

fac.
sciences



Bernard Bonin
Roland Dubois
Gabriel Gohau

Le métamorphisme et la formation des granites

Évolution des idées
et concepts actuels



21661/2

NATHAN
UNIVERSITÉ

GL77

Bernard Bonin
Roland Dubois
Gabriel Gohau



21661

2/2

Le métamorphisme et la formation des granites

**Évolution des idées
et concepts actuels**



21661/2



NATHAN

Table des matières

Avant-propos.....	7
-------------------	---

Première partie : Évolution des idées sur le métamorphisme et l'origine des granites

Introduction	11
<i>Chapitre 1</i> – Naissance du plutonisme	13
1. Le schéma neptunien	13
2. James Hutton	15
3. Disciples et alliés	18
<i>Chapitre 2</i> – Le refroidissement du globe ou la chaleur centrale.....	23
1. Le feu des anciens.....	23
2. De Dolomieu à Cordier.....	25
3. Charles Lyell contre Élie de Beaumont.....	27
<i>Chapitre 3</i> – Le magmatisme.....	31
1. L'apparition du mot magma.....	31
2. Durocher et le métamorphisme.....	34
<i>Chapitre 4</i> – La « granitification ».....	37
1. La plasticité aqueuse ou ignée?.....	37
2. Le passage granite-gneiss.....	39
3. Le métamorphisme expérimental.....	40
<i>Chapitre 5</i> – Un ou plusieurs métamorphismes?.....	43
1. L'origine des terrains primitifs.....	43
2. Les deux métamorphismes.....	44
3. Le rôle de la pression.....	46
Conclusion	49
Épilogue	51
1. La chimie du métamorphisme.....	51
2. ... contre la zonéographie.....	52
3. Granite et granite.....	54
4. La granitisation.....	56

Deuxième partie : Métamorphisme et déformation des roches

<i>Chapitre 1</i> – Définition moderne du métamorphisme et implication de cette définition.....	61
1. Extension locale ou régionale du métamorphisme.....	61
2. Les notions d'état initial et d'état final.....	62
3. Conditions initiales, conditions finales ; les trajectoires pression, température, temps.....	72
4. Adaptation texturale et structurale de l'état initial à l'état final.....	77
5. L'adaptation minéralogique à l'état solide.....	83
6. Conclusion.....	94

<i>Chapitre 2</i> – Les bases thermodynamiques de l'analyse de paragenèses minérales	95
1. Rappels.....	96
2. Les notions de potentiel chimique μ et d'énergie libre G ; signification, origine et conséquences.....	98
3. L'enthalpie H	106
4. Conclusion	107
<i>Chapitre 3</i> – La règle minéralogique des phases	111
1. La notion de degrés de liberté d'un système.....	111
2. La démonstration de la règle minéralogique des phases.....	111
3. Conséquence de la règle des phases	113
4. Conclusion	121
<i>Chapitre 4</i> – Les systèmes de référence : définition et utilisation graphique.....	123
1. Règles générales : définition des systèmes de référence.....	123
2. Les équilibres successifs dans les différents systèmes.....	125
3. Conclusion	128
<i>Chapitre 5</i> – Les faisceaux de Schreinemaker et les grilles pétrogénétiques théoriques pression/température ou potentiel/potentiel	129
1. La nomenclature de Schreinemaker	129
2. L'axiome fondamental : l'intersection des surfaces G	130
3. La règle de Morey-Schreinemaker et les faisceaux de Schreinemaker (P, T).....	131
4. Les faisceaux potentiel-potentiel (μ/μ) de Schreinemaker ou diagrammes de Korzhinskii.....	133
5. Influence des dégénérescences sur les faisceaux de Schreinemaker.....	136
6. Les réseaux de points invariants et les grilles pétrogénétiques théoriques (P/T) ou (μ/μ)	137
7. Conclusion	142
<i>Chapitre 6</i> – Le métamorphisme progressif des principales séquences lithologiques	143
1. Les types de métamorphisme	143
2. Les métapélites	144
3. Les metabasites	156
4. Les roches carbonatées	169
5. Conclusion	177
<i>Chapitre 7</i> – Approche quantitative des équilibres métamorphiques	179
1. Approche thermodynamique : le calcul des équilibres (P, T).....	179
2. La pétrologie expérimentale	187
3. La géothermobarométrie.....	190
4. Conclusion	194
<i>Chapitre 8</i> – Déformation et cristallogénèses dans les roches métamorphiques.....	197
1. Recristallisations postérieures à un épisode de déformation ou déformation antécristalline	197
2. Cristallisations antérieures à un épisode de déformation ou déformation postcristalline	199
3. Recristallisations synchrones d'un épisode de déformation ou déformation synmétamorphe.....	201
4. Conclusion	204
<i>Chapitre 9</i> – Métamorphisme et géodynamique.....	205
1. Métamorphisme de subduction-collision ; les exemples des Alpes, de la Corse et de l'arc égéen.....	206
2. Métamorphisme de plancher océanique : le banc de Gorringe	214
3. Métamorphisme et obduction : la nappe ophiolitique d'Oman.....	215

4. Métamorphisme, faille transformante et amincissement crustal : la zone métamorphique nord-pyrénéenne.....	218
5. Décrochement et métamorphisme de haute température : la faille du fleuve Rouge en Chine.....	225
Conclusion	231
Troisième partie : Granites et « granitisation », l'état du problème à l'aube du XXI^e siècle	
Introduction	235
<i>Chapitre 1</i> – Les théories antagonistes vers 1950 : « magmatisme » et « transformisme ».....	237
1. Les fondements théoriques.....	237
2. L'approche expérimentale et la fin d'une controverse.....	242
3. L'état de la question au début des années 1960.....	250
<i>Chapitre 2</i> – La mobilité et la cristallisation des granites	251
1. La mobilité des magmas granitiques	251
2. Les processus de cristallisation	252
3. Le comportement de l'eau	259
4. Le rebondissement de la controverse.....	262
<i>Chapitre 3</i> – « Il y a granites et granites » (Read)	265
1. Des granites océaniques?.....	265
2. Les sources des granites.....	268
3. Les types de granites.....	274
4. L'état de la question à la fin du xx ^e siècle.....	275
<i>Chapitre 4</i> – Les granites et la croissance des continents	279
1. Le bilan en masse des continents.....	279
2. La part des granites	280
<i>Chapitre 5</i> – Et ailleurs dans le système solaire?.....	283
1. Où dans le système solaire?.....	283
2. La Lune.....	283
3. Les planètes telluriques.....	285
Conclusion	287
Bibliographie.....	291
Table des abréviations.....	307
Index des personnes	309
Index des notions	313

Les **Sciences de la Terre** ont beaucoup évolué ces cinquante dernières années, en relation notamment avec l'évolution des connaissances et des techniques physiques et chimiques. Nombre de questions, autrefois matière à controverses, se présentent autrement aujourd'hui. Les grands problèmes de la composition de la croûte terrestre et de la formation des chaînes de montagnes ont constitué et constituent toujours d'importants axes de recherche. L'objectif de cet ouvrage est d'illustrer l'évolution de la problématique concernant deux sujets généralement associés lors de l'évolution de la croûte terrestre : le **métamorphisme** et le **granite**.

La première partie de l'ouvrage, consacrée à l'**historique des conceptions**, montre comment l'acquisition de la notion de chaleur à l'intérieur du globe a conduit à l'idée de transformation des roches en profondeur et à la célèbre controverse du granite (écoles transformiste/magmatiste). Elle permet de mieux appréhender les concepts actuels.

Les deux parties suivantes discutent l'état des recherches à la fin du XX^e siècle. Le métamorphisme est présenté comme la succession de phénomènes gouvernés par des facteurs thermodynamiques : chimie, pression, température..., les variations d'environnement géodynamique induisant des types différents de métamorphisme.

La troisième partie, consacrée aux **granites et à la « granitisation »**, montre comment la controverse du granite a reçu une solution expérimentale qui n'a pas empêché l'émergence d'une nouvelle controverse : celle des formations qui produisent les liquides granitiques. Enfin, le dossier s'est enrichi de la découverte de granites lunaires et reste donc ouvert.

Cet ouvrage s'adresse principalement aux étudiants en licence et maîtrise de sciences de la Vie et de la Terre, aux étudiants préparant les concours de recrutement de l'enseignement secondaire (CAPES et agrégation de sciences naturelles), ainsi qu'aux professeurs de l'enseignement secondaire. Il est également accessible aux étudiants de DEUG SNV et des classes préparatoires de la filière BCPST.

Bernard Bonin est professeur de pétrologie et minéralogie à l'université de Paris-XI (Orsay).

Roland Dubois est maître de conférences à l'université de Paris-XI (Orsay) où il enseigne le métamorphisme.

Gabriel Gohau, historien des sciences, est président du Comité français d'histoire de la géologie (Cofrhigéo).

