

Table des matières

Avant-propos	3
Table des matières	5
Introduction	8
Définition du cristal	8
Définition du minéral.....	9
Chapitre I: Cristallographie géométrique	11
1. La symétrie cristalline.....	11
1.1. Opérations et éléments de symétrie	12
1.2. Les 7 systèmes cristallins	17
1.3. Les 32 classes cristallines	20
1.4. Illustration de morphologies cristallines caractéristiques.....	22
2. Le réseau cristallin	24
2.1. Les travaux de René-Just Haüy	24
2.2. La théorie réticulaire d'Auguste Bravais.....	26
2.3. Les 14 modes de réseau de Bravais	34
2.4. Axes hélicoïdaux et plans de glissement	41
2.5. Les réseaux plans.....	43
2.6. Les 230 groupes spatiaux	45
3. La notation des faces et la projection stéréographique	46
3.1. La notation de Miller	46
3.2. La loi de symétrie	51
3.3. La projection stéréographique	52
3.4. La formule fondamentale du calcul cristallographique	57
4. Les édifices cristallins complexes	59
4.1. Les macles	59
4.2. Les assemblages à axes parallèles	62
4.3. Les assemblages épitaxiaux	63
Chapitre II: Cristallochimie	64
1. Principes de cristallochimie	64
1.1. Energie du réseau	64
1.2. Volume ionique	65
1.3. Coordination	67
1.4. Règles de Pauling	70
2. Phénomènes cristallochimiques	72
2.1. Isotypisme et homéotypisme	72
2.2. Solutions solides et isomorphisme	76
2.3. Polymorphisme.....	79
3. Structures cristallines types	80
3.1. Les éléments natifs	80
3.2. Les sulfures	82
3.3. Les oxydes et hydroxydes	83
3.4. Les halogénures.....	85

3.5. Les carbonates	86
3.6. Les sulfates et phosphates	87
3.7. Les silicates	87
Chapitre III: Identification macroscopique des minéraux.....	104
1. Critères d'identification macroscopique des minéraux.....	104
1.1. Faciès cristallin et texture	105
1.2. Pseudomorphisme	106
1.3. Clivages et cassures	107
1.4. Dureté et densité.....	108
1.5. Couleur et éclat.....	110
1.6. Autres propriétés organoleptiques	111
2. Minéralogie systématique	111
2.1. Les éléments natifs	112
2.2. Les sulfures et sulfosels.....	114
2.3. Les oxydes et hydroxydes	124
2.4. Les halogénures.....	131
2.5. Les carbonates	133
2.6. Les sulfates et tungstates	139
2.7. Les phosphates, arséniate et vanadates	142
2.8. Les silicates	144
Chapitre IV: Examen des minéraux au microscope polarisant.....	162
1. Symétrie optique	164
1.1. Propagation de la lumière dans les cristaux isotropes	164
1.2. Propagation de la lumière dans les cristaux anisotropes	166
1.3. Symétrie optique et symétrie géométrique	171
2. Examen des minéraux transparents en lumière transmise	174
2.1. Examen en lumière simplement polarisée	175
2.2. Examen en lumière polarisée analysée.....	182
2.3. Examen en lumière convergente	192
3. Examen des minéraux opaques en lumière réfléchie.....	205
3.1. Examen en lumière simplement polarisée	206
3.2. Examen en lumière polarisée analysée.....	213
3.3. Examen en lumière convergente	215
3.4. Autres critères de détermination.....	216
Chapitre V: Diffraction des rayons X	221
1. Nature du rayonnement X.....	221
1.1. Production des rayons X.....	222
1.2. Interaction des rayons X et de la matière	229
2. La diffraction des rayons X par les cristaux	234
2.1. Intensité diffusée par un électron libre	235
2.2. Intensité diffusée par un atome	235
2.3. Intensité diffusée par un cristal : le facteur de structure.....	238
3. Le réseau réciproque et la sphère d'Ewald	242
3.1. Le réseau réciproque	242
3.2. La sphère d'Ewald et la sphère limite	246
3.3. Diffraction à partir de plans de points réciproques	248

4. La symétrie du réseau cristallin	250
4.1. Les 11 groupes de Laue	250
4.2. Les absences systématiques.....	251
4.3. Position des atomes par rapport aux éléments de symétrie	253
5. La méthode des poudres	254
5.1. Principe et instruments	254
5.2. Identification des composés	256
5.3. Affinement des paramètres cristallographiques	264
5.4. Affinements structuraux par la méthode de Rietveld	266
5.5. Quantification des proportions de phases présentes dans un mélange	270
6. Techniques d'étude de monocristaux	270
6.1. La méthode de rotation.....	271
6.2. La méthode de Weissenberg.....	277
7. Le diffractomètre à quatre cercles	287
7.1. Géométrie du diffractomètre	287
7.2. Montage et centrage du cristal.....	289
7.3. Collecte des données	290
7.4. Corrections d'absorption et réduction des données	292
7.5. Détermination du groupe spatial et de la structure cristalline	293
Chapitre VI: Microscopie électronique.....	295
1. Interactions électrons-matière.....	295
2. Le microscope électronique à balayage	297
2.1. Principe du microscope électronique à balayage.....	297
2.2. Préparation des échantillons	300
2.3. Les électrons rétrodiffusés.....	302
2.4. Les électrons secondaires	305
3. Le spectromètre EDS	307
3.1. Production des rayons X.....	307
3.2. Le détecteur EDS.....	308
3.3. Le spectre EDS	310
3.4. Le QEMSCAN	311
4. La microsonde électronique.....	317
4.1. Principe du spectromètre WDS	317
4.2. Principe de la microsonde électronique.....	319
4.3. Préparation des échantillons	319
4.4. Analyse chimique quantitative	319
Index	324
Bibliographie	330