j'intègre

ATLAS

BCPST 1re et 2e années

Jean-François Beaux
Jean-François Fogelgesang
Philippe Agard
Valérie Boutin

Atlas de géologie pétrologie

DUNOD

Maquette intérieure : Yves Tremblay
Photo de couverture : Monte Fossa (Vulcano, îles Éoliennes, Italie)
© akg-images / Alfio Garozzo.

Sauf indication contraire, toutes les photos, illustrations et figures sont la propriété des auteurs.
Les données des tableaux des pages 30 à 44 sont des analyses adaptées de J. Lameyre, *Roches et minéraux*, Doin éditions, 1975 et M. G. Best et E. H. Christiansen, *Igneous Petrology*, Blackwell Science, 2001.

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.
Le Code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.
Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).

© Dunod, 2015
5 rue Laromiguière, 75005 Paris
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-072654-7

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).
Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Avant-propos

Cet Atlas de Pétrographie s'adresse en premier lieu à tous les étudiants engagés dans les classes préparatoires aux grandes écoles biologiques et géologiques (classes BCPST et TB) ou en cursus de licence à l'Université.

Le but de cet ouvrage, fruit de l'expérience des auteurs, est double, pour répondre pleinement aux intentions des nouveaux programmes et aux attendus des épreuves, fondés sur l'analyse et l'exploitation de documents. Il vise ainsi à :

- favoriser **l'acquisition des connaissances clés** couvrant la plupart des chapitres des programmes et correspondant aux **domaines majeurs** de la géologie ;
- conforter la maîtrise de très nombreuses **capacités exigibles**, précisément spécifiées dans les programmes, déclinées dans les cours, les séances de travaux pratiques ou les stages de terrain, et faisant l'objet des évaluations de concours.

Construit sous forme de **fiches en double page** et abondamment illustré, cet ouvrage offre une **vision** à la fois **synthétique** et **analytique** sur l'ensemble des **minéraux** et des **roches magmatiques, métamorphiques et sédimentaires**, objets des programmes des classes préparatoires. Des **clés de détermination** placées en fin d'ouvrage en permettent la diagnose.

D'autres **aspects pétrologiques** importants sont également présentés, avec l'objectif d'intégrer les observations effectuées dans la construction de **démarches exigibles**, ainsi par exemple :

- reconstitution de l'**histoire** des roches et des phénomènes géologiques qui les ont affectées ;
- reconstitution de la signification des **figures de déformations** observées à l'échelle de l'échantillon ;
- compréhension de la signification de cortèges de roches, série ophiolitique, série magmatique ou ensembles métamorphiques régionaux.

Des fiches **méthodologiques** permettent aussi le rappel de quelques outils et techniques simples d'observation et d'analyse.

Chaque fiche associe une page de photographies, éventuellement accompagnées de schémas, à une page de texte explicatif et comprend selon les cas :

- **des photographies d'échantillons macroscopiques** ; les exemples retenus, loin d'être exhaustifs, sont volontairement classiques de manière à permettre à l'étudiant de retrouver ceux étudiés en séances de travaux pratiques et à en garantir une révision aisée ;
- **des photographies de lames minces en lumière polarisée non analysée (LPNA) et en lumière polarisée analysée (LPA)** qui complètent l'analyse macroscopique et permettent de préciser ou de confirmer la nature de certaines phases minérales ;
- **un texte explicatif** : celui-ci comporte deux parties en général ; la première est une diagnose raisonnée montrant comment accéder à l'identification de la nature du minéral ou de la roche ; la seconde fournit des enseignements complémentaires, pour donner du sens aux observations réalisées et développer la réflexion et l'application des connaissances.

C'est donc à l'acquisition de ces connaissances, de ces compétences et de ces capacités que vous convie cet ouvrage, dans le cadre des classes préparatoires mais aussi au-delà, pour tous ceux qui sont tentés par les concours de recrutement ou de promotion de professeurs (Agrégations et CAPES externes et internes), ou simplement désireux de mieux comprendre le monde minéral.

© Dunod. Toute reproduction non autorisée est un délit.

Sommaire

Avant-propos 3

MINÉRAUX

Fiche 1 Le quartz 6
Fiche 2 Les feldspaths 8
Fiche 3 Les micas : biotite et muscovite 10
Fiche 4 Les amphiboles 12
Fiche 5 Les pyroxènes 14
Fiche 6 Les olivines 16
Fiche 7 Les silicates d'alumine (I) : l'andalousite et la sillimanite 18
Fiche 8 Les silicates d'alumine (II) : le disthène et la staurotide 20
Fiche 9 Les grenats et la chlorite 22
Fiche 10 La calcite et les épidotes 24

ROCHES MANTELLIQUES ET MAGMATIQUES

Fiche 11 Classification des roches magmatiques et mantelliques (I) 26
Fiche 12 Classification des roches magmatiques et mantelliques (II) 28
Fiche 13 Les basaltes tholéiitiques et alcalins 30
Fiche 14 Les gabbros 32
Fiche 15 Les andésites 34
Fiche 16 Les granodiorites 36
Fiche 17 Les trachytes 38
Fiche 18 Les rhyolites 40
Fiche 19 Les granites 42
Fiche 20 Les péridotites 44
Fiche 21 Les enclaves dans les roches magmatiques 46
Fiche 22 Les contacts entre roches magmatiques et encaissant et entre roches magmatiques 48
Fiche 23 Roches plutoniques et ordre de cristallisation 50
Fiche 24 Plagioclases zonés et cristallisation 52

ROCHES SÉDIMENTAIRES

Fiche 25 Classification des roches sédimentaires (I) 54
Fiche 26 Classification des roches sédimentaires (II) 56
Fiche 27 Les conglomérats : brèches et poudingues 58
Fiche 28 Les grès 60
Fiche 29 Les marnes et les argilites 62
Fiche 30 Les calcaires coralliens ; les calcaires à stromatolithes 64
Fiche 31 Les calcaires coquilliers 66
Fiche 32 Les calcaires oolithiques ; les calcaires à Nummulites 68
Fiche 33 Les calcaires pélagiques (calcaires planctoniques) 70
Fiche 34 Les évaporites 72
Fiche 35 Les figures sédimentaires (I) : stratifications et litages 74
Fiche 36 Les figures sédimentaires (II) : rides symétriques et asymétriques 76
Fiche 37 Les figures sédimentaires (III) 78

ROCHES ET DÉFORMATIONS

Fiche 38 Analyse de la déformation : généralités 80
Fiche 39 L'analyse de déformations cassantes 82
Fiche 40 La déformation cassante : des marqueurs du mouvement 84
Fiche 41 Schistosités, linéations, plan XZ 86
Fiche 42 La déformation ductile et les structures associées au cisaillement 88
Fiche 43 Le sens de cisaillement et les structures C/S 90

ROCHES MÉTAMORPHIQUES

Fiche 44 Les informations des roches métamorphiques 92
Fiche 45 Les schistes ardoisiers et sériciteux 94
Fiche 46 Les micaschistes 96
Fiche 47 Les gneiss : orthogneiss et paragneiss 98
Fiche 48 Les migmatites ou anatexites 100
Fiche 49 Les cornéennes et les marbres 102
Fiche 50 Les amphibolites 104
Fiche 51 Les schistes bleus 106
Fiche 52 Les éclogites 108
Fiche 53 Les transformations successives d'une métabasite ; le chemin (P,T,t) 110
Fiche 54 Les transformations successives d'une métapélite ; le chemin (P,T,t) 112
Fiche 55 Les transformations successives d'une quartzite à grenat et coésite : le chemin (P,T,t) ... 114

CORTÈGE DE ROCHES ET HISTOIRE

Fiche 56 Les complexes ophiolitiques 116
Fiche 57 Les séries magmatiques 118
Fiche 58 Les faciès sédimentaires et la reconstitution paléogéographique 120
Fiche 59 Les figures sédimentaires au sein du flysch (I) 122
Fiche 60 Les figures sédimentaires au sein du flysch (II) 124
Fiche 61 La détermination d'un gradient métamorphique (I) : exemple des métapélites 126
Fiche 62 La détermination d'un gradient métamorphique (II) : exemple de métabasites alpines .. 128

ROCHES ET RESSOURCES NATURELLES

Fiche 63 Ressources naturelles : quelques exemples 130

MÉTHODES D'ÉTUDE

Fiche 64 L'analyse d'une roche à l'échelle macroscopique 132
Fiche 65 Le microscope polarisant et l'analyse des lames minces 134
Fiche 66 La confection d'une lame mince de roche 136
Clé de détermination (I) du type de roche à partir d'un examen macroscopique 138
Clé de détermination (II) des roches mantelliques et magmatiques à partir d'un examen macroscopique 139
Clé de détermination (III) des roches sédimentaires à partir d'un examen macroscopique 140
Clé de détermination (IV) des roches métamorphiques à partir d'un examen macroscopique 141

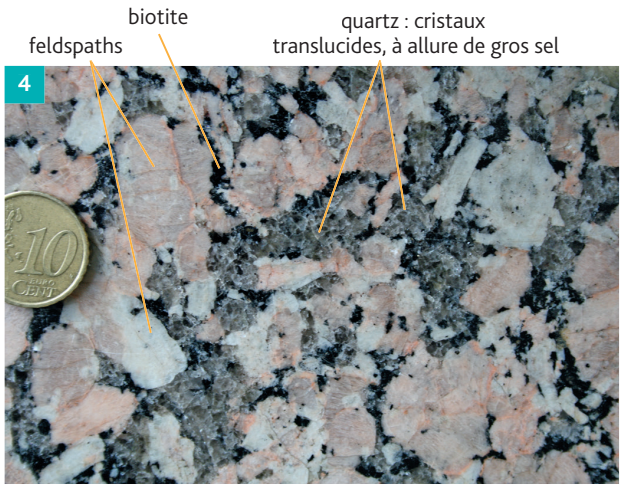
Index 142

Quartz améthyste en géode

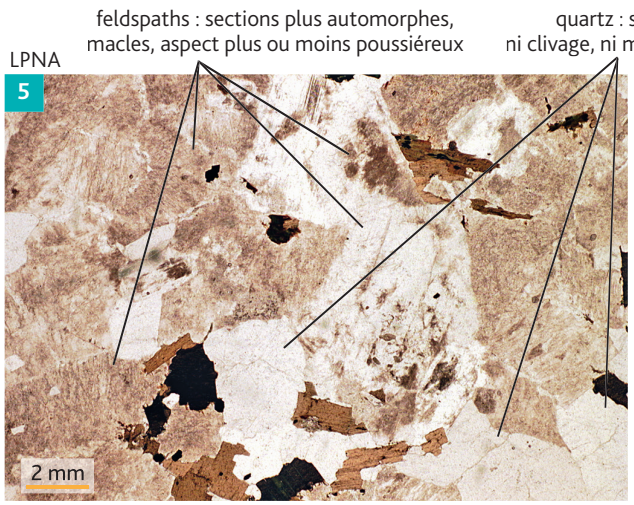
Cristaux automorphes de quartz (géode)

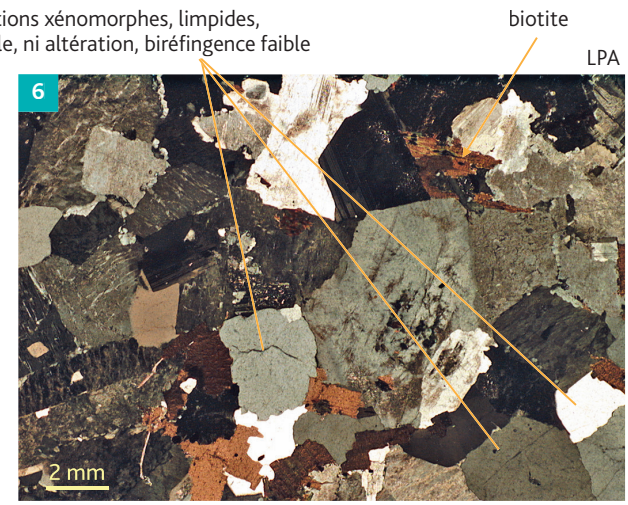
Veines de quartz dans une formation schisteuse

Quartz dans un granite



Quartz et feldspaths dans un granite





Caractères généraux

Caractères macroscopiques

Le quartz a pour formule chimique **SiO_2**. Il peut s'observer aisément en masse lorsqu'il forme des **géodes** (photo 1) dans certaines roches, avec des cristaux bien développés (photo 2). Le cristal de roche ou quartz hyalin correspond à des cristaux incolores (photo 2). Mais de nombreuses variétés sont colorées du fait d'impuretés, à l'exemple du quartz violet ou **améthyste** (traces de Mn et de Fe^{3+}) (photo 1). Le quartz peut également constituer des **veines** au sein de formations variées (photo 3).

Dans les roches, le quartz forme généralement des cristaux de petite taille. Ceux-ci sont incolores à grisâtres, limpides, avec un aspect de **gros sel** (photo 4). L'éclat est gras, vitreux, et la cassure conchoïdale. Sa dureté est de 7 : il raie l'acier et le verre. Le quartz est un minéral très peu altérable.

Caractères microscopiques

- **En LPNA** (photo 5), le **quartz** apparaît sous forme de **plages très limpides**, ne présentant ni macles, ni clivages, ni traces d'altération. Son relief est faible ce qui rend ces plages quasiment invisibles en lame mince. Les **cristaux** sont le plus souvent **xénomorphes**, en sections de petite taille sans forme définie. Certaines roches comme les rhyolites peuvent cependant montrer des cristaux presque automorphes.
- **En LPA** (photo 6), le quartz a une **biréfringence faible,** avec des teintes de polarisation dans les blancs ou les gris. Certains cristaux peuvent montrer une extinction roulante qui atteste de déformations.

Enseignements complémentaires

Particularités

- **Distinction quartz/feldspaths :** Dans de nombreuses roches, le quartz coexiste avec des **feldspaths**. Tous ces minéraux ont en commun d'être incolores en LPNA, d'avoir un relief faible à nul et de polariser dans des teintes blanches à grises (photos 5 et 6). Toutefois :
  - en masse, le quartz ressemble à du gros sel, les feldspaths étant souvent blancs ou roses (photo 4) ;
  - le quartz est le plus fréquemment xénomorphe alors que les feldspaths sont souvent en cristaux automorphes ; les sections limpides du quartz se distinguent des sections de feldspaths alcalins fréquemment poussiéreuses du fait de leur altérabilité ; les feldspaths présentent des macles et des clivages, ce que ne possède pas le quartz.
- **Signification des compositions chimiques :** Les roches magmatiques sont essentiellement constituées de minéraux silicatés et le principal oxyde donné dans l'analyse est toujours SiO_2. Il faut bien comprendre que cette silice obtenue dans l'analyse est la somme de la silice de l'ensemble des minéraux silicatés. Le quartz correspond alors à la seule **silice libre, non combinée**. Il ne sera présent que lorsque la quantité de silice totale excède la quantité qui peut se combiner avec tous les autres éléments. C'est la signification du terme « **saturé** » en silice. Une roche magmatique n'exprime du quartz que lorsque son pourcentage de silice dépasse une certaine valeur, de l'ordre de 50 à 55 % de SiO_2 à l'analyse.

Gisements

Le quartz est un minéral très fréquent dans les **roches magmatiques**, **métamorphiques** ou **sédimentaires**. Il caractérise les roches magmatiques saturées en silice (granites, rhyolites…). Dans les roches métamorphiques, du fait de sa stabilité sur un large domaine de pression et de température, il peut constituer des minéraux initiaux ou résulter de recristallisations à partir de silice libérée par d'autres réactions. Peu altérable, il est aussi abondant dans les roches sédimentaires détritiques (grès siliceux).

© Dunod. Toute reproduction non autorisée est un délit.