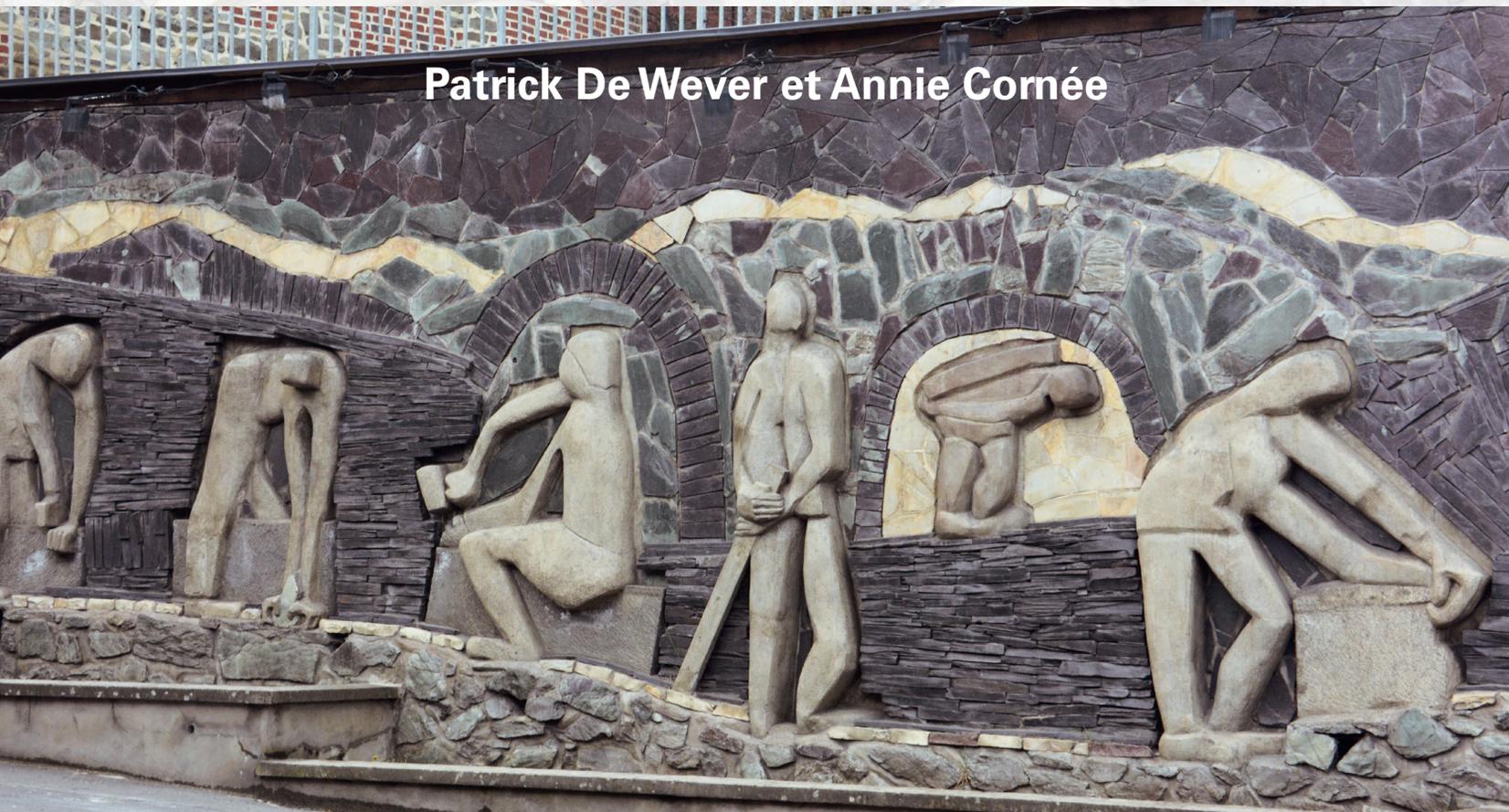


# ROCHES À TOUT FAIRE

Patrick De Wever et Annie Cornée



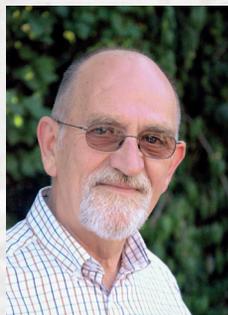
# ROCHES À TOUT FAIRE

**Patrick De Wever et Annie Cornée**

Quand l'Homme parle de nature, il pense surtout aux organismes vivants (végétaux, animaux) et omet qu'ils vivent tous aux dépens des roches.

L'Homme semble oublier ce qu'il doit à la Terre : il boit dans un verre, mange dans une assiette et coupe avec un couteau le steak qu'il a fait cuire sur sa plancha. Pour cela, une dizaine de carrières ont dû être ouvertes pour recueillir calcaire, sable, argile, fer, nickel-chrome, charbon, sel, lave... Il y a également des cailloux poisons ou médicaments, certains donnent l'heure, d'autres nous éclairent : on ne sait rien faire sans le recours à la Terre.

Cet ouvrage nous révèle quelques aspects de l'utilisation des ressources minérales, certaines évidentes, d'autres inattendues. Ainsi le lecteur pourra dire, en plagiant Molière : « *Par ma foi ! il y a plus de quarante ans que j'utilise les roches sans que je n'en susse rien ; et je vous suis le plus obligé du monde de m'avoir appris cela* » (Molière, *Le Bourgeois gentilhomme*, acte II, scène 4).



**Patrick De Wever**, géologue, professeur émérite, Muséum national d'histoire naturelle, est l'auteur d'une trentaine d'ouvrages.

**Annie Cornée**, ingénieure au Muséum national d'histoire naturelle (en retraite), est co-auteure de plusieurs ouvrages.

ISBN : 978-2-7598-2433-5



**29 € TTC**

**edp sciences**  
www.edpsciences.org



ROCHES  
À TOUT FAIRE

Photos de couverture : la photo de cette couverture et le crédit associé sont présents dans l'ouvrage

Composition et mise en pages : Patrick Leleux PAO

Imprimé en France

ISBN (papier) : 978-2-7598-2433-5 -- ISBN (ebook) : 978-2-7598-2269-0

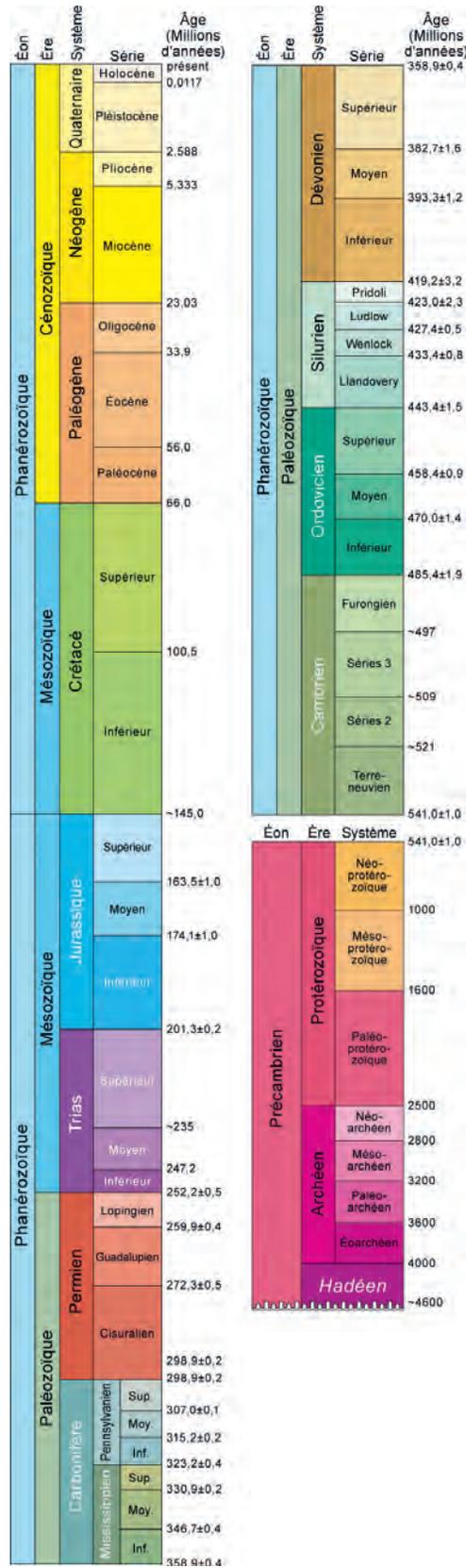
Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1er de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

# ROCHES À TOUT FAIRE

**Patrick De Wever et Annie Cornée**





Échelle des temps géologiques

# Sommaire

Préface . . . . .	10	Le gypse des habitations . . . . .	122
Introduction . . . . .	12	Le jaspe de la décoration . . . . .	130
<b>1. Quelques notions de géologie et minéralogie . . . . .</b>	<b>15</b>	La kersantite : pierre des calvaires bretons . . . . .	134
Élément, cristal, minéral. . . . .	16	La larvikite ou le granite perle bleu de Norvège. . . . .	136
Roche, minéral, ressources, réserves . . . . .	22	Le manganèse de l'acier . . . . .	138
Les différents types de roches. . . . .	28	La meulière des meules. . . . .	144
<b>2. Roches, minerais, minéraux . . . . .</b>	<b>31</b>	Le mica de l'esthétique . . . . .	146
L'amiante de l'isolation. . . . .	32	Le nickel de l'inox. . . . .	150
L'ardoise des couvertures . . . . .	36	L'ocre des peintres. . . . .	156
L'argent des couverts. . . . .	40	L'or de Toutankhamon et des Incas . . . . .	160
L'argile des potiers. . . . .	46	Des phosphates fertilisants . . . . .	168
La bauxite pour l'aluminium . . . . .	56	Le plomb des tuyauteries. . . . .	172
Les calcaires. . . . .	60	La potasse, le sel des plantes . . . . .	182
Le charbon du chauffage . . . . .	78	La pouzzolane des jardins. . . . .	186
Le cuivre pour l'électricité . . . . .	86	Le quartz pour les montres . . . . .	190
La diatomite de l'industrie alimentaire . . . . .	92	Le sable pour construire des châteaux. . . . .	196
L'émeri : du corindon, du rubis et des saphirs. . . . .	98	Le sel gemme . . . . .	204
Le fer pour construire des machines . . . . .	102	La serpentinite, une roche de parement . . . . .	214
Le granite des monuments . . . . .	110	Le silex des outils préhistoriques. . . . .	218
Le grès des pavés . . . . .	116	Le soufre de l'enfer . . . . .	222
		Le talc de la cosmétique . . . . .	226
		L'uranium, un métal comme un autre ? . . . . .	234
		Une lave, la pierre de Volvic . . . . .	240

Les zéolites, des « cages » pour le stockage. . . . .	244	Fig. 299 Planche 2. . . . .	283
Le zinc des toits . . . . .	248	Fig. 300 Planche 3. . . . .	284
<b>3. Des matériaux à forts enjeux industriels et géopolitiques</b> . . . . .	257	Fig. 301 Planche 4. . . . .	285
Des ressources bien mal réparties, Dame nature n'est pas égalitaire avec ses enfants . . . . .	258	Fig. 302 Planche 5. . . . .	286
Rares, les « terres rares » ? . . . . .	264	Fig. 303 Planche 6. . . . .	287
La guerre du coltan. . . . .	270	<i>Planche 1, point commun : le talc</i> . . . . .	288
Le lithium des voitures électriques . . . . .	272	<i>Planche 2, point commun : le mica</i> . . . . .	289
Des objets gourmands en minéraux . . . . .	276	<i>Planche 3, point commun : l'argile.</i> . . . . .	289
		<i>Planche 4, point commun : le sable.</i> . . . . .	290
		<i>Planche 5, point commun : l'ocre</i> . . . . .	290
		<i>Planche 6, point commun : la diatomite</i> . . . . .	291
		Quelques références bibliographiques. . . . .	292
		Glossaire. . . . .	293
<b>4. Quel est le point commun ?</b> . . . . .	281	Remerciements . . . . .	298
Fig. 298 Planche 1. . . . .	282	Index. . . . .	299

## Préface

À la fin du siècle passé, durant les décennies 1880 et 1890, des ouvrages d'un type original rencontrèrent le plus grand succès : c'étaient ces manuels de science accessible dont Gaston Tissandier, l'auteur des *Récréations scientifiques*, devait se faire une spécialité. Le fameux aérostier s'inscrivait du reste dans la lignée du colonel Vergnaud et de sa *Chimie amusante*, traduite de l'Anglais sous le Second Empire, et taillait des croupières à son contemporain, le Camille Flammarion de *L'Astronomie populaire*... Ainsi la vulgarisation scientifique devait-elle s'imposer comme un genre prolifique – prolifique et salutaire. On ne dira jamais assez, en effet, combien de vocations fécondes sont nées de la sorte, à la lecture du magazine *La Nature* ou des romans de Jules Verne.

Durant tout le dernier siècle, les continuateurs de ces pionniers mirent un point d'honneur à dépasser le cadre un peu austère de la pédagogie scolaire, pour s'adresser au plus large, au plus familial des auditoires. Les rotatives, la radio et, plus tard, la télévision, mirent leurs moyens puissants au service d'une volonté intacte d'instruire en amusant, et de rendre intelligible, à tout un chacun, son environnement quotidien. Des émissions comme *C'est pas sorcier*, hier, ou *Planète bleue*, avant-hier – pour ne citer que ces deux réussites – ont montré à quel point la science pouvait être expliquée de manière inventive et captivante ; elles viennent de céder la place à toutes sortes de petits programmes, aujourd'hui très regardés sur le Web.

C'est, me semble-t-il, dans cette noble généalogie qu'il faut inscrire l'ouvrage de Patrick De Wever et d'Annie Cornée, *Roches à tout faire*. Clairs, complets, inattendus, provocateurs à l'occasion, les auteurs se régalaient en nous régaland des invraisemblables utilisations de l'élément minéral : pigment pictural et phosphate fertilisant, travertin pour salles de bains et calcaire pour plaques lithographiques, émeri à boucher, argent bactéricide et jusqu'au quartz des montres – on passera l'uranium sous silence... L'ouvrage foisonne aussi d'indications qui, dans la Presse, nourriraient à l'infini la rubrique « Le saviez-vous ? » ; on y apprend, entre mille et une curiosités, les implications stratégiques de la diatomite... ou plus simplement l'origine du mot *tarmac*.

Au-delà de cette forme attrayante, et d'une présentation limpide de la plus opaque des matières, l'éclairage apporté par les auteurs se veut une aide à la compréhension du paysage. Comment s'intéresser, par exemple, à une plaque de rue émaillée, quand on n'en a jamais identifié la lave ? Comment apprécier le patrimoine bâti d'une région, si l'on ne sait d'où proviennent ses tuiles ou ses ardoises ? Or, l'ignorance est, dans ces matières, le lot du plus grand nombre ; et le promeneur, s'il dispose en général de connaissances plus ou moins étendues sur la faune et la flore qu'il vient à croiser, se trouve bien dépourvu quant à ce qui relève de la géologie. Ce n'est donc pas, certainement, le moindre des mérites du présent opus, que de lui en livrer les clés.

## Roches à tout faire

Chaque année, tout au long du parcours du Tour de France cycliste, je m'efforce de contribuer aussi, humblement, à l'information de ces promeneurs par procuration que sont les téléspectateurs. J'essaie de relever le type de pierre le plus couramment employé dans l'habitat de l'étape, de souligner la beauté de tel promontoire, de telle falaise, de telle faille, sans oublier d'en citer la roche et d'en dater la formation... Je dispose pour le faire d'un jeu de fiches des plus minutieux, dont l'auteur, aussi discret qu'efficace, n'est autre que Patrick de Wever ! En dévorant les chapitres de ses *Roches à tout faire*, j'ai retrouvé à l'écrit les qualités qui me font l'apprécier dans la vie ; spécialement, j'y ai partout décelé cet humour qui, à mes yeux, reste la signature des vrais incollables – tant il est vrai qu'il faut une sérieuse maîtrise de la matière pour se permettre d'en sourire et d'en faire sourire.

Franck Ferrand

## Introduction

Pour beaucoup de nos contemporains, la géologie se résume à quelques paysages (gorges du Verdon, Mont-Saint-Michel...) et quelques « curiosités » de collectionneur, tels joli fossile ou minéral. Quand il parle de nature, l'Homme moderne entend surtout les organismes vivants (les fleurs, les oiseaux) et oublie qu'ils vivent tous aux dépens des roches. On ne trouve pas des canards et des saules là où existent des chênes kermès et des vipères.

Pourtant, très tôt, l'Homme a su trouver dans le sol les cailloux dont il avait besoin, allant parfois les chercher très loin.

Aujourd'hui, l'Homme a la prétention de dominer le monde et semble oublier ce qu'il doit à la Terre. L'homme moderne boit dans un verre, mange dans une assiette et coupe avec un couteau le steak qu'il a fait cuire sur sa plancha. Pour cela, une dizaine de carrières ont dû être ouvertes pour recueillir : calcaire, sable, argile (pour verres et assiettes) ; fer, nickel-chrome, charbon (ou autre), sel, lave...

Les géants de l'informatique ne travaillent que dans le virtuel... mais ils seraient des nains impotents sans les très nombreux éléments chimiques extraits des roches pour construire leurs machines. Quant à l'énergie qui est captée du Soleil, elle nécessite plus d'une trentaine de mines ou carrières différentes qui fournissent une cinquantaine de constituants minéraux (cuivre, silicium, germanium, tantale, lithium, fer, verre, plastique...). Construire un seul ordinateur fait appel à plus d'une tonne et demie de matières premières minérales, dont 1 500 l d'eau, plus de 300 l de pétrole et 22 kg de produits divers, sans compter la consommation de matière pour le faire venir de l'autre côté de la planète (cf. p. 200-201, Fig. 221).

Il y a des cailloux poisons, comme celui dont on extrait l'arsenic, ou médicaments, telle l'argile dont on se sert pour fabriquer le Smecta. Certains donnent l'heure (montres à quartz), d'autres nous éclairent (une LED est fabriquée à partir d'une plaquette de saphir sur laquelle on a déposé une couche de nitrure de gallium).

En France, nous consommons plus de 400 mégatonnes de granulats par an. Il faut 300 t de granulats pour faire une maison et 30 000 t pour 1 km d'autoroute. Pour chaque Français, il faut compter 7 t de granulats (sable et gravier) par an, mais cette quantité varie beaucoup selon les régions : un Parisien utilise environ 4 t (beaucoup d'équipements en commun) alors qu'un habitant du Causse consomme 17 t (il est tout seul au bout de la route). Les ressources minérales sont des ressources naturelles. La mine et la carrière sont des nécessités et il convient aussi d'y penser pour les circuits courts. On ne sait rien faire qui ne sorte de la Terre.

Hormis pour quelques spécialistes parfois jugés comme « un peu spéciaux », les rochers sont souvent considérés comme de simples fournisseurs de cailloux gris, peu dignes d'intérêt par conséquent.

Pourtant à côté des ressources énergétiques (pétrole, charbon...) dont nous sommes si gourmands, les ressources minérales sont aussi nécessaires que variées. Elles sont utilisées pour les matériaux de la vie quotidienne : les métaux, le ciment et le plâtre, les tuiles et les briques, les papiers, les verres... qui sont familiers pour les bâtiments, mais aussi pour tous les moyens de transport, de communication, pour l'informatique, les téléphones. Ces usages sont tellement communs qu'on ne le remarque pas. En effet, s'il est évident à tout un chacun que le fer vient d'un minerai, que l'énergie vient du charbon ou du pétrole, il est moins évident de savoir que la peinture métallisée des voitures est due aux micas des roches, ou que les pâtes à mâcher vertes d'une célèbre marque d'Hollywood ne colle pas à leur emballage grâce à un minéral issu du métamorphisme de roches (le talc).

L'ambition de ce livre est de révéler quelques aspects de ces utilisations. Ainsi, après sa lecture, nous espérons que le lecteur pourra nous dire, en plagiant Molière : « *Par ma foi ! il y a plus de quarante ans que j'utilise les roches sans que j'en susse rien ; et je vous suis le plus obligé du monde de m'avoir appris cela* » (Molière : *Le Bourgeois gentilhomme*, acte II, scène 4).



# 1. Quelques notions de géologie et minéralogie

---

*« Si vous voulez converser avec moi, définissez vos termes »*

**Voltaire**

Commençons par un peu de sémantique, pour le plaisir. La géologie est une discipline qui, comme toutes les autres, utilise un vocabulaire dont le sens est parfois plus précis que dans le langage courant, aussi semble-t-il nécessaire de préciser quelques notions.

## Élément, cristal, minéral

Un **élément chimique** est un atome caractérisé par un certain nombre de protons dans son noyau. L'oxygène, le carbone, le silicium, le fer et l'aluminium sont des éléments chimiques. Les éléments sont souvent associés pour former des composés chimiques : l'eau est un corps qui assemble l'hydrogène et l'oxygène, la silice réunit le silicium et l'oxygène...

Un **cristal** (de *crystallos* – glace<sup>1</sup>) n'est pas forcément un minéral. Un cristal est un solide à structure régulière et périodique, formé d'un empilement bien ordonné d'un grand nombre d'atomes, de molécules ou d'ions. Un même motif est répété à l'identique selon un réseau régulier appelé maille (d'une taille de quelques dixièmes de nanomètres). Les cristaux les plus communs sont la neige, le sucre, les sels, les silicates (ex. : grain de sable), les oxydes, les sulfures, les métaux et les pierres précieuses (gemmes). Un minéral qui, au cours de sa croissance, a pu développer ses formes propres forme un cristal.

Un **minéral** est une substance définie par sa composition chimique et l'agencement de ses atomes selon une périodicité et une symétrie précises. Un minéral doit nécessairement exister dans la nature. Certains minéraux sont cristallisés, d'autres non. Le diamant est un minéral composé de carbone, qui cristallise dans le système cristallin cubique (**Fig. 1 et 2**). Le graphite aussi est un minéral, de même composition chimique, mais de structure cristalline différente.

Le graphite est une espèce minérale qui est, avec le diamant, l'une des formes naturelles cristallisées du carbone pur. Son nom vient du grec *graphein* = écrire, ce matériau étant celui de nos « crayons de papier ». Le graphite laisse une trace sur le papier, car sa structure cristalline est en feuillets. Ceux-ci se détachent facilement, donc des éléments restent sur le papier, laissant une trace.

Les « crayons de papier » ou « crayons mine » sont utilisés pour écrire ou dessiner et résistent à la pluie, car le graphite n'est pas soluble dans l'eau. L'expression « crayon mine » vient de l'ancien crayon à mine de plomb, longtemps utilisé.

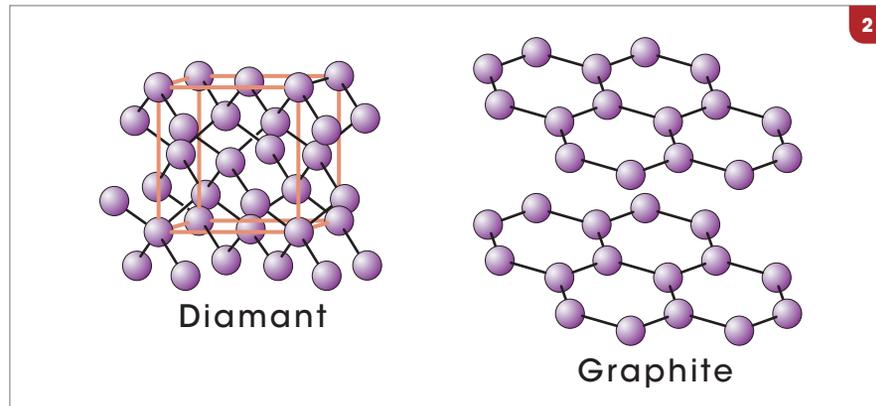
À l'inverse du graphite, le diamant, matériau naturel le plus dur, correspond à un cristal très compact, constitué de cubes solidement reliés entre eux dans les trois dimensions de l'espace. Ils n'abandonnent pas facilement quelques molécules. Ce qui explique qu'il soit particulièrement solide.

---

1. Car les Grecs anciens pensaient que le « cristal de roche », le quartz, était de la glace pétrifiée.

## Des cristaux liquides

Les cristaux liquides correspondent à un état de la matière combinant des propriétés d'un liquide conventionnel et celles d'un solide cristallisé, d'où le nom qui leur est donné de « mésomorphes » (= de forme intermédiaire, en grec). Bien que les molécules qui les composent soient presque orientées de façon aléatoire comme dans les liquides classiques, elles sont préférentiellement orientées dans une même direction. Il est possible d'utiliser un champ électrique pour contrôler cette direction, de sorte que les molécules peuvent être employées comme des interrupteurs, laissant passer ou non de la lumière, ce qui les fait utiliser pour les écrans d'ordinateur, téléphones, etc.



**Fig. 1 Il y a carbone et carbone...** À gauche : Le Hope est le nom d'un diamant aujourd'hui déposé au National Museum of Natural History (États-Unis). À l'origine, il était un peu plus gros et ornait la toison d'or (du roi de France). Il était alors connu sous le nom de « diamant bleu ». Volé lors de la Révolution française, il a été retaillé pour être revendu. © 350z33 CC 3.0. À droite : Crayon de papier. La trace laissée est du graphite, un type de carbone. © L. Cazes.

**Fig. 2 Arrangement des atomes de carbone pour le diamant, à gauche et le graphite, à droite.** Dans le diamant, les atomes sont liés dans les trois dimensions de l'espace. Dans le graphite, les atomes sont moins densément arrangés et déposés selon des plans qui peuvent glisser les uns sur les autres.

### Toujours plus !

Le diamant a longtemps été considéré comme le minéral le plus dur. Il semblerait qu'il soit désormais détrôné par un autre minéral : la lonsdaléite, elle aussi constituée uniquement de carbone et qui serait 50 % plus résistante. La lonsdaléite a été découverte en 1967 dans le cratère d'impact météoritique de « Canyon Diablo » en Arizona (voir p. 103, Fig. 100 et 101).

### Un minéral est-il toujours constitué de cristaux ?

Les minéraux sont constitués de cristaux, mais associer minéral et cristal peut être dangereux, car l'**opale** ou la **calcédoine** des agates, par exemple, sont classées comme minéraux, mais ne forment jamais de cristaux macroscopiques. On préfère aujourd'hui dire que ce sont des roches, formées de « minéraloïdes », différentes phases minérales. Par ailleurs, on connaît des minéraux non cristallisés comme l'icosahédrite (composé de fer, aluminium et cuivre), un « quasi-cristal » naturel. « *Les quasi-cristaux sont des solides présentant des morphologies cristallines, mais dont l'organisation atomique n'est pas périodique comme celle des cristaux* », nous dit le professeur de minéralogie François Farges.

Le **mercure** ne serait pas un minéral selon certains minéralogistes, pourtant il est reconnu comme tel par l'Association minéralogique internationale (IMA), l'instance internationale qui décide ce qui est un minéral ou non. On a compris depuis peu que le mercure n'est pas aussi amorphe qu'on le pensait et que, dans le liquide, les atomes sont fortement liés, de manière comparable à celle d'un cristal. La remarque vaut aussi pour l'eau liquide.

Les **gemmes** sont des minéraux remarquables ; brutes, polies ou taillées, elles font l'objet d'un commerce important (bijouterie...).

On a longtemps opposé le monde minéral et le monde vivant. Pourtant, près des trois quarts des minéraux sont dus à la vie, et on ne les trouve donc pas dans les autres planètes. Cette opposition est donc largement artificielle.

### Plus on connaît, moins on sait !

Il peut paraître surprenant que plus les connaissances avancent sur les minéraux et les cristaux, plus les limites sont floues et difficiles à placer. En fait, c'est que, justement, la nature est un tout, un continuum et que, s'il est facile de définir les grands ensembles, il est beaucoup plus délicat de préciser où sont les limites, tant les passages sont progressifs. De même que la différence solide/liquide semble aisée à identifier, de même la poix froide, ou un caramel froid, apparaissent solides, alors qu'avec le temps ils se déforment facilement...

De fait, depuis une vingtaine d'années, on découvre de plus en plus de structures insoupçonnées jusque-là, car les moyens techniques ne permettaient pas de les déceler. Tout ce qui est colloïdal (sorte de gel) n'est ni rocheux, ni minéral (au sens habituel), or nous sommes cernés de matériaux colloïdaux.

Ici encore, l'avancée des connaissances grâce à de nouveaux moyens d'analyse fait tomber des frontières entre minéraux et non-minéraux, entre structures organisées et structures moins organisées, ou diversement organisées. Peut-être est-ce pour répondre à ce monde mal connu que le terme minéraloïde a été introduit récemment.

Jusqu'à la fin du xx<sup>e</sup> siècle, on croyait que l'eau liquide était amorphe, ce qui lui interdisait le statut de « minéral ». Depuis, on s'est aperçu que la structure moléculaire de l'eau est bien plus ordonnée que ce que l'on pensait.

### *La vie évolue, les minéraux aussi<sup>2</sup>*

La diversité minéralogique a augmenté en relation avec l'évolution de la vie et des minéraux nouveaux sont apparus tout au long de l'histoire de la Terre. Certains minéralogistes supposent que seuls 12 minéraux étaient présents lors de la formation du système solaire ; ils sont aujourd'hui plus de 5000 sur Terre et les deux tiers sont issus directement ou indirectement de la vie : 2900 sur les 5292 recensés par l'Association minéralogique internationale en novembre 2017.

Les roches issues de la vie ne représentent qu'une partie des roches sédimentaires, elles-mêmes qu'une faible proportion de la croûte terrestre qui n'est elle-même qu'une pellicule sur notre globe. Pourtant, ce sont ces roches qui fournissent à notre monde la majorité de son énergie ; mais surtout, ce sont ces roches qui différencient notre planète de toutes les autres.

---

2. Extrait de De Wever P. et David B. (2015), *La Biodiversité de crise en crise*, Albin Michel, 210 p.

## Pourquoi parle-t-on d'eau *minérale* ?

L'eau minérale contient des éléments chimiques dissous, issus de minéraux avec lesquels elle a été en contact dans le sous-sol.

Les minéraux sont des solides cristallisés, tels les grains de sel de cuisine, alors que les sels minéraux sont des éléments dissous, ils ne se voient pas dans l'eau salée. C'est en cela qu'une ancienne publicité sonnait bien aux oreilles, mais était stupide, doublement même. « Avec les minéraux anti-acides de Saint-Yorre, mon estomac et moi on est d'accord. » Si cette eau avait contenu des minéraux, la boire chatouillerait ou gratouillerait, comme dirait le Dr Knock. Mais de plus, si elle était anti-acide, arrivée dans l'estomac, elle bloquerait le fonctionnement de celui-ci, car le suc gastrique est de l'acide chlorhydrique (de pH 1) !

Donc l'eau est dite minérale, car elle contient des sels minéraux (dissous) et non des minéraux.

### *Minéraux organiques : comme toujours, il y a des exceptions*

Un minéral est généralement inorganique, mais on peut répertorier des minéraux organiques tels l'abelsonite, l'ambre (Fig. 3), la caoxite, le copal et la mellilite<sup>3</sup>. L'ambre et le copal sont parfois présentés comme des minéraux, mais ils ne sont pas reconnus par l'IMA. L'ambre est néanmoins reconnu comme minéral par les gemmologues. Pour résoudre cette difficulté, certains minéralogistes américains ont alors proposé l'appellation de minéraloïde.

L'abelsonite est un minéral composé de nickel, carbone, hydrogène, azote, découvert à la fin du XX<sup>e</sup> siècle...

La caoxite est un oxalate de calcium.

L'ambre est une ancienne résine. Ayant coulé, elle contient parfois des organismes parfaitement conservés (insectes, fleurs...).

Le copal est proche de l'ambre, mais généralement plus clair, il est également utilisé comme gemme pour la confection de bijoux. La différence entre ces deux matériaux provient des plantes qui ont sécrété la résine : des gymnospermes (tels que le pin) pour l'ambre et des angiospermes (plantes à fleurs) pour le copal. Le copal est généralement soluble dans l'alcool, alors que l'ambre ne l'est pas.

---

3. Ne pas confondre cette mellilite, de couleur miel (d'où son nom), encore appelée mellite, qui est un sel d'aluminium associé au lignite, avec la méllilite, qui englobe toute une variété de minéraux silicatés. Ne pas confondre non plus avec la ménillite (de Ménilmontant), une variété de silice qui, écrasée, donnait un blanc très particulier aux peintures de Vincent Van Gogh.

- Pêche 174, 177  
 Peinture 52, 54, 90, 138  
     métallisée 148  
 Pelures 112  
 Pépite 162  
 Pérou 40  
 Pétrole 24, 258  
 Pharmacopée 158  
 Phosphate 168, 169, 171  
 Photographie 44  
 Phtanite 132  
 Pieds-d'alouette 122  
 Pierre  
     à feu 218  
     à fusil 218  
     de Caen 71, 73  
     des martyrs 132  
     ponce 189  
     poreuse 188  
 Pietra dure 130  
 Pile 140, 141, 254  
 Plage 202  
 Plaques de rue 242  
 Plastique 208  
 Platine 258  
 Plâtre 128  
     de Paris 126  
 Pline l'Ancien 32, 128  
 Plomb 26, 42, 172  
     argentifère 175  
 Plombage 176  
 Pneu 224  
 Poinçon 43, 166, 167  
 Poligny 206, 207  
 Pollution 177  
 Polo, Marco 32  
 Porcelaine 51, 52  
 Porte-avion 236  
 Poste à galène 173  
 Potasse 182, 183, 185  
 Poterie 262  
 Pouzzolane 186, 187  
 Prise hydraulique 186  
 Produit en tension 200  
 Propriété thérapeutique 54  
 Propulsion nucléaire 236, 237, 238  
 Protéine 224  
 Prothèse 270  
 Purification 204  
 PVC 208, 209  
 Pyrite 222  
 Pyrolusite 138, 140
- Q**
- Quartz 190, 191, 194, 196
- R**
- Radiolaire 66, 131  
 Radon 170  
 Rance 76  
 Rayon 234  
     X 178, 179  
 RDC 270  
 Réacteur nucléaire 235  
 Récif 60, 61  
 Réserve 22, 24  
 Ressource 22, 24, 258  
 Roche 22  
     magmatique 29  
     métamorphique 29  
     sédimentaire 29  
 Rose des sables 123  
 Roussillon 157  
 Rubis 98, 99, 100, 101
- S**
- Sablage 203  
 Sable 116, 124, 190, 196, 197,  
     198, 200  
     calcaire 203  
 Sac de sable 203  
 Saintes-barbes 92  
 Sainte-Sophie 96, 97  
 Saint-Étienne 78  
 Saint-Fond 92  
 Saint-Savin-sur-Gartempe 158  
 Saint-Valery 220, 221  
 Salage 208  
 Salaison 206  
 Salar d'Atacama 272  
 Salar del Hombre Muerto 272  
 Salar d'Uyuni 213, 272, 273  
 Saline 207  
 Salsigne 165  
 San Andreas 232  
 Saphir 98, 99, 101  
 Sardonyx 195  
 Sarrancolin 77  
 Saturne 172  
 Saturnisme 172  
 Saucisse 159  
 Saumure 206  
 Savon 182  
 Seau 254  
 Sécheresse 54  
 Sel 204, 205, 208, 209, 212, 213  
 Sépiolite 52  
 Serpentinite 214, 215, 217

Shanghai 260, 261  
 Sibérie 152  
 Sidérolithique 109  
 Sidérurgie 102, 108  
 Sidobre 114  
 Silex 218  
 Silice 144, 218  
 Silicium 190, 194, 195  
 Smectite 50  
 Soldat 262  
 Soufre 222, 224  
 Sphalérite 250  
 Statuaire 134  
 Stéatite 226, 227  
 Stilbite 247  
 Strasbourg 118  
 Stratégique 180, 258, 270  
 Stuc 128  
 Substance stratégique 100  
 Sucre 21  
 Sulfate de cuivre 224  
 Sylvine 182, 183  
 Symbole 204

## T

Tablette 268  
 Tadelakts 158  
 Talc 226, 229, 230, 232  
 Tantale 260  
 Tarmac 82  
 Technologie 264  
 Téléphone 195, 260  
 Téléviseur 268  
 Tension 258  
 Terbium 268  
 Terre d'infusoires 92  
 Terre d'ombre 140

Terres rares 264, 265, 266, 267, 268  
 Terril 80, 81, 271  
 Thérapie 238  
 Tourbe 79, 80, 81  
 Tourbière 78  
 Tour de France 11  
 Tour Eiffel 173  
 Toutankhamon 7, 102, 103, 156, 160, 161, 243  
 Toxicité 172  
 Toxique 176, 250  
 Travertin 62  
 Trébeurdénite 109  
 Trélazé 38  
 Tripoli 92  
 Tuf 62  
 Turquoise 86, 87

## U

Uranium 170, 234, 258

## V

Variscite 168, 169  
 Vénus 226  
 Vermiculite 50  
 Verre 24, 26, 28, 192, 193, 208, 218, 242, 243  
     libyque 243  
 Verrerie 193  
 Versailles 45, 61, 74, 76, 77  
 Vicat, Louis 188  
 Vie 19, 60, 106, 109, 222  
 Vif argent 40  
 Vin 172  
 Vitrail 172, 173  
 Voiture 276

Volcan 186, 222, 224  
 Volvic 240, 241  
 Von Raumer, Karl 138

## W

Wolf 216, 217

## Y

Yogis 227  
 Yttrium 268

## Z

Zamaks 252  
 Zéolite 244, 245, 246, 247  
 Zinc 248, 249  
     aphrodisiaque 251  
 Zinguerie 254  
 Zingueur 250  
 Zoe 268