

Table des matières

| | |
|--|----------|
| Chapitre 1. Ressources en terres rares de l'Europe et du Groenland : potentiel minier et enjeux | 1 |
| Nicolas CHARLES, Johann TUDURI, Gaétan LEFEBVRE, Olivier POURRET, Fabrice GAILLARD et Kathryn GOODENOUGH | |
| 1.1. Introduction. | 1 |
| 1.2. L'extrême diversité des terres rares. | 3 |
| 1.2.1. Éléments de terres rares (REE) | 3 |
| 1.2.2. Minéraux de terres rares | 6 |
| 1.3. Économie des terres rares dans le monde et place de l'Europe. | 9 |
| 1.3.1. Les domaines d'application des terres rares | 9 |
| 1.3.2. L'évolution des prix | 11 |
| 1.3.3. L'Europe dans l'économie des terres rares | 14 |
| 1.4. Classification des gîtes de terres rares | 16 |
| 1.4.1. Gisements primaires endogènes | 17 |
| 1.4.2. Gisements secondaires exogènes | 18 |
| 1.5. Gisements de terres rares en Europe | 20 |
| 1.5.1. Indices de terres rares du bouclier baltique | 22 |
| 1.5.2. Indices de terres rares des Calédonides | 50 |
| 1.5.3. Indices de terres rares de la chaîne varisque | 55 |
| 1.5.4. Indices de terres rares du Mésozoïque | 63 |
| 1.5.5. Indices de terres rares du Cénozoïque au Quaternaire | 67 |
| 1.6. Gisements de terres rares au Groenland | 75 |
| 1.6.1. Provinces alcalines de l'Archéen (2 750-2 700 Ma). | 76 |
| 1.6.2. Gisements du Paléoprotérozoïque de Karrat (NIAQ et UMIA) | 78 |
| 1.6.3. Pegmatites du Paléoprotérozoïque tardif (1 800-1 785 Ma) | 80 |
| 1.6.4. Province alcaline du Mésoprotérozoïque de Gardar. | 80 |
| 1.6.5. Carbonatites du Néoprotérozoïque au Mésozoïque (sud-ouest du Groenland) | 86 |

| | |
|---|-----|
| 1.6.6. Paléoplacer à REE-Ti-Zr du Jurassique-Crétacé de Milne Land . . . | 89 |
| 1.6.7. Complexes alcalins du Paléogène (Groenland central et oriental) | 90 |
| 1.7. Origine des gisements de terres rares en Europe et au Groenland | 92 |
| 1.7.1. Fusion partielle et fractionnement cristallin | 92 |
| 1.7.2. Chlorinité des systèmes hydrothermaux. | 93 |
| 1.7.3. Cycle exogène des terres rares | 95 |
| 1.8. Forces et faiblesses des gisements de terres rares en Europe et au Groenland | 98 |
| 1.9. Conclusion | 103 |
| 1.10. Remerciements | 104 |
| 1.11. Bibliographie | 104 |

Chapitre 2. Le batholite de Cornouailles : granites et ressources post-collisionnels du varisque 139

Robin SHAIL et Beth SIMONS

| | |
|--|-----|
| 2.1. Introduction | 139 |
| 2.2. Contexte tectonique du magmatisme et des ressources | 142 |
| 2.2.1. La tectonique varisque | 142 |
| 2.2.2. La tectonique post-varisque | 143 |
| 2.3. Lamprophyres et basaltes. | 144 |
| 2.4. Le batholite de Cornouailles et les roches ignées felsiques associées . . . | 146 |
| 2.4.1. Données géophysiques | 147 |
| 2.4.2. Occurrence sur le terrain. | 148 |
| 2.4.3. Variations texturales et minéralogiques | 156 |
| 2.4.4. Chimie minérale. | 162 |
| 2.4.5. Géochimie roche totale. | 163 |
| 2.4.6. Géochronologie | 164 |
| 2.4.7. Synthèse | 166 |
| 2.5. Minéralisations liées au granite | 171 |
| 2.5.1. Minéralisation magmatique disséminée | 173 |
| 2.5.2. Pegmatites | 173 |
| 2.5.3. Dépôts de remplacement. | 174 |
| 2.5.4. Minéralisation associée aux greisens à l'altération potassique . . . | 176 |
| 2.5.5. Veines, filons et brèches intrusives à tourmaline dominante. . . . | 179 |
| 2.5.6. Les filons de sulfures polymétalliques. | 181 |
| 2.5.7. Modèles de minéralisation. | 183 |
| 2.6. Minéralisation post-granitique. | 189 |
| 2.6.1. Minéralisation transversale <i>cross-course</i> | 189 |
| 2.6.2. Minéralisation à cinq éléments (Co-Ni-Bi-As-Ag) et uranium . . . | 190 |
| 2.6.3. Hydrocarbures | 191 |

| | |
|---|-----|
| 2.7. Kaolins | 191 |
| 2.8. Le passé, le présent et l'avenir du secteur des ressources dans le sud-ouest de l'Angleterre. | 193 |
| 2.8.1. W, Sn, Cu | 194 |
| 2.8.2. Micas à lithium (granite de St Austell) | 198 |
| 2.8.3. La géothermie profonde | 198 |
| 2.8.4. Les saumures à lithium. | 200 |
| 2.8.5. Minéraux industriels, agrégats et pierres de construction | 200 |
| 2.9. Impacts environnemental, culturel et sociétal de l'exploitation minière. | 201 |
| 2.10. Bibliographie | 203 |

Chapitre 3. Le gisement à W de Panasqueira (Portugal) : une revue bibliographique critique.

217

Christian MARGNAC et Michel CATHELINEAU

| | |
|--|-----|
| 3.1. Introduction. | 217 |
| 3.2. Contexte géologique | 219 |
| 3.2.1. Contexte régional | 219 |
| 3.2.2. Contexte local | 221 |
| 3.2.3. Système de veines minéralisées. | 223 |
| 3.2.4. La suite granitique RMG de Panasqueira | 230 |
| 3.3. Chronologie relative des phases d'altération et de minéralisation | 233 |
| 3.3.1. Survol historique et considérations méthodologiques. | 233 |
| 3.3.2. La succession paragénetique de Panasqueira | 235 |
| 3.3.3. Les altérations aux épontes | 260 |
| 3.3.4. Conséquences et implications d'une révision de la paragenèse | 260 |
| 3.3.5. Chronologie absolue | 262 |
| 3.4. L'ouverture des veines | 264 |
| 3.4.1. Les conditions de l'ouverture | 264 |
| 3.4.2. L'origine des joints plats. | 265 |
| 3.4.3. Place des joints plats dans l'histoire régionale | 269 |
| 3.5. Conditions P et T aux stades précoces et tardifs | 271 |
| 3.5.1. Les stades précoces (stades I-III). | 271 |
| 3.5.2. Les stades tardifs (stades IV-V) | 275 |
| 3.6. Caractérisation de l'origine des fluides | 277 |
| 3.6.1. Arguments géochimiques : les stades précoces (I à III-A) | 278 |
| 3.6.2. Arguments géochimiques : les stades tardifs (III-B, IV, V) | 279 |
| 3.6.3. Bilans de masse et source des fluides | 287 |
| 3.6.4. Présence d'une composante magmatique | 288 |
| 3.7. Rôle des granites de Panasqueira | 288 |

3.8. Panasqueira : un système magmatique et hydrothermal
d'échelle crustale 290

3.9. Bibliographie. 295

**Annexe 1. Ressources en terres rares de l'Europe
et du Groenland : potentiel minier et enjeux 305**
Nicolas CHARLES, Johann TUDURI, Gaétan LEFEBVRE, Olivier POURRET,
Fabrice GAILLARD et Kathryn GOODENOUGH

**Annexe 2. Le batholite de Cornouailles : granites
et ressources post-collisionnels du varisque 317**
Robin SHAIL et Beth SIMONS

**Annexe 3. Le gisement à W de Panasqueira (Portugal) :
une revue bibliographique critique. 321**
Christian MARIGNAC et Michel CATHELIN

Liste des auteurs. 345

Index 347

Sommaire de *Ressources métalliques 2* 357