LES SUCCESSIONS ARGILEUSES MESOZOIQUES DES DOMAINES SUBALPIN ET ULTRA-HELVETIQUE

Jean-François DECONINCK

RESUME .- Les assemblages argileux mésozoïques des domaines subalpin et ultra-helvétique résultent d'influences diagénétiques et détritiques dont la distinction est parfois délicate. La nature des évolutions diagénétiques de plus en plus prononcées vers les zones alpines internes (enfouissement sédimentaire et tectonique) est conditionnée par la lithologie. Les assemblages argileux détritiques conservés dans les parties occidentales sont surtout constitués d'illite, de smectite et de kaolinite. L'évolution des proportions relatives de ces trois minéraux au cours du Malm et du Crétacé résulte tour à tour d'influences tectoniques, eustatiques et climatiques.

ABSTRACT .- Mesozoic clay-mineralogical assemblages from the subalpine and ultra-helvetic basins reflect both diagenetic and detrital influences which respective effects are sometimes difficult to identify. Diagenetic transformations mainly occur in the eastern part of the studied areas and are caused by burial diagenesis and tectonic overload. Transitions of smectites into chlorites mainly occur in limestone beds, while smectites are rather replaced by illitic minerals in marly layers. In the western part of the subalpine basin, detrital clay-mineralogical assemblages are preserved from deep diagenesis. During Malm-Cretaceous period, detrital clay mineralogical successions result from various combinations of tectonic, eustatic and climatic influences.

INTRODUCTION

Les successions argileuses Malm à Crétacé supérieur des domaines subalpin et ultra-helvétique ont été étudiées sur environ 1 500 échantillons. On présente ici les principaux résultats récents, relatifs d'une part à la diagenèse, d'autre part à la reconstitution des paléoenvironnements mésozoïques.

La recherche de la signification des assemblages argileux détritiques suppose la détermination préalable du rôle de la diagenèse qui modifie parfois profondément les cortèges minéralogiques. La diagenèse des argiles du domaine subalpin a déjà fait l'objet de nombreux travaux (Artru et al., 1969, Dunoyer de Segonzac et al., 1966, Deconinck et Chamley, 1983 ; Ferry et al., 1983, Deconinck et Debrabant, 1985, Deconinck, 1987), aussi nous ne reprendrons que les principales conclusions.

1 - INFLUENCE DE LA DIAGENESE

a) Rôle de la lithologie

Les variations systématiques de la composition de la fraction argileuse (< 2 µm) des marnes et des calcaires des alternances du Sud-Est de la France ont été mises en évidence par Chamley et al. (1973), puis par Ferry (1979) et Cotillon et al. (1980) dans le bassin vocontien. Pour ces derniers auteurs, les variations ont une origine climatique. Cependant, les études plus récentes de Ferry et al. (1983) et de Deconinck et Chamley (1983), ont montré qu'il existait plusieurs types de correspondances entre la lithologie et la minéralogie des argiles, attribuables d'une part à la diagenèse, d'autre part à des oscillations périodiques du climat.

---

* Département de Géologie et de Paléontologie, Université de Genève, 13, rue des maraîchers, 1211 GENEVE 4, Suisse.

Les correspondances entre la lithologie et la minéralogie des argiles sont essentiellement de deux types : on observe soit une augmentation de la proportion de chlorite (fig. 1A), soit une augmentation de la proportion de smectite dans les bancs calcaires (fig. 1B) (Deconinck, 1987). Dans les deux cas, ces augmentations s'effectuent aux dépens de l'illite et de la kaolinite.

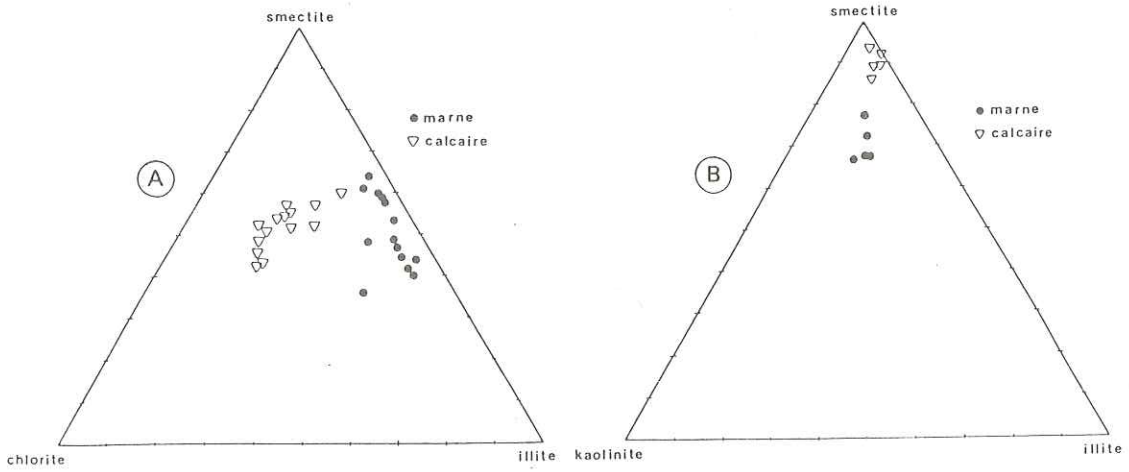


Fig. 1A.- Diagramme triangulaire smectite, illite, chlorite, relatif à la fraction argileuse (< 2 µm) de marnes et de calcaires d'alternances berriasiennes (coupe de Montclus, bassin subalpin méridional).

1B.- Diagramme triangulaire smectite, illite, kaolinite, relatif à la fraction argileuse (< 2 µm) de marnes et de calcaires d'alternances berriasiennes (St Alban-Leysse, massif des Bauges).

L'augmentation de chlorite dans les calcaires a une origine diagénétique. La présence locale d'édifices interstratifiés subréguliers chlorite-smectite, ainsi que la corrélation négative entre les proportions de smectite et de chlorite observée dans les bancs calcaires de certains faisceaux alternants, ont permis de montrer que les chlorites provenaient de la transformation de smectites (Deconinck, 1987). A ces arguments minéralogiques s'ajoutent les observations de Ferry et al. (1983), qui ont bien montré, dans une formation alternante isochrone du Valanginien, une diminution progressive de la proportion de smectites au profit des chlorites en direction des zones alpines internes, ce qui s'accorde avec l'évolution régionale de l'indice de cristallinité de l'illite. Dans l'Unité de Nantbellet, (ultra-helvétique de la klippe de Sulens), une augmentation similaire de chlorite dans les calcaires de formations alternantes a été observée, notamment dans les secteurs les plus orientaux soumis à une empreinte diagénétique importante (Deconinck et Charollais, 1986).

L'augmentation de la proportion de smectite dans les bancs calcaires semble en revanche avoir une origine détritique (Deconinck, 1987). Les variations systématiques de la composition de la fraction argileuse des marnes et des calcaires pourraient refléter dans ce cas, en accord avec les observations de Cotillon et al. (1980), des fluctuations périodiques du climat.

En résumé, dans les alternances marne-calcaires du Sud-Est de la France, l'augmentation de la proportion de chlorite dans les calcaires par rapport aux marnes, constitue un bon indicateur de diagenèse. En revanche, l'augmentation de smectites dans les calcaires aux dépens de l'illite et de la kaolinite plus abondantes dans les marnes, résulte probablement d'oscillations périodiques du climat.

b) Rôle de l'enfouissement

L'épaisseur importante des séries sédimentaires mésozoïques subalpines, notamment dans le bassin vocontien, entraîne un ensemble de transformations minéralogiques dans des formations d'autant plus jeunes qu'on se trouve en position interne dans l'arc alpin. Il s'agit essentiellement de transformations de smectite en chlorite dans les calcaires, et de smectite et illite dans les marnes. L'influence de l'enfouissement se met facilement en évidence par une diminution, des couches les plus récentes vers les plus anciennes, de la proportion de smectite au profit d'illite dans les marnes, et de chlorite dans les calcaires (Deconinck, 1987). Cette évolution se marque dans les premiers stades par une diversification des édifices interstratifiés (Deconinck et Debrabant, 1985).

c) Rôle de la surcharge tectonique

L'influence de la mise en place de nappes a été moins souvent décrite dans la littérature. Dans les massifs subalpins septentrionaux (Bauges, Bornes), les relations existant entre les accidents tectoniques, la répartition des argiles et la position des klippes préalpines des Annes et de Sulens suggèrent que la surcharge provoquée par la mise en place des nappes préalpines a entraîné une transformation des smectites en illites, chlorites et interstratifiés dans les formations autochtones des secteurs orientaux de ces massifs (Deconinck et Debrabant, 1985).

2 - LES SUCCESSIONS ARGILEUSES DETRITIQUES

Les argiles héritées sont conservées dans les parties les plus occidentales, à la fois du domaine subalpin et de l'Unité de Nantbellet. Trois minéraux, l'illite, la smectite et la kaolinite dominent la sédimentation argileuse du Malm et du Crétacé dans le domaine alpin.

a) Dans le bassin subalpin méridional, les proportions relatives d'illite et de kaolinite évoluent parallèlement et de façon antagoniste avec celles de smectites. Les successions argileuses sont organisées de manière séquentielle (Joseph et al., 1985 ; Deconinck et al., 1985). De l'Oxfordien au Cénomanien s'individualisent trois mégaséquences : Oxfordien à Berriasien, Valanginien à Barrémien-Bédoulien, Gargasien à Cénomanien (fig. 2). Elles se caractérisent depuis la base vers le sommet par une augmentation de la proportion de smectite aux dépens à la fois de l'illite et de la kaolinite. Cette augmentation s'accompagne d'un accroissement de la proportion de carbonate, ainsi que d'une fréquence plus élevée des phénomènes de resédimentation (Joseph et al., 1985). Cette évolution séquentielle résulte d'une succession de périodes tectoniquement instables et/ou de régression (base de mégaséquences : Valanginien, Aptien) entraînant une érosion active des bordures continentales et de périodes de relaxation et d'aplanissement continental (sommet de mégaséquences : Berriasien, Barrémien-Bédoulien, Cénomanien) conduisant à la formation de sols à smectites et à leur érosion superficielle (Deconinck et al., 1985).

b) Dans le domaine subalpin septentrional, la sédimentation argileuse est comparable, mais dans les faciès urgoniens, les proportions de kaolinite sont souvent importantes (jusqu'à 50 % des argiles, Deconinck et al., 1985). Les forts pourcentages de ce minéral résultent probablement des phénomènes de sédimentation différentielle des argiles qui privilégient le dépôt proximal de la kaolinite et l'exportation des smectites dans les domaines plus profonds du bassin. Il est d'ailleurs remarquable de noter que durant les périodes d'extension importante des plates-formes carbonatées (Barrémien-Bédoulien), la proportion de smectite augmente dans le bassin vocontien aux dépens de la kaolinite.

c) Dans le bassin ultra-helvétique, (Unité de Nantbellet), la composition de la fraction argileuse détritique diffère par la quasi-absence de kaolinite qui résulte très probablement d'un éloignement important des sources terrigènes (Deconinck

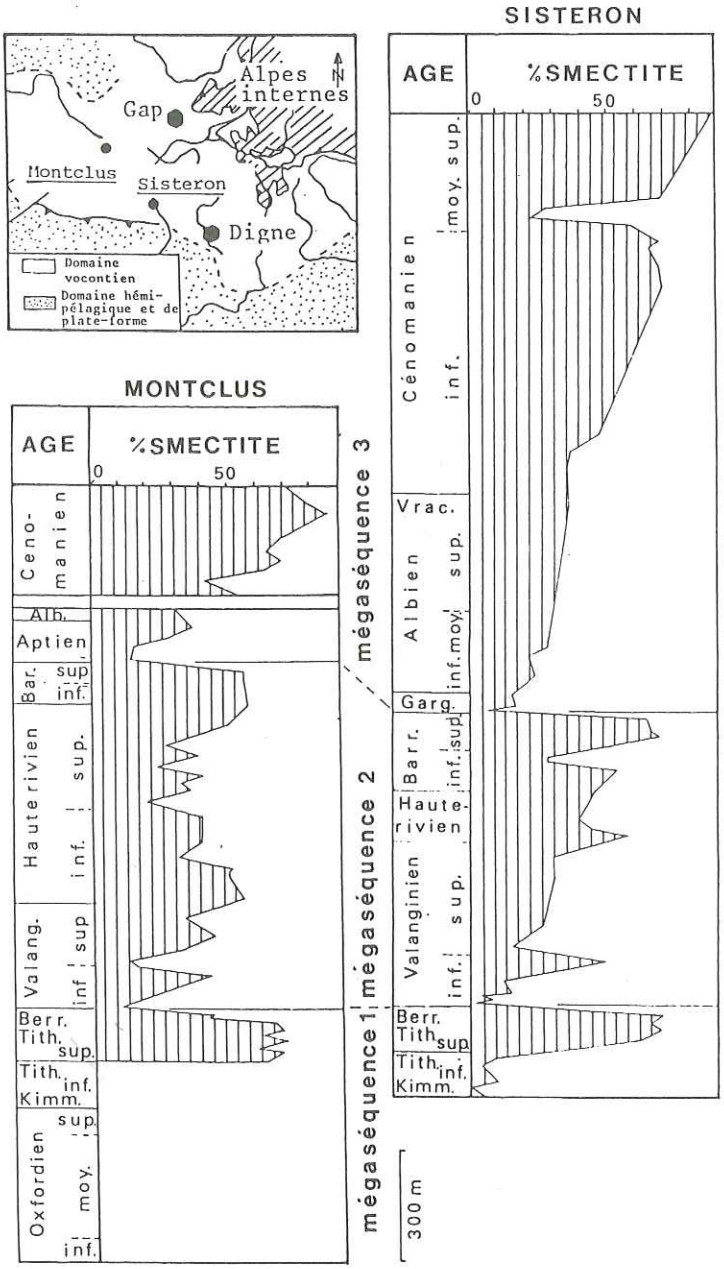


Fig. 2.- Evolution séquentielle de la sédimentation argileuse sur les coupes de Montclus et Sisteron (bassin subalpin méridional, d'après Deconinck et al., 1985).

et Charollais, 1986). Malheureusement, la rareté des données minéralogiques dans ce domaine et l'empreinte souvent importante de la diagenèse ne permettent pas de préciser la localisation de ces sources.

Enfin, dans l'ensemble du domaine subalpin, le caractère hydrolysant des climats du Mésozoïque s'exprime par la rareté de la chlorite détritique (minéral très sensible à l'hydrolyse) par rapport à la smectite et à la kaolinite.

Quatre minéraux argileux, la chlorite, l'illite, la smectite et la kaolinite dominent le cortège minéralogique (< 2 µm) des formations du Malm au Crétacé supérieur des bassins subalpin et ultra-helvétique. La chlorite a surtout une signification diagénétique ; elle provient de transformations de smectite intervenant préférentiellement dans les bancs calcaires. L'illite a plusieurs origines : dans les secteurs orientaux du domaine subalpin, ce minéral abondant dans les niveaux marneux provient de la transformation de smectite et a par conséquent une origine diagénétique. Dans les secteurs plus occidentaux, ce minéral est détritique. Les apports illitiques marqués, associés à la sédimentation marneuse du Valanginien et de l'Aptien s'accompagnent d'une augmentation importante des proportions de kaolinite. L'augmentation concomitante de ces minéraux à la base des mégaséquences traduit une reprise d'érosion sur les domaines continentaux, consécutive à des périodes tectoniquement instables et/ou de régression.

La smectite, largement répandue au Mésozoïque, a une origine détritique. Les fortes proportions de ce minéral se rencontrent durant les périodes de relaxation tectonique et d'aplanissement des bordures continentales. Ces conditions permettent le développement, puis l'érosion superficielle de sols dans lesquels les smectites se sont formées sous les climats chauds et à humidité saisonnière contrastée du Mésozoïque.

REFERENCES

ARTRU P., DUNOYER DE SEGONZAC G., COMBAZ A. & GIRAUD A. (1969).- Variations d'origine sédimentaire et évolution diagénétique des caractères palynologiques et géochimiques des Terres Noires Jurassiques en direction de l'arc alpin (France sud-est). Bull. Centre Rech. Pau S.N.P.A., 3, 2, pp. 357-376.

CHAMLEY H., FROGET C.H. & PORTIER J. (1973).- Minéraux argileux de roches, sols et sédiments fluviatiles dans le bassin-versant du Haut-Verdon (Alpes de Haute Provence). Sci. géol. Bull., Strasbourg, 26, 4, pp. 279-303.

COTILLON P., FERRY S., GAILLARD C., JAUTEE E., LATREILLE G. & RIO M. (1980).- Fluctuations des paramètres du milieu marin dans le domaine vocontien (France sud-est) au Crétacé inférieur : mise en évidence par l'étude des formations marno-calcaires alternantes. Bull. Soc. géol. France, 7, 22, 5, pp. 735-744.

DECONINCK J.F. (1987).- Identification de l'origine détritique ou diagénétique des assemblages argileux : le cas des alternances marnes calcaires du Crétacé inférieur subalpin. Bull. Soc. géol. France, 8, 3, 1, pp. 139-145.

DECONINCK J.F., BEAUDOIN B., CHAMLEY H., JOSEPH P. & RAOULT J.F. (1985).- Contrôles tectonique, eustatique et climatique de la sédimentation argileuse du domaine subalpin français au Malm-Crétacé. Rev. Géol. dyn. Géogr. phys., 26, 5, pp. 311-320.

DECONINCK J.F. & CHAMLEY H. (1983).- Héritage et diagenèse des minéraux argileux dans les alternances marno-calcaires du Crétacé inférieur du domaine subalpin. C.R. Acad. Sci., Paris, 297, pp. 589-594.

DECONINCK J.F. & CHAROLLAIS J. (1986).- Minéraux argileux des formations crétacées et tertiaires du domaine ultrahelvétique (Unité de Nantbellet, klippe de Sulens : Haute Savoie : Diagenèse et paléoenvironnement. Géol. Alpine, 62, pp. 11-30.

DECONINCK J.F. & DEBRABANT P. (1985).- La diagenèse des argiles dans le domaine subalpin : rôles respectifs de la lithologie, de l'enfouissement et de la surcharge tectonique. Rev. Géol. dyn. Géogr. phys., 26, 5, pp. 321-330.

DUNOYER DE SEGONZAC G., ARTRU P. & FERRERO J. (1966).- Sur une transformation des minéraux argileux dans les Terres Noires du bassin de la Durance : Influence de l'orogénie alpine. C.R. Acad. Sci., Paris, 262, pp. 2 401-2 404.

FERRY S. (1979).- Alternances marno-calcaires : comparaison du contenu minéralogique et faunique des bancs et des interbancs dans le Barrémien vocontien (SE de la France). 7ème R.A.S.T., Lyon, Soc. géol. France, p. 189.

FERRY S., COTILLON P. & RIO M. (1983).- Diagenèse croissante des argiles dans des niveaux isochrones de l'alternance calcaire-marne valanginienne du bassin vocontien. Zonation géographique. C.R. Acad. Sci., Paris, 297, pp. 51-56.

JOSEPH P., BEAUDOIN B., FRIES G. & DECONINCK J.F. (1985).- Megasequences and resediment in the subalpine basin, France (Malm-Cretaceous). 6th Europ. Reg. Meet. Sedimentology, Lerida, pp. 209-212.