUND, K. 1955: Die silikatischen Tonmineralien. Verlag Chemie, Weinheim.
- KÜBLER, B. 1973: La corrensite, indicateur possible de milieux de sédimentation et du degré de transformation d'un sédiment. *Bull. Centre Rech. S.N.P.A.* 7/2, 543–556.
- 1980: Les premiers stades de la diagénèse organique et de la diagénèse minérale. Deuxième partie: Zonéographie par les transformations minéralogiques, comparaison avec la réflectance de la vitrinite, les extraits organiques et les gaz adsorbés. *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing.* 46, 1-22.
- 1986: Cristallinité de l'illite. Largeur de Scherrer des micas. Méthode automatique normalisée de mesure. Méthodes normalisée de préparation de mesures. *Cahiers de l'Inst. Géol. Neuchâtel* 27.
- 1987: cristallinité d'illite. Influence du monochromateur et influence de la saturation de l'éthylène glycol sur la largeur de Scherrer. L'intensité des pics. La distribution illite – phengite – muscovite. *Cahiers de l'Inst. Géol. Neuchâtel* 45.
- LEVERT, J. & FERRY, S. 1987: Les apports argileux dans le bassin mésozoïque subalpin. Quantification et problème d'altération diagenétique de l'héritage. *Géologie alpine, Mém. h.s.* 13, 209–213.
- MORET, L. 1958: Existait-il une communication, vers la fin du Jurassique, entre les lagunes purbeckiennes du Jura et celles, récemment mises en évidence, dans les régions provençales, *C. R. Acad. Sci. Paris* 246: 1342–1346.
- PAQUIER, V. 1990: Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. Albin frères édit., Grenoble.
- PERSOZ, F. & REMANE, J. 1976: Minéralogie et géochimie des formations à la limite Jurassique – Crétacé dans le Jura et dans le bassin vocontien. *Eclogae geol. Helv.* 69, 1–38.
- REMANE, J. 1963: Les Calpionelles dans les couches de passage Jurassique – Crétacé de la fosse vocontienne. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble* 39, 25–82.
- 1964: Untersuchungen zur Systematik und Stratigraphie der Calpionellen in den Jura-Kreide Grenzschichten des Vocontischen Troges. *Palaeontographica* 123, 1–57.
- 1970: Die Entstehung der resedimentären Breccien im Obertithon der subalpinen Ketten Frankreichs. *Eclogae geol. Helv.* 63, 685–739.
- REMANE, J. BAKALOVA-IVANOVA, D., BORZA, K., KNAUER, J., NAGY, I. & POP, G. 1986: Agreement on the Subdivision of the Standard Calpionellid Zones defined at the 2nd Planktonik Conference Roma 1970. *Acta Geol. Hung.* 29, 5–14.
- RUMLEY, G. & ADATTE, T. 1983: Méthode rapide de séparation des fractions 2 et 16 µm pour analyse par diffraction X. *Cahiers de l'Inst. Géol. Neuchâtel* 9.
- VUITEL, J.-M. 1987: Application de la méthode de Srodon pour la détermination d'interstratifiés «Illite-Smectite» à partir des diagrammes R-X sur des préparations de routine glycolées des fractions granulométriques inférieures à 2 µm. *Cahiers de l'Inst. Géol. Neuchâtel* 44.
- WAPLES, D. 1981: Organic geochemistry for exploration geologists. Burgess Publishing Company, CEPCO Division, Minneapolis.
- WILSON, J. L. 1975: Carbonate Facies in Geological History. Springer Verlag, Berlin.

Manuscrit reçu le 25 novembre 1991

Révision acceptée le 29 avril 1992