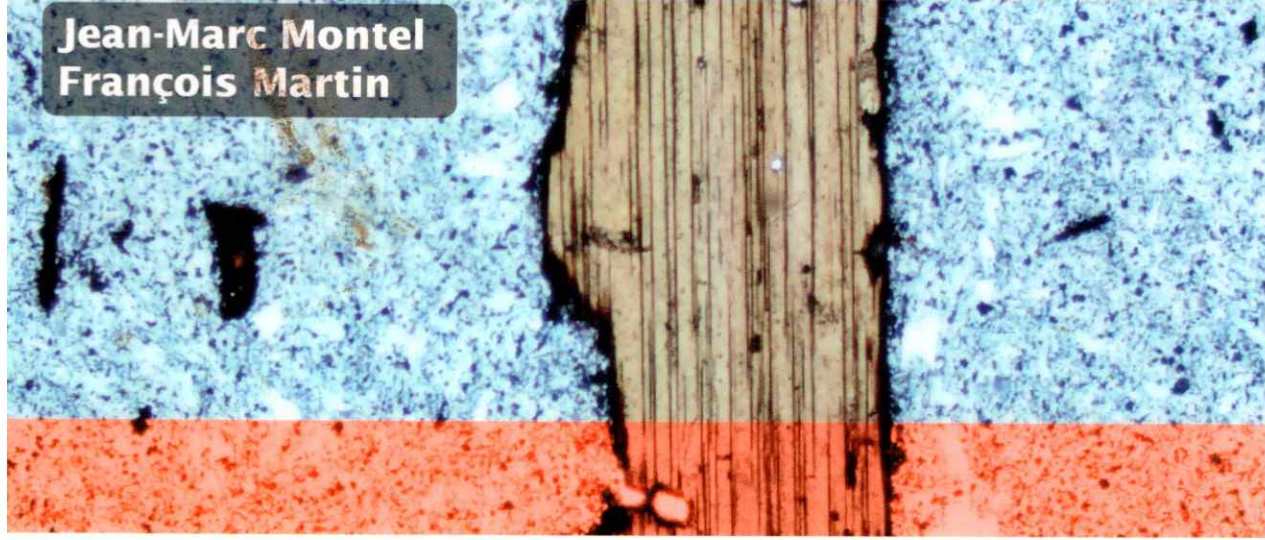


Jean-Marc Montel
François Martin



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

23	Chapitre 4. Caractérisation des minéraux	73
23	4.1 Introduction	73
23	4.1.1 Buts de la caractérisation	73
24	4.1.2 Sur le terrain	74
24	4.1.3 En laboratoire	74
25	4.1.4 Les produits d'intérêt industriel	75
25	4.2 La caractérisation macroscopique	75
28	4.2.1 Propriétés optiques	75
28	4.2.2 Morphologie	77
28	4.2.3 Autres propriétés déterminatives	78
28	4.3 Le microscope pétrographique	81
31	4.3.1 Introduction	81
31	4.3.2 La lumière	81
37	4.3.3 La polarisation de la lumière	82
37	4.3.4 La propagation de la lumière	82
37	4.3.5 Le fonctionnement du microscope pétrographique	89
38	4.4 Le microscope métallographique	101
40	4.4.1 Principe	101
40	4.4.2 Observations au microscope métallographique	102
43	4.5 La diffraction des rayons X	103
43	4.5.1 Le phénomène physique	103
48	4.5.2 Les informations contenues dans le diffractogramme	109
48	4.5.3 Utilisation des diffractogrammes de rayons X	113
49	4.6 Les faisceaux électroniques	115
53	4.6.1 Interactions électrons-matière	115
54	4.6.2 Microscope électronique à balayage (MEB)	118
55	4.6.3 Analyse par microsonde électronique	123
55	4.6.4 Microscopie électronique en transmission (MET)	125
55	4.7 Les spectroscopies moléculaires	133
57	4.7.1 Principes	133
61	4.7.2 Spectroscopie infrarouge (FTIR)	134
65	4.7.3 Résonance magnétique nucléaire (RMN) du solide	138
67	Chapitre 5. Les minéraux	143
67	5.1 La classification des minéraux	143
68	5.2 La classification des silicates	144
68	5.3 L'olivine	147
68	5.4 Le quartz	149
68	5.5 La calcite	152
68	5.6 La pyrite	153
69	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

Jean-Marc Montel
François Martin

Minéralogie

Cours et exercices corrigés

Destiné à un public d'étudiants de niveau Licence, classes préparatoires ou premières années d'école d'ingénieurs, cet ouvrage est conçu comme un livre de base, utile à tous ceux qui ont besoin de comprendre le minéral. Reprenant les concepts à un niveau élémentaire, il ne suppose connues que les bases essentielles acquises dans le secondaire.

Ce manuel aborde tous les aspects de la minéralogie moderne – physique, chimique, cristallographique, géologique – et inclut une approche des techniques de caractérisation des minéraux.

Des exemples d'applications industrielles ainsi que des exercices et problèmes corrigés en relation étroite avec le cours permettent de comprendre et de maîtriser les concepts fondamentaux de la minéralogie.

- MATHÉMATIQUES
- PHYSIQUE
- CHIMIE
- SCIENCES DE L'INGÉNIEUR
- INFORMATIQUE
- SCIENCES DE LA VIE
- SCIENCES DE LA TERRE

Jean-Marc Montel

est professeur de minéralogie et directeur de l'École nationale supérieure de géologie (Nancy).

François Martin

est professeur de minéralogie et de cristallographie à l'université Paul Sabatier (Toulouse).



9 782100 712410

515564
ISBN 978-2-10-071241-0



Les actus



du savoir

