

FRANK RUDOLPH

# GUIDE DES FOSSILES

400 espèces animales et végétales



GUIDE DELACHAUX

DELACHAUX  
ET NIESTLÉ



Étoiles de mer et ophiures p. 216



Graptolites p. 222



Poissons p. 230



Amphibiens p. 244



Reptiles p. 246



Mammifères p. 252



Plantes p. 262



Ichnofossiles p. 274

# Sommaire

---

**5** Avant-propos

**6** Introduction

**16** Les fossiles

16  STROMATOLITES

22  FORAMINIFÈRES

26  ÉPONGES

40  CNIDAIRES

68  BRYOZOAIRES

74  BRACHIOPODES

86  ANNÉLIDES

90  MOLLUSQUES

162  ARTHROPODES

190  ÉCHINODERMES

222  GRAPTOLITES

226  VERTÉBRÉS

258  ALGUES

262  PLANTES

274  ICHNOFOSSILES

**282** Index

**285** Biographie de l'auteur

**286** Bibliographie et liens utiles

**287** Crédits photographiques

**288** Sites fossilifères



De tout temps, les fossiles ont fasciné l'homme. Déjà, à l'âge de pierre, les sépultures contenaient des oursins fossilisés servant d'offrandes funéraires. S'ils ont, aux premiers temps de l'ère scientifique, été réduits à de simples irrégularités de la nature, les fossiles ont fait depuis le <sup>xviii</sup>e siècle l'objet de recherches intensives.

On estime de 1 à 1,5 milliard le nombre d'espèces animales et végétales ayant peuplé notre planète tout au long de son histoire géologique et une infime partie nous est parvenue sous forme fossile. Si la grande majorité des organismes ne se sont jamais trouvés enfouis dans des sédiments, si, par ailleurs, nombre d'autres ont été complètement détruits par l'érosion ou la pression des terrains, et si, enfin, notre connaissance des multiples espèces qui se sont succédé au cours de l'évolution des êtres vivants est encore très lacunaire, la diversité des organismes peuplant l'histoire géologique reste impressionnante.

Chaque fossile raconte à sa manière sa période, son mode de vie et la façon dont il s'est fossilisé. Le collectionneur doit, pour comprendre ses propres découvertes, s'intéresser aux ères géologiques, à l'évolution et à la classification de la faune et de la flore, et aux nombreux processus géologiques. Aborder en détail tous ces thèmes dans un seul livre est évidemment impossible. Même un guide d'identification des fossiles d'un unique massif géologique, des fossiles du Crétacé ou des seules ammonites dépasserait le cadre du présent ouvrage. L'objectif de ce guide est plutôt de démontrer la diversité des fossiles.

Nous présentons par conséquent les pièces le plus souvent trouvées dans l'ensemble des périodes géologiques sur des sites du monde entier, des fossiles courants, que l'on peut acheter dans des bourses pour amateurs ou sur des marchés de pierres, mais également des fossiles de groupes d'animaux rares ou inconnus. Chaque fois que c'était possible, nous avons établi un lien avec leurs descendants Actuels. Nous espérons que ce livre vous donnera accès au monde des fossiles, vous le fera aimer et vous permettra de classer vos propres pièces dans le système des organismes vivants.

Les termes techniques sont expliqués dans les textes introductifs ou dans les descriptions.

Les indications concernant les sites et la répartition stratigraphique sont tirées de la base de données Paleobiology Database ([www.fossilworks.org](http://www.fossilworks.org)) et en partie complétées.

Les désignations stratigraphiques suivent, en règle générale, l'échelle stratigraphique internationale de 2017. Selon cette échelle, le Cénozoïque suit la nouvelle subdivision en vigueur, c'est-à-dire Paléogène, Néogène et Quaternaire. Le concept de « Tertiaire » n'est plus utilisé à l'échelon mondial depuis 2004.

Les indications de taille se rapportent à la plus grande longueur et largeur ou au diamètre du fossile concerné.



# Introduction

## QU'EST-CE QU'UN FOSSILE ?

Les fossiles sont les restes de plantes et d'animaux disparus. Substantif dérivé du latin *fodere*, un verbe signifiant « creuser, fouir, fouiller », le terme « fossile » signifie littéralement « tiré de la terre ». Outre les fossiles des corps des êtres vivants, il existe les ichnofossiles, qui sont les vestiges fossilisés d'éléments résultant de l'activité biologique de ces derniers (empreintes de pas, excréments, restes de nids, par exemple). Les organismes existant encore de nos jours sont, quant à eux, dits « Actuels ».

## L'ÂGE DES FOSSILES

En général, on considère comme fossile un vestige datant au moins de 10 000 ans. Mais il existe des fossiles plus récents, comme ceux des mam-mouths congelés préservés dans le pergélisol sibérien, éteints depuis



*Une souris momifiée : il s'agit d'un cadavre âgé de quelques années trouvé dans une grange.*

6 000 ans à peine. Âgés de 3,4 milliards d'années, les stromatolites, qui sont les fossiles les plus anciens connus, sont des minéraux résultant de l'activité biologique de cyanobactéries. Les fossiles momifiés, les hommes des tourbières et vestiges comparables sont appelés quant à eux des subfossiles.



*Les parties minéralisées animales ou végétales se conservent bien à l'état fossile.*

## LA FORMATION DES FOSSILES

Le processus de formation est appelé fossilisation. Lorsqu'un animal (ou une plante) meurt, ses parties molles se décomposent assez vite, mais ses parties dures — os, dents, coquille calcaire, carapace de chitine, bois, noix — beaucoup plus lentement. Si ces dernières sont rapidement recouvertes de sédiments, elles se trouvent protégées des détériorations mécaniques. Au cours du temps, les sédiments s'accumulent et sont compactés sous l'effet de la charge qui ne cesse de croître : l'eau interstitielle présente dans les vestiges finit par être expulsée. Les sels et les solutions minérales en circulation solidifient les sédiments instables et les pétrifient. Les restes organiques dans les sédiments — dont ceux des fossiles — sont remplacés par des minéraux tels la calcite, la pyrite, la silice. Cependant, les fossiles ne résultent pas tous d'une « pétrification », même si c'est le cas le plus courant. Les organismes vivants peuvent être conservés dans l'ambre ou le bitume, ou être préservés durant des millénaires avec leurs tissus mous congelés dans le sol.

Certains fossiles ont conservé la trace des parties molles, mais ils sont



*Moule interne d'un gastéropode*

très rares. Ce peut être le cas lors d'un glissement de terrain sous-marin ou d'un recouvrement par des cendres volcaniques ; des sites fossilifères particuliers peuvent alors se créer. Dans les zones maritimes en milieu anoxique (dépourvu d'oxygène) également, la décomposition est réduite.

Disons pour finir que les animaux à coquille ou à carapace d'un seul tenant se conservent mieux à l'état fossile, alors qu'un squelette en plusieurs éléments comme celui d'un vertébré ou d'un échinoderme peut être démantelé et n'est souvent conservé qu'en partie.

## LES ÉTATS DE CONSERVATION

On parle de fossilisation « vraie » lorsque la coquille de l'animal s'est elle aussi conservée à l'état fossile,

## Qu'est-ce qu'un fossile stratigraphique ?

Fossile de plante ou d'animal, typique d'une époque très limitée dans le temps, mais abondant sur une aire géographique importante, il permet de dater précisément les couches sédimentaires et de corrélérer ces dernières d'une région à l'autre.



*Ceratites nodosus, fossile stratigraphique du Trias Moyen*

# Introduction

et présente, dans l'idéal, la trace de ses motifs colorés initiaux. L'intérieur d'une coquille remplie de sédiments est appelé moule interne.

Dans une empreinte, seul le relief en négatif est présent. La forme du corps d'un fossile peut être conservée ou totalement aplatie par le poids des sédiments. Le fossile peut ensuite être altéré voire détruit par des forces tectoniques ou des processus de dissolution affectant les sédiments.

## QUEL FOSSILE DANS QUEL SÉDIMENT ?

Les divers groupes ou espèces d'animaux sont en général typiques d'habitats bien précis. Ainsi, les animaux nageant librement peuplent des eaux assez profondes, tandis que certains coquillages ou crustacés occupent plutôt les hauts-fonds. Les graptolites se retrouvent surtout dans l'argilite ou le schiste. Vivant du plancton, ils ont été fortement entraînés par les courants et enfouis dans les sédiments pélagiques. Les débris de bois et de végétaux sont typiques des deltas fluviaux et des zones maritimes saumâtres. Quant aux ichnofossiles, ils permettent également de caractériser les zones de sédimentation et de déterminer les profondeurs. La science qui étudie ces questions est appelée paléobathymétrie.

teriser les zones de sédimentation et de déterminer les profondeurs. La science qui étudie ces questions est appelée paléobathymétrie.

## LES ZONES DE SÉDIMENTATION

En général, plus les sédiments sont fins, plus ils sont profonds. Le grès résulte souvent de dépôts proches des côtes ou même terrestres. Les dépôts dans les zones peu profondes donnent du calcaire, les dépôts dans les zones profondes, des marnes. Le calcaire récifal se caractérise par la présence des organismes qui le composent, tels les coraux. Il existe aussi des zones de sédimentation issues par exemple de lagunes, deltas ou courants tourbillonnaires marins. Comme chaque être vivant est adapté à son habitat, fossiles et sédiments sont donc directement liés.

Une zone à fort courant entraîne l'alignement de coquillages de forme allongée (orthocères, bélemnites, turritelles). Les coquilles apparaissent alors disposées parallèlement, leur pointe orientée dans une même direction. Les lits de coquillages sont des lumachelles et font penser à une sédimentation proche des côtes.



Coquillages dans de la vase fossilisée; Miocène; alluvions glaciaires du Holstein-de-l'Est



Fossiles de céphalopodes (*Orthoceras gregarium*) alignés par le courant; Silurien, Holstein-de-l'Est



Carrière dans le calcaire du Jurassique Supérieur en Suisse franconienne

Parfois, les coquilles dures de certains animaux (moules, ammonites) sont colonisées par d'autres organismes : vers, huîtres ou crinoïdes par exemple, ont besoin d'un support solide pour grandir, car ils ne peuvent se fixer ou sont ensevelis sur un substrat meuble. En général, les coquilles ne sont colonisées qu'après la mort de leurs hôtes. On constate parfois que les fossiles ont une face plus belle que l'autre. Lorsque la coquille s'enfonce dans les sédiments, la face inférieure est protégée, alors que la face supérieure est exposée à l'usure mécanique et détériorée par des organismes foreurs.

## LES SITES FOSSILIFÈRES

On peut trouver des fossiles partout où des roches sédimentaires sont mises au jour. Les sédiments se forment en général dans la mer, mais aussi en eau douce et même sur terre, par dépôt éolien, par exemple. Aux endroits où ils apparaissent, on peut trouver des vestiges d'anciens organismes.

Toutefois, les couches sédimentaires ne sont pas toutes fossilifères, ni même riches en fossiles. Lorsque les couches sédimentaires se trouvent dans leur appareil rocheux naturel, on parle de « roche-mère ». S'il s'agit de roches transportées par les glaciers, on parle de dépôts morainiques, transportées par un cours d'eau, de « galets ».

Les carrières sont les meilleurs endroits où trouver des fossiles, car les couches sont fraîchement entamées. Pour des raisons de sécurité, la plupart des propriétaires n'en autorisent pas l'accès. Mais parfois, des groupes locaux de chercheurs de fossiles, des tour-opérateurs, des universités ou des musées organisent des visites permettant d'accéder à ces carrières. Les chantiers de construction de routes, les tranchées de fondation ou de canalisations révèlent parfois des couches fossilifères. On peut aussi trouver des fossiles dans des gravières, des tas d'épierreage, de même que dans des champs fraîchement labourés ou le long de côtes rocheuses.

# Introduction



Marteau de géologue et burin plat



Loupe pliante à grossissement x10

Dans tous les cas, il importe d'obtenir du propriétaire l'autorisation de pénétrer sur un terrain. Parfois, le port d'un casque de sécurité et d'un gilet de sécurité est obligatoire.

## LA RECHERCHE DANS L'AFFLEUREMENT

Pour les sédiments indurés tels le calcaire ou le grès, on utilise le marteau de géologue et l'on fend la roche suivant les couches sédimentaires pour chercher les fossiles à leur surface. Un burin plat peut s'avérer très utile. Dans les sédiments argileux, on peut chercher sur place des fossiles plus importants et une bêche est alors indiquée. Mais on peut aussi emporter chez soi des blocs d'argile et les nettoyer sur un tamis sous l'eau courante. Il est ainsi possible de débarrasser de leur gangue des fossiles de très petite taille, voire microscopiques. Les concrétions calcaires contenues dans les dépôts argileux renferment souvent de beaux fossiles (ammonites, crustacés).

## L'ÉQUIPEMENT

Achetez un marteau de géologue sans lésiner sur la qualité. Avec les marteaux obtenus en magasins de bricolage, des éclats de métal peuvent se détacher et traverser le verre des lunettes. Selon

les sédiments, on pourra utiliser un burin plat ou pointu, une massette ou un pic et une pelle de terrain. Une bonne loupe est également très importante, le mieux étant les petites loupes pliantes ayant un facteur de grossissement de x10. Avec un facteur plus grand, la profondeur de champ est trop réduite. Avec un facteur plus petit, la loupe ne révèle plus assez de détails.

## LA PRÉPARATION

Il est très rare que l'on puisse ranger un fossile dans une collection directement après extraction. Le plus souvent, il faut du temps pour faire d'une découverte une pièce d'exposition. Lorsque l'on fend la roche, on n'aperçoit souvent qu'une portion des fossiles, la gangue de sédiments durcis recouvrant une partie plus ou moins étendue de la coquille ou de la carapace. Différentes techniques permettent de dégager un fossile de la roche, de colmater les parties manquantes et de conserver ainsi des pièces délicates.

## COLLER UN FOSSILE CASSÉ

Si vous cassez le fossile au moment de le dégager, veillez à récupérer tous les morceaux. À l'aide de colle à prise



Préparation de fossiles avec marteau, pointerole et perceuse pneumatique sur sachet de sable

rapide, universelle ou bi-composant, ou de mastic Marmorkitt, vous pourrez le reconstituer avec le moins de fissures possibles. Colmatez les parties manquantes avec un mélange de poudre de roche et de colle. Une fois qu'il a complètement durci, continuez à dégager le fossile.

## LA PRÉPARATION MÉCANIQUE

Avec un petit marteau et un burin pointu ou une pointe en acier, vous pouvez essayer de retirer prudemment la gangue sédimentaire. Sur les fossiles à coquilles lisses ou ceux dont la coquille a été préservée, on parvient assez facilement à décoller

la roche. Pour les calcaires ou les grès durs, les microburins pneumatiques conviennent parfaitement. Les ponces sont à utiliser avec précaution.

Plus les structures à extraire sont fines, plus les outils doivent être précis. Aiguilles, scalpels, crayons en fibre de verre et autres outils bien affûtés sont très utiles dans ce cas. Une bonne loupe ou, mieux encore, une binoculaire sur serre-tête, s'avère rapidement indispensable pour les préparations délicates.

Si vous ne parvenez pas à bien retirer la gangue sédimentaire par les méthodes traditionnelles, une sableuse, comme celles utilisées dans les cabinets dentaires, vous donnera entière satisfaction. Avec de la poudre de fer, des coquilles de noix broyées ou de la fécule de maïs, on peut décaper au jet les structures les plus délicates, impossibles à bien nettoyer par une préparation mécanique normale, mais cette technique tend à polir le fossile (la micro-ornementation disparaît).

## LA PRÉPARATION CHIMIQUE

On peut parfois dégager des fossiles à l'aide de substances chimiques. La méthode la plus connue est la



Ammonite du Jurassique Supérieur de la Suisse franconienne avant et après préparation

# Introduction

préparation de fossiles silicifiés à l'acide acétique ou l'acide chlorhydrique dilué. L'acide dissolvant la gangue calcaire, les structures les plus fines ressortent nettement. Plus la concentration d'acide est faible (5 à 10 % pour l'acide chlorhydrique), mieux le fossile est préservé.

Pour les préparations chimiques, il est, de manière générale, recommandé de porter des lunettes de protection et des gants en caoutchouc, et de bien ventiler vos locaux. Les instructions de sécurité sont en général inscrites sur l'emballage des produits utilisés. Les tensio-actifs concentrés, comme le Rewoquat, permettent de dissoudre les marnes tendres et de nettoyer certains coraux jusque dans les pores. Pour ce faire, il faut plonger la pièce 24 h dans l'agent tensio-actif puis la rincer et la brosser. Les fossiles fragiles peuvent être imbibés de colle à bois diluée (1 part de colle, 10 parts d'eau). Celle-ci devient transparente au séchage et consolide le fossile. Évitez d'utiliser du vernis transparent pour la finition. Son éclat n'est pas naturel, il dissimule les détails en surface et il est impossible à retirer. Mieux vaut utiliser des produits d'entretien de la pierre ou de la cire minérale.

## L'ÉTIQUETAGE

Il n'est de bonne collection sans un bon étiquetage. Le plus important reste la mention du site de découverte, car vous êtes le seul à le connaître. Il est parfois impossible d'identifier un fossile si l'on ne sait pas d'où il vient. Fréquent dans un endroit, il peut être très rare ailleurs. Sans l'indication du gisement, un fossile n'a, en général, aucune valeur scientifique, car on ne peut se prononcer sur sa présence stratigraphique ou sa répartition géographique. Un spécialiste peut toujours corriger une erreur d'identification, mais pas un lieu de découverte absent ou erroné. L'étiquette doit indiquer le nom du fossile — le genre au moins et l'espèce si possible — et le niveau stratigraphique (étage, zone, couche) le plus précisément possible. Les données sur l'année de découverte, l'identité du collectionneur, ainsi que les informations concernant d'éventuels achats ou échanges sont également très utiles.

## LA CLASSIFICATION SYSTÉMATIQUE DES ORGANISMES VIVANTS

Jusqu'à une époque très récente, on classait les organismes vivants dans cinq règnes : les unicellulaires sans

noyau, les unicellulaires avec noyau, les champignons, les plantes et les animaux. Mais les avancées les plus récentes ont fait éclater ce modèle. Les concepts de classification actuels reposent essentiellement sur les différences génétiques. On distingue trois domaines : les archées, les bactéries et les eucaryotes. La cellule eucaryote dispose, en plus d'un noyau, d'organites cellulaires tels que les mitochondries et les plastes, dont la structure particulière sert de critère de classification.

Les eucaryotes comprennent, outre quelques groupes assez petits, celui des Archaeplastida, auquel appartiennent les plantes, et celui des Unikonta — ou unikontes —, qui relie, entre autres, les champignons et les animaux. Animaux pluricellulaires au sens propre, les eumétazoaires (Eumetazoa), ou métazoaires supérieurs, composent, avec deux autres groupes, les holozoaires. Ils se distinguent des métazoaires basaux (éponges, cnidaires, etc.) qui ne présentent pas de symétrie bilatérale. Les protostomiens se divisent en ecdysozoaires (notamment, tous les arthropodes) et spiraliens (caractérisés par un clivage de l'œuf du type spiral). Ces derniers regroupent les mollusques, les brachiopodes et les annélides. Les deutérostomiens (chez lesquels l'orifice originel — le blastopore — forme d'abord l'anus lors de l'embryogenèse, par opposition aux protostomiens, chez lesquels il forme d'abord la bouche) regroupent entre autres les échinodermes, les graptolites et les vertébrés.

Tout cela peut paraître très théorique, mais c'est aujourd'hui la base de la classification systématique des organismes vivants, que l'on nomme taxonomie en biologie. Appelés rangs taxonomiques,

les grands niveaux hiérarchiques de classification sont au nombre de huit : domaine, règne, embranchement (ou phylum), classe, ordre, famille, genre, espèce. Il existe également des rangs intercalaires spécifiés par les affixes « super », « sous », « infra », et « micro » ainsi que par quelques autres termes (division, tribu, cohorte).

La classification systématique des organismes étant sans cesse sujette à modifications, nous considérerons dans cet ouvrage l'embranchement comme le taxon le plus élevé de la systématique. Les descriptions des différents fossiles comportent le plus souvent en titre leur seul nom de genre, mais les spécimens figurant en illustration sont, chaque fois que possible, désignés par leur nom d'espèce.

## LA NOMENCLATURE ZOOLOGIQUE

Depuis 1758, les organismes du règne animal, fossiles ou Actuels, sont tous caractérisés par un nom en deux parties. Imaginée par Carl von Linné, cette nomenclature dite binomiale date de la parution de la 10<sup>e</sup> édition de son ouvrage intitulé *Systema Naturae*. Le premier nom du binôme désigne le genre. Commencant toujours par une capitale, elle ne doit apparaître qu'une seule fois dans l'ensemble du règne animal. Le second nom, qui désigne l'espèce, débute toujours par une minuscule. Le nom d'espèce ne peut apparaître qu'une seule fois au sein d'un genre, mais peut se retrouver dans des genres différents. La terminaison du nom s'accorde avec le genre de l'espèce (-us : masculin ; -a : féminin ; -um : neutre ; *Asaphus expansus*, *Belemnites la mucronata*, par ex.).

Si la dénomination de l'espèce est liée à une personne — jamais son descripteur —, le nom de celle-ci est

<b>N° dans la collection :</b>
<b>Fossile :</b>
<b>Formation :</b>
<b>Lieu de découverte :</b>

Étiquette d'identification sommaire

# Introduction



*Eleganticeras elegantulum* (Young & Bird 1828); Jurassique (Toarcien); alluvions d'Ahrensburg, 6 cm. Les individus considérés comme mâles, de petite taille, étaient auparavant référencés sous un nom d'espèce distinct, à savoir *E. rugatulum*.

indiqué au génitif avec une terminaison en *-i* (*Pliomera fischeri*). Indiqués en italiques, genre et espèce ne doivent pas comporter de caractères spéciaux. Lorsque les noms de genre et d'espèce sont identiques, on parle de tautonymie (*Bufo bufo* = crapaud commun).

En biologie, une espèce est une communauté reproductrice de populations dont les descendants sont également aptes à se reproduire. Deux espèces proches peuvent s'accoupler et donner une descendance viable, tels le cheval et l'âne, qui donnent le mulet et le bardot. Mais ces derniers sont stériles, et le cheval et l'âne appartiennent donc à des espèces distinctes.

En paléontologie, toutefois, il n'est pas possible de vérifier quels organismes peuvent se reproduire entre eux. Le concept d'espèce se fonde donc, pour les fossiles, essentiellement sur les caractéristiques morphologiques, sachant que l'on peut aussi interpréter de façon erronée, lors de la détermination de l'espèce, des variations écologiques et des dimorphismes sexuels. Par le passé, on attribuait souvent aux ammonites mâles et femelles des noms d'espèces différents, car on ignorait alors qu'ils appartenaient à la même espèce biologique (cf. photo ci-dessus).

Lorsqu'il décrit une nouvelle espèce, le paléontologue définit un holotype,

un spécimen particulièrement représentatif possédant les éléments caractéristiques de l'espèce, considéré comme un « archétype », une référence pour tous les spécimens découverts par la suite. Lors de la première description, l'auteur de la découverte indique n. gen. (nouveau genre) ou n. sp. (nouvelle espèce) derrière le nom nouvellement proposé. Dans toutes les publications qui suivent, ces indications sont remplacées par le nom de l'auteur de la description originale en petites capitales, suivi par l'année de la première description (photo en bas à gauche). La loi de priorité veut que le nom scientifique soit le plus ancien attribué par un paléontologue. S'il existe deux noms pour un même animal, le plus récent est relégué au rang de synonyme.

Parfois, une espèce est transférée dans un autre genre. Dans ce cas, le découvreur est indiqué entre paren-

thèses (photo p. 14). Cela se produit souvent lorsqu'un genre est révisé et les espèces redistribuées.

## LA NOMENCLATURE OUVERTE

Parfois, on ne peut identifier précisément un spécimen, soit parce que les critères d'identification ont disparu, soit parce que le paléontologue ne connaît pas exactement les différences entre espèces. Dans ce cas, on utilise la nomenclature ouverte. Le nom générique est alors souvent suivi des lettres « sp. » pour « espèce ». Il s'agit donc pour le spécimen considéré d'une espèce indéterminée de ce genre (photo ci-dessus, à droite). Lorsque l'appartenance à une espèce est incertaine mais probable, on insère entre le genre et l'espèce les lettres « cf. » (*confer* = à comparer avec). Ces deux suffixes ne sont pas en italiques mais en caractères romains.

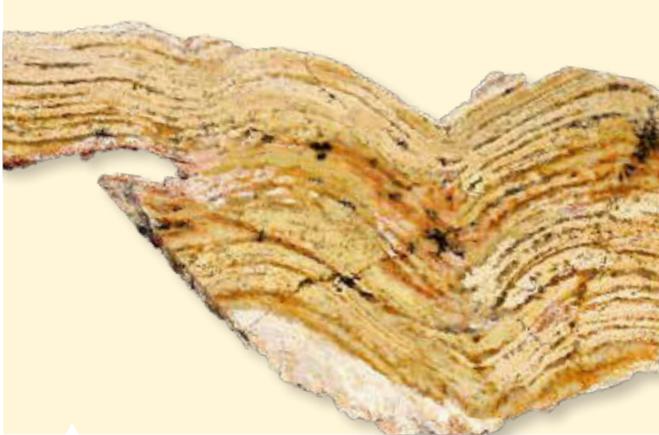


*Otodus* (*Megaselachus*) *megalodon*, Agassiz 1837; Néogène (Miocène); Floride (États-Unis); 13,6 cm de haut.



*Actinoceras*, sp.; Ordovicien; île d'Öland (Suède); 8 cm de long.

# Stromatolites



Stromatolite; Protérozoïque (Formation de Strelley Pool); Pilbara; Australie. Âgés de 3,43 milliards d'années, ce sont parmi les plus vieux fossiles au monde; 11 cm.

**QU'EST-CE QU'UN STROMATOLITE?** Les stromatolites ne sont pas à proprement parler des fossiles mais des roches sédimentaires biogéniques : ils témoignent de l'activité biologique de cyanobactéries, micro-organismes dépourvus de noyau capables de lier et précipiter les particules de calcaire présentes dans l'eau de mer, formant tout d'abord de minces couches semblables à des croûtes, donnant naissance avec le temps à de véritables bioconstructions. Cet assemblage de type stratifié (*stroma* = tapis et *lithos* = pierre) conduit à la formation de structures en forme de chou-fleur, de cône ou de dôme. Le meulage fait apparaître la structure typique en couches, dite laminée.

## LES ONCOÏDES

Certaines formations de type stromatolite prennent la forme de revêtements irréguliers enrobant les coquilles, morceaux de carapace et « galets » reposant au fond de la

mer. On parle dans ce cas d'oncoïdes. Une roche sédimentaire formée à plus de 50 % d'oncoïdes est appelée oncolite. C'est notamment le cas des biostromes à algues filamenteuses du genre *Girvanella* et des cyanobactéries du genre *Rothpletzella*.

## HABITAT

Se développant généralement en eaux peu profondes, les stromatolites peuvent survivre dans l'eau de mer très salée, les lacs salés et les lacs de cratère acides. Présents dans les mers peu profondes et l'eau douce, il s'en forme encore de nos jours dans certains cours d'eau alpins.

## STRATIGRAPHIE

Les stromatolites figurent parmi les plus vieux témoins de vie organique connus sur notre planète. Âgés de 3,5 millions d'années, les spécimens les plus anciens ont été trouvés en Australie Occidentale. S'ils ont atteint leur abondance maximale au cours



À gauche : fer rubané déformé par la tectonique; Protérozoïque; 2,5 milliards d'années; monts Hamersley; Australie Occidentale; coupe : 5,5 cm.

À droite : œil-de-tigre; Protérozoïque; 2,3 milliards d'années; Afrique du Sud; coupe : 3,5 cm.

du Protérozoïque, il existe encore aujourd'hui des récifs vivants, par exemple au large de la côte sud-ouest de l'Australie.

## LES GISEMENTS DE FER RUBANÉ

Au cours de la photosynthèse, les cyanobactéries produisent, en absorbant le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) contenu par l'eau de mer, de l'oxygène qui est ensuite libéré dans l'air. Ainsi s'est formée jadis l'atmosphère

de notre planète. En présence d'oxygène, le fer bivalent s'oxyde dans l'eau de mer. Il se forme alors de l'hématite, de la magnétite et d'autres minéraux de fer rouges qui se déposent par couches et constituent aujourd'hui d'importants gisements de minerai de fer dit rubané (*banded iron formations*, ou *BIF*, en anglais), auxquels appartient l'œil-de-tigre d'Afrique du Sud, très prisé comme pierre fine une fois poli.



Issu du bassin Amadeus, dans le sud-ouest du Territoire du Nord, en Australie, ce stromatolite d'un bleu luisant est vieux de plus de 2 milliards d'années. Dans ce cas rare, l'agent de pétrification est un carbonate de cuivre appelé azurite.

5,5 cm.

# Stromatolites

1

## 1 | Roches sédimentaires biogéniques Stromatolite

**DATATION**  
Crétacé Supérieur  
(Cénomaniens)  
**DISTRIBUTION**  
Maroc

**CARACTÉRISTIQUES** Sur ces formations bulbeuses effritées, sphériques à coniques, parfois imbriquées, dont l'origine stromatolitique est parfois mise en doute, aucune structure interne n'apparaît sur l'image de section polie. Atteignant généralement 5 à 15 cm de diamètre, les sphères peuvent être nettement plus grosses.  
**À SAVOIR** Sur certains sites du sud-est du Maroc, des milliers de bioconstructions de ce type sont enfouies dans le sable du désert.

*Bioconstruction stromatolitique : Crétacé Supérieur ; Cénomaniens : Continental Intercalaire ; Saf-Saf, près d'Arfoud (Maroc) ; diamètre max. : 13 cm.*

## 2 | Roches sédimentaires biogéniques Stromatolite

**DATATION**  
Crétacé Supérieur  
**DISTRIBUTION**  
Bolivie

**CARACTÉRISTIQUES** Certains stromatolites se caractérisent par de minces couches aux couleurs nettement différenciées formant des vagues. Les stromatolites de Bolivie ont des teintes jaune, brune et noire. Polis, ils constituent des pièces de collection très esthétiques.

**À SAVOIR** Le stromatolite joliment coloré représenté ci-contre a été trouvé dans les Andes boliviennes, à 3 750 m d'altitude. Dans cette région, les concrétions sont exploitées dans les carrières comme matériau de construction ou transformées en objets d'art.

On les fait souvent remonter au Précambrien alors qu'elles datent en réalité du Crétacé Supérieur.

*Stromatolite ; Crétacé supérieur (Maastrichtien : Formation d'El Molino) ; Cochabamba (Bolivie) ; Hauteur de la photo : 8 cm.*



2



# Cyanobactéries (algues bleues)

## 1 | Cyanobactéries *Nemiana*

**CARACTÉRISTIQUES** Empreintes circulaires d'organismes jadis probablement sphériques. Contrairement à l'idée reçue selon laquelle les *Nemiana* auraient été des méduses, il est probable qu'il existe une parenté avec le genre de cyanobactéries sphériques *Nostoc*, dont on trouve certaines espèces de nos jours dans les eaux salées ou douces. Comportant des pigments photosynthétiques dans leur cytoplasme, ces dernières peuvent réaliser la photosynthèse. Après une tempête, les petites boules vertes gélatineuses qu'elles forment sont souvent rejetées sur le rivage. La même chose a dû se produire avec les *Nemiana*, qui apparaissent généralement en masse.

**À SAVOIR** Pour certains auteurs, *Nemiana* et *Beltanelliformis* sont synonymes.

*Nemiana simplex*; Néoprotérozoïque (Édiacarien); Ukraine; largeur photographiée : 10 cm.

**DATATION**  
Néoprotérozoïque  
(Édiacarien)  
**DISTRIBUTION**  
Ukraine



## 2 | Cyanobactéries *Rothpletzella*

**CARACTÉRISTIQUES** Les cyanobactéries sont des organismes autotrophes vivant dans les eaux peu profondes ou près de récifs et capables d'assurer la photosynthèse. *Rothpletzella* est composée de cellules tubulaires microscopiques détectables à la loupe sur la section polie. Leur activité métabolique entraîne la formation d'encroûtements carbonatés (caliches) pouvant inclure des gastéropodes, des brachiopodes ou des céphalopodes. Il s'agit en fait d'oncoïdes (« bancs à momies »). Dans les formations de Eke et de Hamra, sur l'île suédoise de Gotland, ces coquillages ceints d'une croûte sont présents en nombre sur certains sites. La surface de ces encroûtements calcaires présente l'aspect du chou-fleur. C'est souvent seulement après avoir scié et poli un spécimen que l'on reconnaît les fossiles colonisés.

**À SAVOIR** Comme *Girvanella* et *Sphaerocodium*, *Rothpletzella* appartient donc aux cyanobactéries. La prolifération de leurs oncoïdes dans une roche donne un oncolite (calcaires à *Girvanella*, par exemple, présents en Grande-Bretagne ou sur l'île de Gotland et en Estonie).

*Rothpletzella gotlandica*; Silurien (Formation de Eke); île de Gotland (S); 5 cm.

**DATATION**  
Silurien  
**DISTRIBUTION**  
Suède



# Foraminifères

## DES PROTOZOAIRES

Les protistes regroupent des organismes uni- ou oligocellulaires pourvus d'un ou plusieurs noyaux (eucaryotes), pouvant présenter soit des caractères de champignons, soit de végétaux, soit encore d'animaux. Les protozoaires font partie de ces derniers, leurs affinités animales se manifestant dans le fait qu'ils sont hétérotrophes (ils se nourrissent d'autres organismes vivants) et sont généralement mobiles. Ils comprennent notamment les radiolaires et les foraminifères.

Malgré leur taille minuscule, des organismes unicellulaires peuvent participer à la formation des roches. Ainsi, la craie blanche à tracer est quasi exclusivement composée de microscopiques plaques calcaires (coccolites) de Coccolithophorida, un groupe d'algues planctoniques. Dans le cas des protozoaires, les radiolarites sont formées par les coques siliceuses réticulées de radiolaires. Quant aux tests minuscules des foraminifères, ils ont une importance particulière



dans l'histoire géologique en tant que fossiles-index. La présence temporelle de certaines espèces est utilisée dans la prospection pétrolière.

## QU'EST-CE QU'UN FORAMINIFÈRE ?

Il s'agit d'organismes unicellulaires, pourvus d'une coquille (test) calcaire généralement à plusieurs loges, mais parfois aussi, pour certaines espèces, à loge unique (formes agglutinées) formée par des sédiments collés. Les études des isotopes de l'oxygène sur les tests des foraminifères permettent de reconstituer le climat des ères géologiques passées.

## HABITAT

Une cinquantaine d'espèces seulement vivent en eau douce. En mer, on les trouve dans les zones peu à très profondes. La plupart vivent sur le fond; seules les globigérines, avec leurs loges sphériques, dérivent dans l'eau.

## DIMENSIONS

La plupart des foraminifères mesurent quelques millimètres, mais il existe aussi de gros spécimens ayant atteint 16 cm de diamètre, notamment chez les nummulites.

## DIVERSITÉ

On connaît environ 50 000 espèces, dont 40 000 à l'état fossile.

## INFORMATIONS ET ANECDOTES

L'aspect de pièce de monnaie des nummulites (du latin *nummus*, « petites pièces »), qui sont parfois très nombreuses dans les roches, a valu à celles qui les contiennent le nom de « pierres à liards ».

*Foraminifères Actuels (calcarinidés)*  
Japon; diamètre : 0,2 cm au plus.



*Grands foraminifères (Nummulites) dans le calcaire; Éocène; Gizeh (Égypte); bloc de 15 cm.*

## ÂGE

Existant depuis le Cambrien, les foraminifères sont particulièrement nombreux dans les sédiments du Jurassique, du Crétacé, du Paléogène et du Néogène. Quelques espèces

peuvent être très abondantes dans la roche (fusulines au Carbonifère, nummulites au Paléogène). Des milliards de tests de nummulites planctoniques morts s'accumulent aujourd'hui sur les fonds marins sous forme de boues.



## Des lentilles fossilisées ?

Les pyramides d'Égypte ont été édifiées avec des calcaires à nummulites datant de l'Éocène. Il y a plus de 2 000 ans, l'historien grec Hérodote prit ces petites nummulites, lavées par le temps et qui jonchaient parfois le sol en grand nombre, pour les vestiges des plats de lentilles fossilisées des ouvriers. 5 mm.