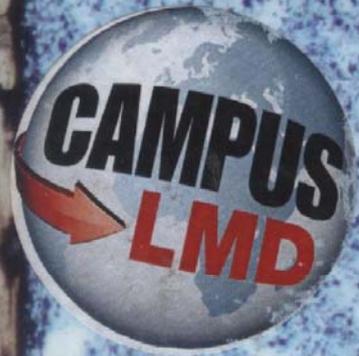


Jean-Marc Montel
François Martin



Minéralogie

Cours et exercices corrigés

- ◆ Exercices et problèmes corrigés
- ◆ 16 planches couleur

Licence
Écoles d'ingénieurs
CAPES

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	VII
Remerciements	IX
Chapitre 1. Introduction	1
1.1 Définitions	1
1.1.1 La minéralogie	1
1.1.2 Un minéral	2
1.2 Utilité de la minéralogie	4
1.2.1 Les minéraux comme éléments constitutifs des roches	4
1.2.2 Les minéraux comme indicateurs de l'histoire géologique	4
1.2.3 Les minéraux comme substances utiles	5
1.3 Éléments d'histoire de la minéralogie	5
1.3.1 Naissance de la minéralogie	5
1.3.2 Le XIX ^e siècle	6
1.3.3 La minéralogie moderne	8
1.3.4 La minéralogie aujourd'hui	8
Chapitre 2. Le minéral en tant que structure chimique	11
2.1 La composition chimique des minéraux	11
2.2 Les liaisons chimiques	12
2.2.1 Nature des liaisons chimiques	12
2.2.2 Les liaisons fortes	13
2.2.3 Les liaisons faibles	13
2.3 Un modèle simple : le potentiel de Born	14
2.3.1 Les hypothèses	14
2.3.2 Liaison ionique entre deux atomes	15
2.3.3 Un modèle de cristal en deux dimensions	16
2.4 Construction des structures chimiques : les règles de Pauling	19
2.4.1 Les bases du modèle	19
2.4.2 Règle n° 1 : organisation des anions autour des cations	19
2.4.3 Règle n° 2 : l'organisation des cations autour des anions	21
2.4.4 Règle n° 3 : la polymérisation des polyèdres	22

Table des matières

2.4.5	Règle n° 4 : les formateurs de réseau	23
2.4.6	Règle n° 5 : la règle de parcimonie	23
2.4.7	Utilisation des règles de Pauling	23
2.5	La variabilité de composition des minéraux	24
2.5.1	Les substitutions	24
2.5.2	Les solutions solides	25
2.6	Interprétation de la composition chimique des minéraux : les formules structurales	28
2.6.1	Analyse des minéraux et formules structurales	28
2.6.2	Calcul des formules structurales, deux cas simples	28
2.6.3	Détermination de la base	31
2.6.4	Calcul des formules structurales complexes	31
Chapitre 3. La structure des minéraux, introduction à la cristallographie		37
3.1	Introduction	37
3.1.1	La cristallographie	37
3.1.2	Les trois lois de la cristallographie au XVIII ^e siècle	38
3.2	Le réseau, le système cristallin	40
3.2.1	Les réseaux en deux dimensions	40
3.2.2	Les réseaux en trois dimensions	43
3.3	Le repérage dans un cristal	48
3.3.1	Le système d'axes	48
3.3.2	Les plans	49
3.3.3	Repérage des droites et des rangées	53
3.3.4	Cas particulier du système hexagonal-rhomboédrique	54
3.3.5	Le réseau réciproque	55
3.4	Du réseau au cristal	55
3.4.1	Cas général	55
3.4.2	Les groupes d'espace en deux dimensions	57
3.4.3	Groupes d'espace et classes de symétrie en trois dimensions	61
3.4.4	Les tables internationales de cristallographie	65
3.5	Les surstructures	67
3.5.1	Les macles	67
3.5.2	L'épitaxie	68
3.6	Composition chimique et structure	68
3.6.1	De la formule au motif	68
3.6.2	Isotypes et polymorphes	68
3.6.3	La description d'une structure cristalline	69

Chapitre 4. Caractérisation des minéraux	73
4.1 Introduction	73
4.1.1 Buts de la caractérisation	73
4.1.2 Sur le terrain	74
4.1.3 En laboratoire	74
4.1.4 Les produits d'intérêt industriel	75
4.2 La caractérisation macroscopique	75
4.2.1 Propriétés optiques	75
4.2.2 Morphologie	77
4.2.3 Autres propriétés déterminatives	78
4.3 Le microscope pétrographique	81
4.3.1 Introduction	81
4.3.2 La lumière	81
4.3.3 La polarisation de la lumière	82
4.3.4 La propagation de la lumière	82
4.3.5 Le fonctionnement du microscope pétrographique	89
4.4 Le microscope métallographique	101
4.4.1 Principe	101
4.4.2 Observations au microscope métallographique	102
4.5 La diffraction des rayons X	103
4.5.1 Le phénomène physique	103
4.5.2 Les informations contenues dans le diffractogramme	109
4.5.3 Utilisation des diffractogrammes de rayons X	113
4.6 Les faisceaux électroniques	115
4.6.1 Interactions électrons-matière	115
4.6.2 Microscope électronique à balayage (MEB)	118
4.6.3 Analyse par microsonde électronique	123
4.6.4 Microscopie électronique en transmission (MET)	125
4.7 Les spectroscopies moléculaires	133
4.7.1 Principes	133
4.7.2 Spectroscopie infrarouge (FTIR)	134
4.7.3 Résonance magnétique nucléaire (RMN) du solide	138
Chapitre 5. Les minéraux	143
5.1 La classification des minéraux	143
5.2 La classification des silicates	144
5.3 L'olivine	147
5.4 Le quartz	149
5.5 La calcite	152
5.6 La pyrite	153
5.7 Le talc	155

Table des matières

Exercices et problèmes	157
Exercices se rapportant au chapitre 2	157
Exercices se rapportant au chapitre 3	160
Problèmes	162
Solutions des exercices	168
Solutions des problèmes	178
Références bibliographiques	189
Illustrations	191
Index	193