

## GÉOLOGIE

### Pétrologie sédimentaire

Des roches aux processus

Frédéric BOULVAIN



F. Boulvain

pétrologie sédimentaire

ellipses

La collection TECHNOSUP dirigée par Claudio Chizzi est une sélection d'ouvrages dans toutes les disciplines, pour les filières technologiques des enseignements supérieurs.

Niveau A Approche (éléments, résouds ou travaux dirigés)  
Niveau B Bases (cours avec exercices et problèmes résolus)  
Niveau C Compléments (approfondissement, spécialisation)

IUT - BTS - 1<sup>er</sup> cycle  
IUP - Licence  
Écoles d'Ingénieurs, Master

L'ouvrage : niveau B (IUP - Licence)

Un livre pour comprendre ce que nous racontent les roches sédimentaires, qui couvrent près de 90 % de la surface de la Terre.

La première partie de l'ouvrage s'intéresse aux processus sédimentaires qui façonnent l'histoire d'un grain minéral depuis son érosion jusqu'à son dépôt dans un lac ou un bassin océanique et sa transformation ultérieure en roche. La seconde partie est consacrée aux grandes familles de roches sédimentaires et à leur environnement de dépôt : roches détritiques, carbonatées, organiques (pétrole, charbon), siliceuses, phosphatées, ferrifères, évaporitiques et volcano-sédimentaires. Si certaines familles sont abordées de façon plus détaillée que d'autres, c'est un reflet des informations que l'on tire de leurs études respectives. Un chapitre entier est ainsi consacré aux récifs et autres bioconstructions. Les assemblages fossiles permettent en effet d'ajouter aux données liées à la nature de la roche et aux structures élémentaires, toute la richesse des informations issues de la paléontologie et de la paléoécologie. La finalité de cette seconde partie est de livrer des clés permettant d'interpréter les environnements de dépôts anciens.

Les roches sédimentaires ont enregistré la naissance de la vie et accompagné son épanouissement. Comprendre leur genèse et leur évolution est une étape importante de la compréhension de la planète.

L'auteur :

Frédéric Boulvain, spécialiste des récifs dévonien, a travaillé en recherche minérale et pétrolière. Il est Professeur à l'université de Liège où il dirige le laboratoire de pétrologie sédimentaire et enseigne la sédimentologie et la géologie de Belgique.

Illustration de couverture : Dessin de Léonard de Vinci.



[www.editions-ellipses.fr](http://www.editions-ellipses.fr)

## Avant-propos

L'étude des sédiments et des roches sédimentaires nous aide à comprendre les visages de notre planète. Couvrant près de 90% de sa surface, ils nous parlent de son histoire mouvementée, de ses paysages changeants, de ses climats présents et passés.

Du flanc de ses montagnes jusqu'à ses abysses, les roches et sédiments enregistrent l'histoire de la Terre et de la Vie.

Ces archives immenses possèdent aussi une magnifique beauté. De celle, mystérieuse, d'un paysage ruiniforme à la grâce géométrique de rides de courant s'étirant sur l'infini des plages, les sédiments nous montrent et nous incitent à comprendre une partie des merveilles de notre monde.

*« Tout au long des éternels estrans miroitants, infinis marins peuplés d'étranges merveilles, se tracent des mondes éphémères et mouvants de rides abstraites que la marée réveille ».*

Cet ouvrage s'articule en deux parties: la première s'intéresse aux processus sédimentaires qui accompagnent l'histoire d'un grain minéral depuis son érosion jusqu'à son dépôt dans un lac ou un bassin océanique, sans oublier la transformation ultérieure de ce sédiment en roche. La seconde est consacrée aux grandes familles de roches sédimentaires et à leur environnement de dépôt.

Certaines familles sont abordées de manière plus détaillées que d'autres : c'est un reflet de la variété des informations que l'on peut retirer de leur étude. Un calcaire fossilifère par exemple, permet d'ajouter aux données liées à la nature de la roche et aux structures sédimentaires, toute la richesse des informations issues des assemblages organiques. La finalité de cette seconde partie est de livrer des clés permettant d'interpréter les environnements de dépôt anciens. Le temps intervient dans le dernier chapitre et permet d'envisager l'évolution des bassins sédimentaires.

Cet ouvrage introductif, issu de mon enseignement en géologie et géologie appliquée à l'université de Liège, s'adresse aux étudiants en sciences de la terre ainsi qu'aux étudiants d'autres disciplines abordant ce type de matière dans leur cursus. Il intéressera également le curieux disposant d'un bagage scientifique général, souhaitant comprendre ce que nous racontent les roches sédimentaires sur le passé et le présent de notre planète. La variété des notions abordées prime ici sur leur traitement exhaustif. Quelques pistes bibliographiques sont suggérées pour approfondir certains sujets, mais les références sont loin d'être complètes.

Je voudrais exprimer toute ma gratitude aux nombreux collègues, chercheurs et étudiants dont les observations, discussions, suggestions m'ont accompagné dans le monde fascinant de la géologie sédimentaire. A mes maîtres, parmi d'autres Paul Dumont, Bernard Mamet, Alain Herbosch, Bruce Purser, Jean-Claude Plaziat, je dois le meilleur de cet ouvrage.

## Table des matières

- Avant-propos
- Table des matières
- Première partie: Processus sédimentaires
  - Chapitre I: Introduction
    - 1. Sédimentologie et pétrologie sédimentaire
    - 2. Processus sédimentaires et cycle géologique
  - Chapitre II: L'altération
    - 1. Altération physique
    - 2. Altération biologique
    - 3. Altération chimique
      - 3.1. Réactions chimiques impliquées dans l'altération
      - 3.2. Paramètres contrôlant l'altération chimique
  - Chapitre III: L'érosion
    - 1. Erosion éolienne
      - 1.1. Déflation éolienne
      - 1.2. Corrasion
    - 2. Ruissellement et érosion fluviale
      - 2.1. Cuestas
      - 2.2. Torrents
      - 2.3. Rivières et fleuves
    - 3. Erosion karstique
    - 4. Erosion glaciaire
    - 5. Erosion marine
      - 5.1. Mécanismes de l'érosion marine
      - 5.2. Formes d'érosion littorale

- Chapitre IV: Le transport
  - 1. Glissements en masse en l'absence de fluides
  - 2. Ecoulements gravitaires
    - 2.1. Ecoulements de grains
    - 2.2. Ecoulements de sédiment fluidisé
    - 2.3. Ecoulements de boue et de débris
    - 2.4. Courants de turbidité
  - 3. Ecoulements de fluides
    - 3.1. Ecoulement laminaire-écoulement turbulent
    - 3.2. Mise en mouvement des sédiments
    - 3.3. Transport des sédiments
    - 3.4. Dépôt des sédiments
- Chapitre V: Le dépôt
  - 1. Moraines
  - 2. Granulométrie des sédiments
    - 2.1. Introduction
    - 2.2. Analyses granulométriques
    - 2.3. Granoclassement
  - 3. Figures sédimentaires
    - 3.1. Introduction
    - 3.2. Description et genèse de quelques figures sédimentaires
- Chapitre VI: L'évolution post-sédimentaire
- 1. Pédogenèse
  - 1.1. Critères de pédogenèse en milieu carbonaté
- 2. Compaction
  - 2.1. Evaluation du taux de compaction par mesure directe
- 3. Fossilisation
- 4. Diagenèse
  - 4.1. Evolution de la matière organique
  - 4.2. Cimentation-dissolution-recristallisation-replacement
  - 4.3. Diagenèse carbonatée
  - 4.4. Compaction et diagenèse d'une boue argileuse
  - 4.5. Diagenèse d'un sable
- Deuxième partie : Roches sédimentaires
  - Chapitre VII: Les familles de roches sédimentaires
    - 1. Introduction
    - 2. Remarques méthodologiques
  - Chapitre VIII: Les roches détritiques
    - 1. Introduction
    - 2. Grès, sables et conglomérats
      - 2.1. Grès et sables
      - 2.2. Conglomérats et brèches
    - 3. Roches argileuses et silteuses
      - 3.1. Composition
      - 3.2. Classification
    - 4. Environnements de dépôt des roches détritiques
      - 4.1. Sables et graviers
      - 4.2. Argiles et silts
  - Chapitre IX: Les carbonates: environnements de dépôt, description et interprétation

- 1. Introduction
- 2. Domaine continental
  - 2.1. Carbonates lacustres
  - 2.2. Tufs et travertins
  - 2.3. Grottes
  - 2.4. Caliches, calcretes
- 3. Domaine marin
  - 3.1. Plates-formes carbonatées tempérées
  - 3.2. Plates-formes carbonatées tropicales
  - 3.3. Talus
  - 3.4. Bassin
- 4. Description et interprétation des carbonates
  - 4.1. Classification des roches carbonatées
  - 4.2. Identification de quelques grains carbonatés
  - 4.3. Vers la notion de faciès
  - 4.4. Microfaciès standards
  - 4.5. Interprétation des paléoenvironnements carbonatés
- Chapitre X: Les bioconstructions carbonatées
  - 1. Tapis algo-microbiens et stromatolithes
    - 1.1. Introduction
    - 1.2. Description et classification
    - 1.3. Caractéristiques des stromatolithes
  - 2. Récifs et monticules récifaux
    - 2.1. Généralités - terminologie
    - 2.2. Stabilisation - minéralisation
    - 2.3. Evolution autogénique - évolution allogénique
    - 2.4. Les récifs dans l'histoire géologique
    - 2.5. Récifs algo-coralliens des eaux tropicales superficielles
    - 2.6. Récifs et monticules récifaux profonds
- Chapitre XI: Les roches organiques
  - 1. Introduction
  - 2. Sédiments organiques actuels
  - 3. Sédiments organiques anciens
    - 3.1. Charbons
    - 3.2. Schistes bitumineux
    - 3.3. Pétrole
- Chapitre XII: Les roches siliceuses
  - 1. Introduction
  - 2. Pétrographie
  - 3. Géochimie
  - 4. Cherts et silex lités
  - 5. Cherts et silex nodulaires
  - 6. Silicites non marines
- Chapitre XIII: Les phosphorites
  - 1. Introduction
  - 2. Classification
- Chapitre XIV: Les roches ferrifères
  - 1. Introduction
  - 2. Géochimie et pétrographie
  - 3. Formations ferrifères précambriennes

- 4. Formations ferrifères phanérozoïques
  - 5. Formations ferrifères actuelles
    - 5.1. Fer des marais
    - 5.2. Nodules polymétalliques
  - Chapitre XV: Les évaporites
    - 1. Introduction
    - 2. Evaporites continentales
    - 3. Evaporites marines peu profondes
      - 3.1. Sabkhas
      - 3.2. Evaporites de plate-forme
    - 4. Evaporites profondes
    - 5. Diagenèse
  - Chapitre XVI: Les dépôts volcano-sédimentaires
    - 1. Introduction
    - 2. Roches pyroclastiques
    - 3. Autres dépôts volcano-sédimentaires
    - 4. Diagenèse des matériaux volcano-sédimentaires
  - Chapitre XVII: Les séquences sédimentaires
    - 1. Introduction
    - 2. Courbe de faciès
    - 3. Notion de séquence
      - 3.1. Types de séquences
      - 3.2. Corrélations séquentielles
      - 3.3. Origine des séquences
      - 3.4. Empilements de séquences
    - 4. Stratigraphie séquentielle
      - 4.1. Notion d'accommodation
      - 4.2. Séquence de dépôt-le modèle d'Exxon
      - 4.3. Identification des différents ordres de séquences
      - 4.4. Cortège régressif
      - 4.5. Des pistes pour les systèmes carbonatés
- Index