

LICENCE | ÉCOLES D'INGÉNIEURS | CAPES

SCIENCES SUP

Exercices
et problèmes
corrigés

16 planches
couleurs

Jean-Marc Montel, François Martin
Anne-Magalie Seydoux, Philippe de Parseval

Minéralogie

2^e ÉDITION



066830

DUNOD

GL 124

066830



①

TABLE DES MATIÈRES

Minéralogie

Cours et exercices corrigés

2^e édition

Jean-Marc Montel

Professeur de minéralogie à l'École Nationale Supérieure de Géologie (Nancy)

François Martin

Professeur de minéralogie et de cristalochimie à l'université Paul Sabatier (Toulouse)

Anne-Magalie Seydoux

Chargée de recherche CNRS au Laboratoire Magmas et Volcans (LMV-St-Etienne)

Philippe de Parseval

Ingénieur de recherche à l'université Paul Sabatier (Toulouse 3)



066830

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	IX
Remerciements	XI
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	145
5.3 L'olivine	145
5.4 Le quartz	149
5.5 La calcite	152
5.6 La pyrite	153

Table des matières

5.7	Les amphiboles	154
5.8	Les pyroxènes	157
5.9	Les feldspaths	159
5.10	Les grenats	161
5.11	Les silicates d'alumine	163
5.12	Les phyllosilicates	166
5.12.1	Généralités	166
5.12.2	Le talc	169
5.12.3	Les micas	171
5.12.4	Les argiles	172
Exercices et problèmes		175
	Exercices se rapportant au chapitre 2	175
	Exercices se rapportant au chapitre 3	178
	Problèmes	181
	Solutions des exercices	187
	Solutions des problèmes	199
Annexes		211
Références bibliographiques		219
Illustrations		221
Index		223

Minéralogie

Cet ouvrage aborde tous les aspects de la minéralogie moderne – physique, chimique, cristallographique, géologique – et inclut une approche des techniques de caractérisation des minéraux. C'est un livre de base qui ne demande pas de prérequis dépassant le niveau d'une terminale scientifique.

Dans cette nouvelle édition actualisée de nouveaux minéraux sont détaillés.

LES PLUS

- Des exemples d'applications industrielles
- Des exercices et problèmes corrigés
- 16 planches couleurs

LE PUBLIC

- Étudiants en Licence
- Élèves des écoles d'ingénieurs
- Candidats au CAPES

SOMMAIRE

- Introduction
- Le minéral en tant que structure chimique
- La structure des minéraux, introduction à la cristallographie
- Caractérisation des minéraux
- Les minéraux

Jean-Marc Montel

est professeur de minéralogie à l'École Nationale Supérieure de Géologie (Nancy).

François Martin

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

Anne-Magalie Seydoux

est chargée de recherche CNRS au Laboratoire Magmas et Volcans (LMV-St-Etienne).

Philippe de Parseval

est ingénieur de recherche à l'université Paul Sabatier (Toulouse 3).

27 1173 0

CAMPUS MINERALOGIE - ZED



9 782100 821976

LICENCE

1 2 3

MASTER

4 5

DOCTORAT

6 7 8