

ANALYSE D'IMAGES ET ETUDE SEDIMENTO - DIAGENETIQUES DE MICROFACIES : UN VERITABLE OUTIL DESCRIPTIF ?

IMAGE ANALYSIS AND SEDIMENTO – DIAGENETIC STUDY OF MICROFACIES : A TRUE DESCRIPTIVE TOOL ?

Gilles FRONTEAU, André PASCAL et Vincent BARBIN

Laboratoire des Sciences de la Terre, EA 2062

Centre de Recherches Agronomiques, 2 Esplanade Roland Garros F-51100 Reims

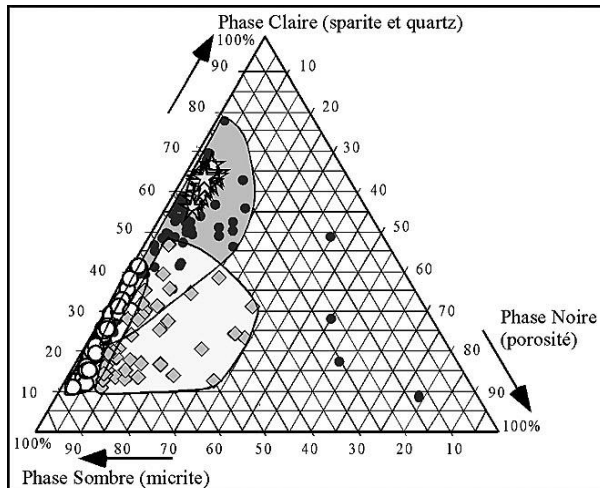
L'étude sédimentologique des roches calcaires comporte nécessairement une analyse microscopique. Celle-ci peut être simple avec la caractérisation des principaux éléments contenus et la détermination du type de microfaciès : classifications de Folk, Dunham... Ou cette analyse peut être plus complète : luminescence, phases de diagenèse, porosité, micro-cartographie géochimique ; et aura comme objectif d'établir un bilan sédimentologique avec séquençage diagénétique complet. Mais la plupart de ces observations sont purement descriptives (hormis la porosité et la géochimie), elles seront donc difficiles à exprimer et nécessitent l'utilisation de classifications et de terminologies complexes. Pour des non-spécialistes, les résultats seront alors souvent hermétiques et seuls seront figurés les environnements de dépôts déduits ou l'analyse séquentielle finale.

Depuis les années 80, l'analyse d'images assistée par ordinateur est intégrée à l'étude des microfaciès et plus particulièrement des réseaux poreux (Erlich *et al.* 1984). Mais depuis quelques années, le développement de l'informatique et des méthodes d'analyses (morphométries mathématiques et segmentation automatique par exemple), font que ces techniques d'études ont évolué et qu'elles se sont diversifiées. Leur utilisation en géologie est en passe de devenir aussi classique que l'utilisation d'un microscope, d'une image satellite ou d'un pied à coulisse, voir livrets des résumés des congrès Geovision'99 (Liège) et Bio-Géo-Image'99 (Dijon). En sédimentologie, l'analyse d'images est généralement mise en pratique pour caractériser la porosité : quantification et morphologie (Anselmetti *et al.* 1998), mais son utilisation pour affiner les analyses de textures se multiplie (Francus, 1998 ; Fabre *et al.*, 1999).

Nous présentons ici, une application basique de l'analyse d'images dont le but est d'améliorer les caractérisations de microfaciès en leur apportant soit une semi-quantification fiable, soit une représentation graphique à caractère descriptif ou discriminant. Cette méthode se comporte principalement de l'acquisition en direct d'images à partir d'une caméra Tri-CCD reliée au microscope. Puis, à partir du seuillage de l'histogramme de niveaux de gris, le logiciel quantifie le pourcentage représenté par les 3 phases individualisées. Chaque mesure permet donc d'obtenir 3 valeurs dont la somme est égale à 100, elles peuvent donc être représentées dans un diagramme ternaire. Le nombre d'images ainsi analysées se situe entre 25 et 50 selon la lame - mince et l'hétérogénéité du microfaciès, ces mesures composant alors la signature ternaire de l'échantillon (Fronteau *et al.*, 1999). Ces signatures pourront ensuite être comparées et analysées, car non seulement elles permettent une discrimination rapide des échantillons, mais elles sont interprétables directement sur le graphique.

L'analyse d'images devient alors un moyen simple et rapide pour discriminer des échantillons, la construction de diagrammes ternaires permettant d'exprimer graphiquement les résultats de l'analyse des microfaciès. Dans le premier diagramme triangulaire (Figure 1) sont figurés les signatures ternaires de 4 échantillons (50 mesures par lame-mince) issus de différentes carrières du bassin de Paris, appartenant à la Formation du Calcaire grossier (Lutétien). Les échantillons proviennent tous de carrières utilisées pour la pierre de taille, ils peuvent être retrouvés sur des sites historiques ou archéologiques. Grâce à ce type de

représentation, le sédimentologue peut expliquer à des non spécialistes (restaurateurs ou archéologues) les différenciations qu'il opère au sein d'un échantillonnage. La détermination de signatures ternaires peut aussi être mise en pratique pour matérialiser des différences sédimentologiques ou diagénétiques. La figure 2 présente des calcaires oobiosparitiques appartenant à la Formation de l'Oolithe vacuolaire (Jurassique supérieur, Est du Bassin de Paris). L'analyse sédimento-diagénétique montre qu'en marge du microfaciès généralement observé (type 1) se trouvent des variétés plus poreuses (type 2) ou moins poreuses (type 3 et 4). Le type 1 se compose de 65% d'éléments (des oolithes), 15% de ciments sparitiques et de 20% de macroporosité, les autres types n'en sont que des variantes (sédimentologiques ou diagénétiques) qui peuvent être mises en évidence sur le diagramme ternaire.



- ☆ Grès glauconieux (ciment calcitique) : Courville
- Calcaire microsparitique à Ditrupa : Hermonville
- Calcaire micritique à Miliolites et Orbitolites : Courville
- ◇ Calcaire micritique à Miliolites et pelettoides : St Leu

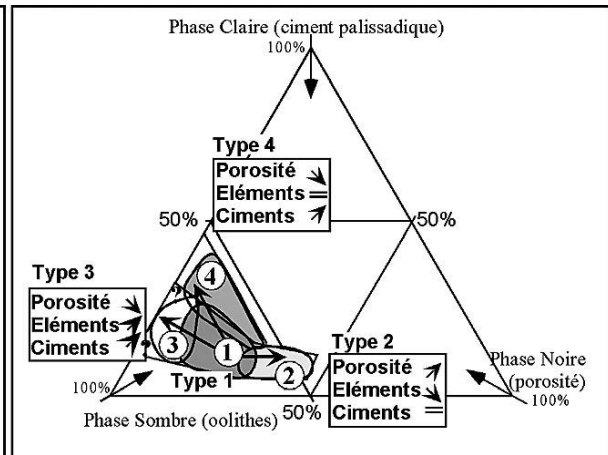


Figure 1 (ci-contre) : Signatures ternaires de 4 échantillons de la Formation du Calcaire grossier (200 mesures)

Figure 2 (ci-dessus) : Analyses de signatures ternaires : microfaciès de l'Oolithe vacuolaire (250 mesures)

Cette méthode, qui utilise des principes d'analyses d'images très simples, permet donc d'exprimer graphiquement certaines observations microfaciologiques et met en valeur l'analyse du microfaciès. L'analyse d'image peut donc être utilisée comme un outil à but descriptif. Mais signalons que les signatures ternaires matérialisent l'étude sédimento-diagénétique, elles ne la remplacent pas. En effet, les méthodes d'acquisitions et le seuillage des images doivent être adaptés à chaque type de microfaciès car ils doivent avoir une réelle signification. Par exemple, la proportion des grains de quartz sera parfois significative, alors que pour certains microfaciès, il faudra plutôt quantifier la variation du taux de cimentation ou de la macroporosité.

Références :

- Anselmetti F.S., Luthi S. et Eberli G.P. (1998) Quantitative characterization of carbonate pore system by digital image analysis. *AAPG Bull.*, v. 82 (10), 1818-1839.
- Erlich R., Kennedy S., Sterling G. et Cannon R.L. (1984) Petrographic image analysis, image analysis of reservoir pore complexes, *J. of Sed. Petr.*, v. 54 (4), 1365-1378.
- Fabre R., Lebourg t. et Riss J. (1999) Textural characteristics of till formation, *Geovision'99*, (Liège), 85-88.
- Francus (1998) An image analysis technique to measure grain-size in thin section of soft clastics sediments, *Sedimentary geology*, v. 121, 289-298.
- Fronteau G., Barbin V. et Pascal A. (1999) Microfacies characterization of heterogeneous limestones by image analysis, relation with quarry sites : some building stones from the Paris basin, *Geovision'99*, (Liège), 97-100.