

# TECHNOSUP

Les FILIÈRES TECHNOLOGIQUES des ENSEIGNEMENTS SUPÉRIEURS

## GÉOLOGIE

# Géologie générale

Du minéral aux géosphères

Frédéric BOULVAIN

ellipses

# Table des matières

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Avant-propos .....                                                                   | 3  |
| Table des matières .....                                                             | 4  |
| Chapitre I : Introduction .....                                                      | 7  |
| Chapitre II : Un bref historique .....                                               | 9  |
| 1. Les bases de la géologie .....                                                    | 9  |
| 2. L'histoire du monde .....                                                         | 9  |
| 3. Les neptuniens .....                                                              | 10 |
| 4. Les plutoniens .....                                                              | 11 |
| 5. L'essor de la stratigraphie .....                                                 | 12 |
| 6. L'Actualisme .....                                                                | 13 |
| 7. La formation des montagnes .....                                                  | 13 |
| 8. Dérive continentale et tectonique des plaques .....                               | 14 |
| 8.1. Les précurseurs .....                                                           | 14 |
| 8.2. Wegener et la dérive des continents .....                                       | 15 |
| 8.3. L'évolution des idées de Wegener .....                                          | 19 |
| 8.4. Les continents baladeurs .....                                                  | 19 |
| 8.5. Les courants de convection .....                                                | 19 |
| 8.6. L'exploration des dorsales océaniques .....                                     | 20 |
| 8.7. L'expansion des fonds océaniques .....                                          | 20 |
| 8.8. Les anomalies magnétiques .....                                                 | 21 |
| 8.9. La tectonique des plaques .....                                                 | 22 |
| Chapitre III : Cristaux et minéraux .....                                            | 29 |
| 1. Notions de cristallographie .....                                                 | 29 |
| 2. Édifices cristallins complexes .....                                              | 32 |
| 3. Les propriétés physiques des minéraux .....                                       | 34 |
| 3.1. Les propriétés mécaniques .....                                                 | 34 |
| 3.2. Les propriétés organoleptiques .....                                            | 35 |
| 3.3. Les propriétés magnétiques .....                                                | 37 |
| 3.4. Les propriétés thermiques .....                                                 | 37 |
| 3.5. Les propriétés électriques .....                                                | 37 |
| 3.6. Les propriétés de surface .....                                                 | 38 |
| 4. Minéraux et rayonnement électromagnétique .....                                   | 38 |
| 4.1. La diffraction des rayons X .....                                               | 38 |
| 4.2. L'optique cristalline .....                                                     | 40 |
| 5. Les classes de minéraux .....                                                     | 45 |
| 5.1. Les éléments .....                                                              | 46 |
| 5.2. Les sulfures et sulfosels .....                                                 | 46 |
| 5.3. Les oxydes et hydroxydes .....                                                  | 46 |
| 5.4. Les halogénures .....                                                           | 46 |
| 5.5. Les carbonates .....                                                            | 47 |
| 5.6. Les nitrates et borates .....                                                   | 47 |
| 5.7. Les sulfates .....                                                              | 47 |
| 5.8. Les phosphates, vanadates, arséniates, tungstates, molybdates et uranates ..... | 47 |
| 5.9. les silicates .....                                                             | 47 |
| Chapitre IV : Roches et processus .....                                              | 51 |
| 1. Définitions et remarques générales .....                                          | 51 |
| 2. Le cycle géologique .....                                                         | 53 |
| Chapitre V : Les roches magmatiques .....                                            | 54 |
| 1. Généralités .....                                                                 | 54 |

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 2. Minéraux usuels des roches magmatiques .....                 | 56  |
| 2.1. Le quartz et les minéraux du groupe de la silice.....      | 56  |
| 2.2. Les feldspaths.....                                        | 57  |
| 2.3. Les feldspathoïdes.....                                    | 59  |
| 2.4. Les minéraux ferromagnésiens.....                          | 60  |
| 2.5. Cristallisation fractionnée et fusion partielle.....       | 62  |
| 3. Classification des roches magmatiques.....                   | 64  |
| 3.1. Les roches plutoniques.....                                | 66  |
| 3.2. Les roches volcaniques.....                                | 68  |
| 4. Géométrie des corps magmatiques.....                         | 69  |
| 4.1. Les roches plutoniques.....                                | 69  |
| 4.2. Les roches volcaniques.....                                | 71  |
| 5. Genèse des roches magmatiques.....                           | 74  |
| 5.1. Les basaltes océaniques.....                               | 75  |
| 5.2. Les andésites et basaltes continentaux.....                | 77  |
| 5.3. Les roches plutoniques continentales.....                  | 78  |
| 5.4. Kimberlites et carbonatites.....                           | 81  |
| <b>Chapitre VI : Les roches sédimentaires</b> .....             | 82  |
| 1. Généralités.....                                             | 82  |
| 2. Processus sédimentaires.....                                 | 83  |
| 2.1. L'altération.....                                          | 83  |
| 2.2. L'érosion.....                                             | 86  |
| 2.3. Le transport.....                                          | 89  |
| 2.4. Le dépôt.....                                              | 92  |
| 2.5. La diagenèse.....                                          | 93  |
| 3. Les familles de roches sédimentaires.....                    | 94  |
| 3.1. Généralités.....                                           | 94  |
| 3.2. Les roches détritiques.....                                | 95  |
| 3.3. Les évaporites.....                                        | 104 |
| 3.4. Les carbonates.....                                        | 106 |
| 3.5. Les roches siliceuses.....                                 | 111 |
| 3.6. Les phosphorites.....                                      | 112 |
| 3.7. Les roches organiques.....                                 | 112 |
| 3.8. Les roches ferrifères.....                                 | 113 |
| 3.9. Les dépôts volcano-sédimentaires.....                      | 114 |
| <b>Chapitre VII : Les roches métamorphiques</b> .....           | 117 |
| 1. Généralités.....                                             | 117 |
| 2. Minéraux et structure.....                                   | 117 |
| 3. Classification des roches métamorphiques.....                | 120 |
| 4. L'acteurs du métamorphisme.....                              | 121 |
| 5. Types de métamorphisme.....                                  | 121 |
| 5.1. Le métamorphisme régional.....                             | 122 |
| 5.2. Le métamorphisme de contact.....                           | 126 |
| 5.3. Le dynamométamorphisme.....                                | 127 |
| 5.4. Le métamorphisme d'impact.....                             | 127 |
| <b>Chapitre VIII : Bassins sédimentaires et montagnes</b> ..... | 130 |
| 1. Les bassins sédimentaires.....                               | 130 |
| 1.1. Courbe lithologique et variations du niveau marin.....     | 130 |
| 1.2. Architecture des bassins sédimentaires.....                | 134 |
| 1.3. Types de bassins sédimentaires.....                        | 135 |
| 2. Les chaînes de montagnes.....                                | 138 |

|                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.1. La déformation des roches.....                                              | 139        |
| 2.2. L'isostasie.....                                                            | 146        |
| 2.3. Les types de chaînes de montagnes.....                                      | 149        |
| 3. Un exemple ancien : l'Ardenne.....                                            | 151        |
| 3.1. Géologie régionale.....                                                     | 151        |
| 3.2. Le remplissage sédimentaire du bassin varisque ardennais.....               | 151        |
| 3.3. Le plissement varisque en Ardenne.....                                      | 155        |
| 3.4. Le métamorphisme de l'Ardenne.....                                          | 157        |
| <b>Chapitre IX : Anatomie de la Terre.....</b>                                   | <b>160</b> |
| 1. Forme, dimension, masse et densité de la Terre.....                           | 160        |
| 1.1. Mesure du rayon terrestre.....                                              | 160        |
| 1.2. Masse et densité de la Terre.....                                           | 162        |
| 2. L'enseignement des météorites.....                                            | 162        |
| 3. L'apport de la géophysique.....                                               | 164        |
| 3.1. Les séismes.....                                                            | 164        |
| 3.2. Sismologie et structure interne de la Terre.....                            | 169        |
| 3.3. Les phénomènes de convection au sein du manteau et du noyau terrestres..... | 172        |
| 4. Le magnétisme terrestre.....                                                  | 173        |
| 4.1. Généralités.....                                                            | 173        |
| 4.2. Le paléomagnétisme.....                                                     | 176        |
| 5. Les cycles géochimiques globaux.....                                          | 180        |
| 5.1. Le cycle de l'eau.....                                                      | 180        |
| 5.2. Le cycle du carbone.....                                                    | 181        |
| 5.3. Le cycle du silicium.....                                                   | 183        |
| 5.4. Les temps de résidence des éléments dans les océans.....                    | 183        |
| <b>Chapitre X : Une brève histoire de la Terre.....</b>                          | <b>185</b> |
| 1. Chronologie et mesure du temps.....                                           | 185        |
| 1.2. Les bases de la stratigraphie.....                                          | 185        |
| 1.3. L'échelle stratigraphique.....                                              | 188        |
| 1.4. La radiochronologie.....                                                    | 194        |
| 1.5. L'âge de la Terre.....                                                      | 197        |
| 1.6. Autres méthodes de datation.....                                            | 198        |
| 2. Une brève histoire de la Terre.....                                           | 198        |
| 2.1. Les origines.....                                                           | 198        |
| 2.2. L'Archéen.....                                                              | 200        |
| 2.3. Le Protérozoïque.....                                                       | 202        |
| 2.4. Le Paléozoïque inférieur (Cambrien-Ordovicien-Silurien).....                | 203        |
| 2.5. Le Paléozoïque supérieur (Dévonien-Carbonifère-Permien).....                | 205        |
| 2.6. Le Mésozoïque (Trias-Jurassique-Crétacé).....                               | 209        |
| 2.7. Le Cénozoïque.....                                                          | 211        |
| 2.8. L'horloge des temps géologiques.....                                        | 213        |
| 2.9. Remarque quant aux cycles orogéniques.....                                  | 214        |
| <b>Chapitre XI : La Terre et l'Humanité.....</b>                                 | <b>216</b> |
| 1. Géoressources.....                                                            | 216        |
| 1.1. Les ressources énergétiques.....                                            | 216        |
| 1.2. Les ressources minérales.....                                               | 223        |
| 2. Géorisques.....                                                               | 228        |
| 2.1. Avalanches, glissements de terrain, coulées de boue et de débris.....       | 229        |
| 2.2. Les tsunamis.....                                                           | 231        |
| <b>Index.....</b>                                                                | <b>233</b> |