

# Préambule à l'étude des roches et des minéraux

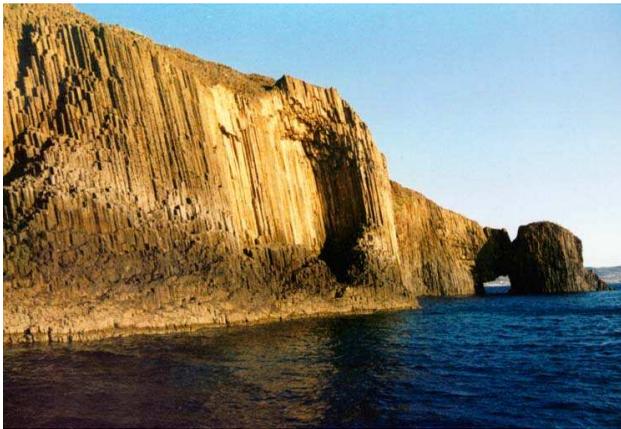


FIGURE 1. Prismes volcaniques (île de Milos, Grèce).

---

*Tanguy JEAN*  
*2007*



**Club CPN des Sittelles**  
*Connaître et Protéger la Nature*

La Tullaye  
42 boulevard des Pas enchantés  
44230 Saint-Sébastien-sur-Loire  
<http://cpn.sittelles.free.fr>

**Document au format A5 : pensez à sélectionner dans vos paramètres d'impression l'option « 2 pages par feuille » pour le papier A4 !**

# Initiation à la Géologie



**L**a collection *Initiation à la Géologie* est un ensemble d'ouvrages édités par le club CPN des Sittelles (Saint-Sébastien-sur-Loire) qui visent à rendre accessibles au plus grand nombre les principales notions des Sciences de la Terre. Le texte est généralement original et soumis aux droits d'auteur, malgré l'absence de dépôt légal. **Le Club CPN des Sittelles et les auteurs collaborant à cette collection autorisent l'utilisation et la diffusion de son contenu à la seule condition d'en citer la source.**

*Préambule à l'étude des roches et des minéraux*

« Initiation à la Géologie », volume 1

Club CPN des Sittelles, Saint-Sébastien-sur-Loire (44, France)

Texte et mise en page de Tanguy JEAN

Illustrations : crédits cités en fin d'ouvrage

## Contacter l'auteur :

Tanguy Jean

10 impasse des Trois Métairies

F - 44120 Vertou

+33 (0)2 40 33 15 82

+33 (0)6 30 00 83 58

[tanguy.jean@free.fr](mailto:tanguy.jean@free.fr)

<http://tanguy.jean.free.fr>

Les remarques éventuelles seront les bienvenues et seront prises en compte par l'auteur.

# Sommaire

<b>Sommaire</b>	<b>page 4</b>
<b>Introduction</b>	<b>page 5</b>
<b>I. Présentation des roches, minéraux et notions corrélées et de leurs disciplines d'étude</b>	<b>page 6</b>
A. Définition des roches et minéraux	page 6
1. Définition d'un minéral	page 6
2. Définition d'une roche	page 6
3. Remarques sur une terminologie courante	page 7
B. Sol, sous-sol, terrain, affleurement	page 7
C. Notions de magmas, laves et projections	page 7
D. L'étude des roches et minéraux : terminologie	page 8
<b>II. Un premier aperçu de la diversité des roches : les grandes groupes et leur identification</b>	<b>page 9</b>
A. Grands groupes de roches	page 9
1. Roches sédimentaires (exogènes)	page 9
2. Roches endogènes (magmatiques, métamorphiques)	page 10
a. Les roches magmatiques	page 10
$\alpha$ . Les roches volcaniques	page 10
$\beta$ . Les roches plutoniques	page 11
$\gamma$ . Les roches de type intermédiaire	page 11
b. Les roches métamorphiques	page 12
c. Cas particulier des roches hydrothermales	page 12
B. Identification des grands groupes de roches	page 13
1. Tableau comparatif des critères distinctifs	page 13
2. Identification par la structure et proposition d'un tableau de détermination	page 13
a. La structure pétrographique et son intérêt dans l'identification	page 13
b. Proposition d'un tableau d'identification	page 14
<b>Références</b>	<b>page 15</b>

# Introduction

*L'année 2007 marque un tournant pour le club CPN des Sittelles la géologie apparaît dans les activités de l'association. Il s'agit là d'une discipline très intéressante mais, hélas, relativement complexe et dont l'appréhension requiert souvent un minimum de connaissances. Pour faciliter la compréhension, lors des sorties, des phénomènes observés sur le terrain, la collection « Initiation à la Géologie », éditée par le club CPN des Sittelles, se propose de fournir une première approche des Sciences de la Terre accessible au plus grand nombre, de manière à vulgariser les bases de ce vaste domaine scientifique et naturaliste. Et il faut commencer par le début : définir les roches et les minéraux, et notions corrélées, qui sont le premier support d'étude du géologue.*

*La Terre est une planète du système solaire de forme globalement ellipsoïdale, presque sphérique, dont le rayon moyen mesure environ 6370 km. Diverses techniques comme les études sismologiques mettent en évidence une « zonation » concentrique dans la structure de notre planète (la Terre se présente sous la forme de couches concentriques se superposant les unes aux autres). La partie solide la plus superficielle de la Terre a reçu le nom de lithosphère (du gr. lithos, pierre) et se compose de matériaux nommés roches qui sont constitués d'assemblages d'espèces chimiques naturelles se présentant le plus souvent sous la forme de solides cristallins, les minéraux. Dans tous les domaines des sciences de la Terre, c'est avant tout à des roches qu'on est confronté et tout géologue doit pouvoir disposer de bases lui permettant de connaître et reconnaître ces corps pour ensuite, par leur intermédiaire, appréhender notre planète et son fonctionnement.*

*Qu'est-ce qu'une roche ? Qu'est-ce qu'un minéral ? Quels sont les concepts de base de la pétrologie et de la minéralogie ? Ce petit travail a pour but de répondre succinctement à ces questions. Notez que la diversité des roches et des minéraux feront l'objet d'autres petits ouvrages de la collection.*

# I. Présentation des roches, minéraux et notions corrélées et de leurs disciplines d'étude

---

Qu'est-ce qu'une **roche** ? Qu'est-ce qu'un **minéral** ? Commençons par définir et resituer dans leur contexte ces deux notions géologiques fondamentales sans, pour l'instant, entrer dans trop de détails.

## A. Définition des roches et minéraux

### 1. Définition d'un minéral

Pour FOUCAULT & RAULT (2005), un **minéral**<sup>1</sup> est une « *espèce chimique naturelle se présentant le plus souvent sous la forme d'un solide cristallin* » (on aurait pu dire « presque toujours »), les minéraux étant les **unités élémentaires** constitutives des **roches** (que nous définissons au point suivant) même si on retrouve aussi des minéraux non organisés en roches proprement dites dans l'asthénosphère par exemple.

On rappelle qu'une **espèce chimique** est un corps pur, composé d'une seule et même entité chimique (aux impuretés près), qu'un **solide** consiste en un état condensé de la matière où les molécules sont globalement fixes les unes par rapport aux autres (et qui résiste au cisaillement) et qu'un **cristal** est un *état de la matière solide caractérisé par une structure spatiale périodique*, le motif élémentaire qui se répète par translation dans les trois dimensions de l'espace portant le nom de **maille** (un ou plusieurs atomes, ions ou molécules) ; on parle de **réseau cristallin** pour désigner cette répétition de motifs élémentaires (voir par exemple ROBERT, 2004).



FIGURE 2. Cristaux de calcite et de pyrite. Marquise (62, France)

### 2. Définition d'une roche

Une **roche**<sup>2</sup> est un matériau constitutif de la **lithosphère**, formé d'un **assemblage massif de minéraux** (rarement un seul) et présentant une certaine homogénéité statistique (entendez : ces minéraux se trouvent représentés et assemblés de manière globalement homogène au sein de la roche).

*Attention, le fait de dire que les roches constituent la lithosphère ne signifie pas nécessairement que la lithosphère est leur lieu de formation.*

---

<sup>1</sup> De *minerai* qui vient lui-même de *mine* (dérivant du gallo-roman *mina*).

<sup>2</sup> Du latin populaire *rocca*, roche.



FIGURE 3. Gneiss chloritoïdique. Petrolina (Brésil)

### 3. Remarques sur une terminologie courante

On attribue souvent à un **échantillon rocheux** le terme de «  **Pierre** » ou «  **caillou** ». Ces termes sont acceptés et reconnus par l'ouvrage de FOUCAULT & RAOULT (2005) et couramment employés par les géologues, au moins oralement. Il est à noter néanmoins qu'en pétrologie sédimentaire, ces mots peuvent prendre une signification plus précise basée sur la granulométrie. Les termes de  **roche** ou d'**échantillon rocheux** sont donc d'un usage préférable pour éviter toute confusion avec une terminologie plus précise. Les termes de  **gemme**<sup>3</sup> ou  **pierre précieuse** désignent quant à eux des minéraux, assemblages de minéraux ou concrétions (comme la perle) dont la beauté (éclat, limpidité, couleurs, etc.) et la rareté en font des objets de bijouterie.

*Remarque : le terme de gemme peut aussi désigner la résine de pin ou encore la halite (sel gemme, ou sel NaCl).*

## B. Sol, sous-sol, terrain, affleurement

Le  **sol** est la formation superficielle qui résulte de l'altération sur place des roches sous-jacentes par l'eau, l'air et les êtres vivants – ce qui en fait une  **interface hydrosphère-atmosphère-lithosphère-biosphère** – et du mélange des produits de cette altération avec une proportion variable de  **matière organique** ; il est organisé verticalement en différents niveaux nommés  **horizons** (voir les chapitres de pédologie). Le mot  **sous-sol** désigne les roches situées sous le sol et, de manière plus générale, oppose les roches vraies au sol. Un  **terrain** est un ensemble de roches que l'on regroupe pour des raisons tectoniques ou stratigraphiques et qui ont une cohérence d'ensemble de ces points de vue. Un  **affleurement** est une partie de terrain visible à la surface de la Terre et qui n'est donc pas masquée par le sol ou des alluvions (on dit de la roche qu'elle «  **affleure** »).

## C. Notions de magmas, laves et projections

Un  **magma**<sup>4</sup> est un liquide à haute température (au moins 600 °C) qui est constitué de matériaux mantelliques formés plus ou moins en profondeur ( **magma primaire**) ou provient de la fusion de roches préexistantes ( **magma d'anatexie**). Les magmas prennent le nom de  **laves**<sup>5</sup> quand ils sont émis à la surface de la Terre sous forme

<sup>3</sup> Du latin *gemma*, bourgeon.

<sup>4</sup> Mot grec désignant un résidu pâteux.

<sup>5</sup> De l'italien *lava*, même signification.

visqueuse où ils s'écoulent (**coulées**) et cristallisant plus ou moins rapidement (notez que la cristallisation commence généralement avant l'arrivée à la surface). Ils forment des **projections volcaniques** ou **éjectas**<sup>6</sup> quand ils sont projetés sous forme solide par les volcans. Notez qu'on réserve le terme d'**émission** aux matériaux gazeux et aux laves.



FIGURE 4. Éruption du Piton de la Fournaise. La Réunion (France)

## D. L'étude des roches et minéraux : terminologie

L'étude des roches porte le nom de **pétrologie**<sup>7</sup> ou **pétrographie**<sup>8</sup> au sens large (le terme de **lithologie**<sup>9</sup> semble aujourd'hui désuet). La pétrologie comprend la description des roches (**pétrographie** au sens strict), leur classification et l'interprétation de leur genèse. L'étude des minéraux est la **minéralogie** (et celle plus particulière des pierres précieuses est appelée **gemmologie**) ; celle-ci s'appuie largement sur la **cristallographie** (étude des propriétés de l'état cristallin de la matière) et la **géochimie** (étude des éléments chimiques et de leur comportement dans les roches<sup>10</sup>). La **magmatologie** désigne, dans un sens restreint, l'étude des magmas et particulièrement leur chimie et, dans un sens global, l'étude de l'ensemble du phénomène magmatique. La **volcanologie** quant à elle est tout simplement l'étude des volcans et du volcanisme.

---

<sup>6</sup> Participe passé latin pluriel (signifie « éléments éjectés », s'écrit *ejecta* (singulier *ejectum*) ou francisé *ejectas* (singulier *ejecta*) ; surtout employé au pluriel.

<sup>7</sup> Du grec *petra*, pierre, et *logos*, discours (et, par extension, étude, science).

<sup>8</sup> Du grec *petra*, pierre, et *graphein*, écrire.

<sup>9</sup> Du grec *lithos*, pierre, et *logos*, discours (et, par extension, étude, science). On réserve aujourd'hui le terme de lithologie pour désigner la nature des roches d'une formation donnée.

<sup>10</sup> La géochimie comprend également l'étude des éléments chimiques dans les eaux et l'atmosphère.

## II. Un premier aperçu de la diversité des roches : les grands groupes et leur identification

La diversité des roches et minéraux tout comme leur classification constitue l'objet d'autres livrets de la collection « Initiation à la Géologie ». Néanmoins, donnons tout de suite quelques éléments pour avancer dans notre étude relativement aux grands types de roches. Nous listons ci-après les **principaux groupes de roches** généralement reconnus en donnant, dans le tableau I, les critères utiles à leur reconnaissance ; notez que la frontière entre ces différents groupes est parfois floue et que les auteurs ne s'entendent pas tous sur une même nomenclature (nous avons de notre côté essayé de présenter les choses de la manière la plus consensuelle possible, en retenant les options majoritairement admises). **Attention, tous les termes techniques de pétrologie ou de minéralogie utilisés sont définis dans d'autres livrets.**

### A. Grands groupes de roches

#### 1. Roches sédimentaires (exogènes)

Les **roches sédimentaires** sont les roches résultant de l'accumulation et la compaction de fragments minéraux ou débris biologiques, de la précipitation à partir de solutions, ou se formant à partir de roches préexistantes auxquelles les eaux ont enlevé des éléments ; dans ce dernier cas, on les nomme **roches résiduelles**. Les **roches sédimentaires** sont aussi appelées **roches exogènes** car elles se forment à la surface de la Terre, sous l'effet d'agents externes (eau, vent, etc.) et non d'agents des profondeurs de la Terre.

Le terme de **sédiment**<sup>11</sup>, d'où est issue l'expression « roches sédimentaires », désigne un ensemble de matériaux sous forme de **particules** d'origine plus ou moins grosses ou de **matières précipitées** ayant séparément subi un certain **transport**. Un sédiment devient une roche sédimentaire après une étape nommée **diagenèse**<sup>12</sup> que nous traiterons en pétrologie sédimentaire.

*Notez que, pour FOUCAULT & RAOULT (2005), les roches exogènes sont divisées en deux groupes, celui des roches sédimentaires et celui des roches résiduelles qu'ils excluent des roches sédimentaires. Nous n'avons pas retenu cette option car elle ne domine pas la littérature française, même si on peut considérer qu'il n'y a pas vraiment de passage par un état « sédiment » dans une roche résiduelle puisque les matériaux résiduels ne subissent généralement pas de transport.*



FIGURE 5. Un conglomérat de type « poudingue ». Provenance inconnue

<sup>11</sup> Du latin *sedimentum*, dépôt, de *sedere*, séjourner, demeurer

<sup>12</sup> Du grec *dia*, à travers, et *genésis*, formation

## 2. Roches endogènes (magmatiques, métamorphiques)

Les **roches endogènes** sont formées au moins en partie à l'intérieur du globe ou sous l'effet d'**agents internes**, à des **températures** et **pressions** généralement **supérieures** à celles qui règnent habituellement en surface. Notez que certains auteurs considèrent certaines roches métamorphiques (métamorphisme de contact ou hydrothermal par exemple) comme exogènes car parfois formées en surface. Il s'agit là de savoir si l'opposition endogène-exogène repose sur le lieu où s'est formé la roche ou sur l'origine des agents responsables de cette formation. Nous préférons quant à nous nous en tenir à la solution la plus simple qui est aussi la plus couramment retenue et qui considère comme endogènes toutes les roches métamorphiques.

*Notez que POMEROL et al. (2003) semblent restreindre les roches endogènes aux seules roches magmatiques, ce qui ne nous semble pas justifié.*

### a. Les roches magmatiques

On désigne sous le terme de **roches magmatiques** les roches qui résultent de la **solidification** d'un **magma**. On y distingue deux grands « types », les **roches volcaniques** et les **roches plutoniques**, auxquels s'ajoutent des cas intermédiaires. Le mot **magmatisme** (ou **phénomène magmatique**) regroupe l'ensemble des phénomènes liés à la formation, au déplacement et à la cristallisation des magmas.

#### α Les roches volcaniques

Les **roches volcaniques** (synonyme **vulcanites**, terme vieilli) sont les **roches magmatiques** qui se sont solidifiées, au moins en partie, à la surface de la lithosphère. Ces roches ont une **structure microlitique ou vitreuse**. L'adjectif volcanique vient de volcan : un volcan est un relief, généralement de forme conique et pouvant atteindre plusieurs km de haut, qui est constitué par l'empilement de **laves** ou d'**éjecta**. On désigne par **volcanisme** l'ensemble des manifestations des volcans et des phénomènes qui s'y rapportent.



FIGURE 6. Lame mince de basalte demi-deuil. (LPNA) Massif central (France)



FIGURE 7. Andésite à phénocristaux de hornblende et de plagioclase.  
Provenance inconnue

## *β Les roches plutoniques*

Les **roches plutoniques** (synonyme **plutonites**, terme vieilli) sont les **roches magmatiques** qui ont cristallisé au sein de la lithosphère. Elles présentent une **structure grenue**. L'adjectif plutonique vient de pluton : un **pluton** est un massif de roches plutoniques (évidemment !) constituant une grosse masse ovoïde ou une grande lentille. Le **plutonisme** désigne l'ensemble des phénomènes associés à la mise en place et à la cristallisation des plutons et des roches plutoniques. *Notez que les roches dites plutoniques ne sont pas toutes sous forme de plutons à proprement parler ; une roche plutonique est une roche magmatique qui se définit par sa structure grenue.*

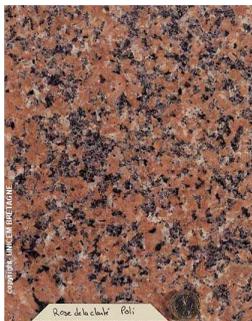


FIGURE 8. Granite rose poli. La Clarté, Perros-Guirec (22, France)

## *γ Les roches de type intermédiaire*

Ce sont des roches de composition magmatique à **structure microgrenue** (parfois appelées **microplutonites**, terme vieilli, ou **roches microplutoniques**) ; elles sont souvent constituées en **filons (roches filoniennes)**. On appelle **filon**<sup>13</sup> une lame de roche, d'épaisseur quelques cm à quelques m, recoupant les structures de l'encaissant (roche environnante, antérieure) ou une lame de roche magmatique, épaisse d'un à plusieurs m, parallèle aux structures de l'encaissant (on parle alors de **filon-couche** ou **sill**).

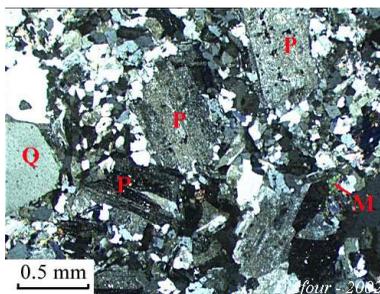


FIGURE 9. Lame mince de microgranite à deux micas. (LPNA)  
Carrière du Tacot, Arleuf (58, France)

<sup>13</sup> De l'italien *filone*, augmentatif de *filo*, fil

## b. Les roches métamorphiques

On appelle **roche métamorphique** une roche qui s'est formée à partir de roches préexistantes (magmatiques, sédimentaires ou déjà métamorphiques – termes respectifs : **orthométamorphisme**, **paramétamorphisme**, **polymétamorphisme**) essentiellement par des **recristallisations minérales** sous l'effet de modifications des conditions de **température** et de **pression**, à *des températures ne permettant cependant pas ou peu la fusion* (à la différence des roches magmatiques). On appelle **métamorphisme**<sup>14</sup> (ou **phénomène métamorphique**) l'ensemble des processus de transformation de roches à l'état solide sous l'effet d'une modification des conditions de température et/ou de pression avec cristallisation de nouveaux minéraux – **minéraux néoformés** – et acquisition de **textures** ou **structures** particulières.

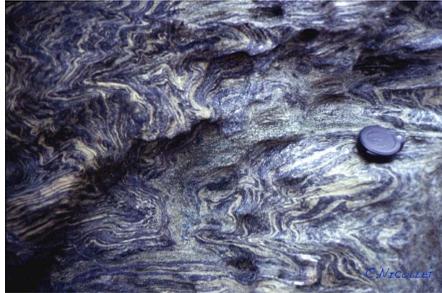


FIGURE 10. Schistes bleus à niveaux d'épidote (vert clair) et de glaucophane (bleue).  
Le Lavoir, Groix (56, France). Loupe :  $\varnothing = 2$  cm

## c. Cas particulier des roches hydrothermales

FOUCAULT & RAOULT (2005) disent des **roches hydrothermales** qu'elles constituent « une catégorie un peu particulière de roches formées à partir de gaz ou de solutions à haute température, ayant des relations variées avec les magmas ». Ils placent cette catégorie dans les **roches magmatiques** mais elles sont en fait en position intermédiaire entre **roches métamorphiques** (on parle de **métamorphisme hydrothermal**) et **magmatiques**, et présentent en outre souvent des minéraux présents dans les **roches sédimentaires** ! Épineux problème de classification pétrologique...



FIGURE 11. Brèche hydrothermale à lamprophyre. Provenance inconnue

<sup>14</sup> De méta- et du grec *morphê*, forme

## B. Identification des grands groupes de roches

### 1. Tableau comparatif des critères distinctifs

Roches magmatiques			Roches sédimentaires	Roches métamorphiques
1. Fossiles absents (ou rarissimes) 2. Pas d'orientation spatiale des gros minéraux (phénocristaux) 3. Pas de schistosité ni de foliation			1. Stratification le plus souvent très nette 2. Souvent fossilifères 3. Grandes formes d'altération le plus souvent abruptes et tourmentées 4. NB. <i>Moraines</i> : jamais litées, éléments non triés ; <i>calcaires récifaux</i> : presque jamais lités	1. Holocristallines : masse totalement cristallisée (sauf métamorphisme léger et inachevé) 2. Souvent cristaux de grande taille reconnaissables à l'œil nu 3. Structure parallèle, schistosité(s) 4. Très compactes, sans cavité 5. Fossiles généralement absents (mais pas toujours) 6. Pas de surfaces de clivage lisses 7. Grandes formes d'altération molles et ondulées 8. Éclat soyeux fréquent
Roches volcaniques	Roches plutoniques	Roches intermédiaires		
1. Structure microlitique ou vitreuse 2. Matrice vitreuse 3. Nombreuses petites vacuoles 4. Structure fluidale fréquente 5. Débit en prismes fréquent	1. Holocristallines 2. Grands cristaux reconnaissables à l'œil nu 3. Structure fluidale rare 4. Très compactes : cavités absentes (ou très rares) 6. Altération et fissures particulières : a) Les fissures se recoupent plus ou moins perpendiculairement b) Altération en boules c) Formes d'altération le plus souvent molles et ondulées	1. Structure microgrenue 2. Souvent en filons 3. Cf. <i>pétrologie magmatique</i>		

TABLEAU I. Caractéristiques des principaux grands groupes de roches.  
 Inspiré de SCHUMANN (1989 : page 370).

Le **tableau I** est un tableau comparatif qui regroupe quelques critères (qui nécessitent parfois le recours au microscope ; c'est le cas par exemple de la différence entre structures microlitique et microgrenue notamment) utiles à la reconnaissance des grands groupes de roches que nous avons présenté (attention toutefois aux cas limites !). Nous rappelons que les termes techniques de pétrologie ou de minéralogie utilisés sont définis dans d'autres ouvrages de la collection.

### 2. Identification par la structure et proposition d'un tableau de détermination

#### a. La structure pétrographique et son intérêt dans l'identification

Lorsque l'on souhaite déterminer une roche, il convient d'abord d'essayer de la rattacher à un des groupes principaux. Pour cela, il faut examiner sa **structure pétrographique**, c'est-à-dire l'agencement et la disposition relative de ses constituants, et déterminer une éventuelle **orientation** (et, dans ce cas, laquelle). Cette méthode est utile face à tout échantillon de roche pour orienter rapidement l'identification, particulièrement sur le terrain.

*Face à un affleurement, on s'efforcera d'observer plusieurs échantillons pour ne pas être trompé par un échantillon non caractéristique. Bien entendu, des échantillons de grande taille révèlent plus de détails que de petits fragments. On utilisera une loupe lorsque la stratification est très fine et on vérifiera toujours qu'un échantillon est représentatif de l'ensemble.*



Figure 12. Schistosité dans un schiste. Nohèdes (66, France)

### *b. Proposition d'un tableau d'identification*

Vous trouverez ce tableau dans le *Mémento de Géologie* distribué à tous les membres ainsi que sur le site Internet du club CPN des Sittelles (disponible en téléchargement : <http://cpn.sittelles.free.fr/Detroches.pdf>). Il est inspiré de SCHUMANN (1989) dont sont par ailleurs extraits les croquis. Il est à noter que cet ouvrage contient, dans sa traduction française, diverses inexactitudes que nous avons corrigées en ce qui concerne notre tableau. *Notez que le tableau en question ne vise qu'à fournir un outil pratique d'orientation rapide de la détermination mais ne prétend à aucune exhaustivité ni à une efficacité totale. D'autre part, rappelons que rien ne vaut une étude approfondie, une diagnose en bonne et due forme et... une lame mince !*

# Références

- BREUIL, M., 2003. *Dictionnaire des Sciences de la Vie et de la Terre*. Nathan, Paris, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>e</sup> édition 1997), 544 pages.
- CARON, J.-M., A. GAUTHIER, J.-M. LARDEAUX, A. SCHAAF, J. ULYSSE & J. WOZNIK, 2003. *Comprendre et enseigner la planète Terre*. Ophrys, Gap – Paris, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>e</sup> édition 1989) 303 pages.
- FOUCAULT, A. & J.-F. RAOULT, 2005. *Dictionnaire de Géologie*. « UniverSciences », Dunod, Paris, 6<sup>e</sup> édition (1<sup>e</sup> édition 1980), 382 pages.
- KORNPROBST, J., 2001. *Métamorphisme et roches métamorphiques. Signification géodynamique*. « Sciences Sup », Dunod, Paris, 3<sup>e</sup> édition (1<sup>e</sup> édition 1994), 235 pages.
- MACKENZIE, W. S. & A. E. ADAMS, 2005. *Initiation à la pétrographie*. « Sciences Sup » (série « Atlas »), Dunod, Paris, 192 pages.
- MEHIER, B., 1995. *Magmatisme et tectonique des plaques*. « Sciences de la Vie et de la Terre », Ellipses, Paris, 256 pages.
- POMEROL, C., Y. LAGABRIELLE & M. RENARD, 2003. *Éléments de géologie*. « Masson Sciences », Dunod, Paris, 12<sup>e</sup> édition (1<sup>e</sup> édition 1965), 746 pages.
- ROBERT, J. (dir.), 2004. *Dictionnaire de Physique et de Chimie*. Nathan, Paris, 521 pages.
- SCHUMANN, W., 1989. *Guide des Pierres et minéraux*. « Les Guides du Naturaliste », Delachaux et Niestlé, Neuchâtel (Confédération helvétique) – Paris, 381 pages.

## Crédits iconographiques

---

- Page 1, figure 1 : [http://www.milos-travel.com/milos\\_travel\\_f/uebersicht.htm](http://www.milos-travel.com/milos_travel_f/uebersicht.htm)
- Page 6, figure 2 : <http://euromin.w3sites.net/mineraux/CALCITE.html>
- Page 7, figure 3 : <http://www.geol.umd.edu/pages/meetings/Post-071606.htm>
- Page 8, figure 4 : <http://www.foumaise.info/>
- Page 9, figure 5 : [http://encyclopedia.epi.com/rochesEtMineraux/conglomerat\\_image\\_9262\\_6205\\_2552](http://encyclopedia.epi.com/rochesEtMineraux/conglomerat_image_9262_6205_2552) © Dorling Kindersley
- Page 10, figure 6 : <http://www.flickr.com/photos/fredlab/429700798/>
- Page 10, figure 7 : <http://www.pitt.edu/~ceiones/GeolImages/2IgneousRocks/IgneousCompositions/5Andesite.html>
- Page 11, figure 8 : [http://www.bretagne-environnement.org/galerie?id\\_photo=1159798315&id\\_album=1147677998&popup=&album=article&format=original](http://www.bretagne-environnement.org/galerie?id_photo=1159798315&id_album=1147677998&popup=&album=article&format=original)
- Page 11, figure 9 : <http://perso.orange.fr/jacques.delfour/mq2m.htm>
- Page 12, figure 10 : <http://christian.nicollet.free.fr/page/enseignement/SBGroix.html> © Christian Nicollet
- Page 12, figure 11 : <http://www2.brgm.fr/divers/br%C3%A8ches.htm> © BRGM
- Page 14, figure 12 : [http://www.catalanes.reserves-naturelles.org/siteweb\\_fran%C3%A7ais/patrimoine/patgeol.htm](http://www.catalanes.reserves-naturelles.org/siteweb_fran%C3%A7ais/patrimoine/patgeol.htm)