

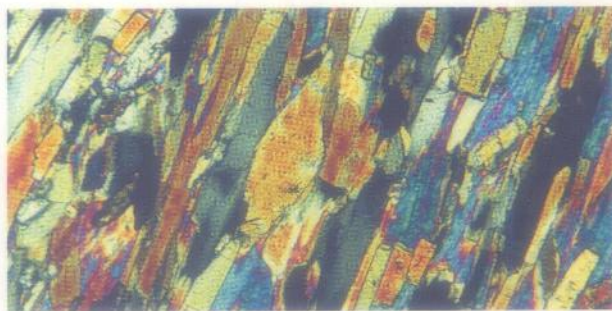
Jacques Kornprobst

2^e CYCLE • CAPES • AGRÉGATION

Métamorphisme et roches métamorphiques

Signification géodynamique

Préface de Jean Aubouin



21671/1

3^e édition

DUNOD

Gr 92

Métamorphisme et roches métamorphiques

Jacques Kornprobst

Professeur émérite
de l'université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand



sous la direction de

Jean Auboin

Membre de l'Institut



21671/1

3^e édition

DUNOD

Table des matières

PRÉFACE	III
REMERCIEMENTS	IX
AVANT-PROPOS	XI

Première partie MÉTAMORPHISME ET ROCHES MÉTAMORPHIQUES

CHAPITRE 1 • LE MÉTAMORPHISME : FACTEURS ET MÉCANISMES	3
1.1 Définition du métamorphisme	3
1.1.1 Métamorphisme, diagenèse et anchimétamorphisme	3
1.1.2 Métamorphisme et migmatisation	4
1.2 La pression et la température dans le globe terrestre	5
1.2.1 La pression	5
1.2.2 La température	7
1.2.3 Conduction et gradient géothermique	9
1.2.4 Gradients géothermiques en contexte dynamique	13
1.3 Les transformations métamorphiques	15
1.3.1 Les réactions minéralogiques	15
1.3.2 Les transformations polymorphiques	16
1.3.3 Réaction entre les phases d'un système	21
1.3.4 Rôle de la phase fluide	26
1.3.5 Les réactions métasomatiques	34
1.4 Résumé : les facteurs du métamorphisme	36

CHAPITRE 2 • LES ROCHES MÉTAMORPHIQUES : TEXTURES, STRUCTURES ET NOMENCLATURE	37
2.1 Contraintes et textures	37
2.1.1 La recristallisation syntectonique	38
2.1.2 Le recuit	38
2.2 Contraintes et structures	39
2.2.1 Développement des structures planaires et linéaires : schistosités, foliations et linéations	39
2.2.2 Schistosités, recristallisations et chronologie relative	43
2.2.3 Évolution dans le temps des conditions du métamorphisme : les chemins <i>P-T-t</i>	46
2.3 Textures et nomenclature des roches métamorphiques	49
2.3.1 Les principales textures des roches métamorphiques	49
2.3.2 Nomenclature des roches métamorphiques	51
 CHAPITRE 3 • ÉVALUATION DES CONDITIONS DU MÉTAMORPHISME	 55
3.1 Minéraux index et isogrades de métamorphisme	55
3.2 Les faciès métamorphiques	58
3.2.1 Utilisation des faciès métamorphiques	58
3.2.2 Faciès et sous-faciès métamorphiques	63
3.2.3 Les grades ou degrés de métamorphisme : une autre façon de présenter faciès et sous-faciès	65
3.3 L'analyse géométrique	66
3.3.1 Définitions et rappels	67
3.3.2 Variance d'un système : la règle des phases	67
3.3.3 Application à des systèmes simples	70
3.4 Les réactions divariantes : thermométrie et barométrie géologique	83
3.4.1 Un exemple de réaction bivalente : $Bt + Sil = Grt + Kfs + H_2O$	84
3.4.2 Distribution du fer et du magnésium entre biotite et grenat : un géothermomètre indépendant	88
3.4.3 Exemple de géothermobaromètre : l'équilibre cordiérite = grenat + sillimanite + quartz + H_2O	91
3.4.4 La géothermobarométrie « automatique »	94
3.5 Géothermobarométrie des inclusions fluides	94
3.5.1 Composition des inclusions fluides	95
3.5.2 Caractérisation des isochores	95

Seconde partie
MÉTAMORPHISME ET GÉODYNAMIQUE

CHAPITRE 4 • LE MÉTAMORPHISME DE CONTACT	101
4.1 Mise en place d'une intrusion dans un encaissant à basse température : aspects dynamiques	101
4.1.1 Dans les domaines fragiles	101
4.1.2 Dans un encaissant ductile	103
4.2 Diffusion de la chaleur dans l'encaissant	104
4.2.1 Modèle statique	104
4.2.2 Mise en place dynamique	108
4.3 Les réactions métasomatiques au contact d'une intrusion : les « skarns »	109
4.3.1 Réactions à courte distance (quelques cm à quelques m) ou métasomatose par diffusion	110
4.3.2 Transports ioniques en solution ou métasomatose par percolation	111
 CHAPITRE 5 • LE MÉTAMORPHISME RÉGIONAL	 115
5.1 Notion de gradient de métamorphisme	115
5.1.1 Évolution <i>P-T</i> au sein d'une série métamorphique : les gradients progrades	116
5.1.2 Évolution polyphasée des roches métamorphiques : les gradients rétrogrades	117
5.2 Les différents types de gradients progrades	118
5.2.1 Le gradient franciscain	118
5.2.2 Le gradient dalradien	118
5.2.3 Le gradient Ryoicke-Abukuma	120
5.2.4 Évolution dans le temps des gradients progrades	121
5.3 Gradients progrades, fusion partielle et migmatisation	121
5.3.1 Fusion partielle des métapélites	122
5.3.2 Extraction du leucosome : les différents types de migmatites	123
5.3.3 Migmatites et faciès des granulites	125
5.4 Interprétation géodynamique des gradients de métamorphisme	126
5.4.1 Évolution rétrograde et exhumation	127
5.4.2 Évolution prograde et enfouissement	129
5.4.3 Les sites privilégiés du métamorphisme	130
5.5 Le métamorphisme HP-BT ou gradient franciscain	132
5.5.1 Gradient prograde HP-BT et subduction : exemple des Alpes occidentales	133
5.5.2 Gradients rétrogrades et exhumation des unités HP-BT	134
5.5.3 Métamorphisme HP-BT et obduction	139
5.6 Le métamorphisme de pression intermédiaire, ou gradient « dalradien »	142
5.6.1 Le gradient dalradien prograde : coup de frein à l'enfouissement	142
5.6.2 Sous-charriage des unités crustales : migmatisation et gradients rétrogrades	142

5.6.3	Évolution rétrograde des metabasites éclogitiques : le gradient HP-BT initial	145
5.6.4	Unités rétrogrades et unités progrades	145
5.6.5	Sous charriage et métamorphisme inverse	147
5.7	Le métamorphisme de basse pression ou gradient « Abukuma »	149
5.7.1	Arrière subduction et chaînes métamorphiques appariées	150
5.7.2	Hypercollision, épaissement crustal et dômes migmatitiques	154
5.7.3	Métamorphisme dans les zones d'extension : recristallisation de la croûte océanique au voisinage des dorsales	163
5.7.4	Métamorphisme dans les zones d'extension : le cas des rifts	172
5.7.5	Rôle de la friction : gradients HT-BP et cisaillements continentaux	187
5.8	Métamorphisme sous conditions extrêmes	191
5.8.1	Les unités crustales à coésite : exemple du massif de Dora Maira	191
5.8.2	Les unités crustales à diamant	195
5.8.3	Les éclogites du manteau : recyclage de la lithosphère océanique?	197

ANNEXE I • ASSEMBLAGES MINÉRALOGIQUES CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX FACIÈS MÉTAMORPHIQUES	207
--	-----

ANNEXE II • REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE LA COMPOSITION DES ROCHES ET DES MINÉRAUX DANS LES DIAGRAMMES TRIANGULAIRES	209
--	-----

Diagrammes ACF-A'KF	209
---------------------	-----

Diagramme AFM	211
---------------	-----

ANNEXE III • EXEMPLES DE GÉOTHERMOMÈTRES ET DE GÉOBAROMÈTRES	215
---	-----

Le thermomètre orthopyroxène-clinopyroxène	215
--	-----

Le thermomètre clinopyroxène-grenat	217
-------------------------------------	-----

Le baromètre « Si ⁴⁺ de la phengite »	217
--	-----

ANNEXE IV • FORMULES STRUCTURALES DES MINÉRAUX CITÉS DANS LE PRÉCIS	219
--	-----

ANNEXE V • ABRÉVIATION DES MINÉRAUX USUELS	223
---	-----

BIBLIOGRAPHIE	227
----------------------	-----

INDEX	237
--------------	-----

Jacques Kornprobst

MÉTAMORPHISME ET ROCHES MÉTAMORPHIQUES

Signification géodynamique

Cet ouvrage, révisé et actualisé dans cette troisième édition, a pour but de donner au lecteur une vision précise de la nature des roches métamorphiques et des mécanismes qui sont à l'origine de leur formation. La connaissance de ces différents mécanismes permettra d'aborder les divers processus géodynamiques qui sont intimement liés au développement du métamorphisme.

Le premier chapitre est consacré au gradient géothermique et à ses perturbations ainsi qu'aux notions de base sur les transformations métamorphiques. Le chapitre suivant décrit les textures et structures des roches métamorphiques et donne les clés de la nomenclature. Le troisième chapitre expose les méthodes d'étude des paragenèses métamorphiques et les indications qu'elles apportent sur les conditions de cristallisation des assemblages.

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée à l'interprétation des séries métamorphiques dans leur contexte géodynamique. À la suite du métamorphisme de contact, où domine le transfert de chaleur par conduction, sont abordés les processus dynamothermiques du métamorphisme régional, où les transferts de chaleur liés aux déplacements des unités, sous l'effet de la tectonique (transferts convectifs), jouent un rôle très important.

Ce livre, destiné aux étudiants de licence et maîtrise en Sciences de la Terre, sera également utile aux candidats aux concours d'enseignement.



3^e édition

JACQUES KORNPBOST
Ancien Président de la Société Géologique de France, est professeur émérite de l'université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand et directeur honoraire de l'Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand.

MATHÉMATIQUES

PHYSIQUE

CHIMIE

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

INFORMATIQUE

SCIENCES DE LA VIE

SCIENCES DE LA TERRE



9 782100 056224

ISBN 2 10 005622 0

<http://www.dunod.com>

