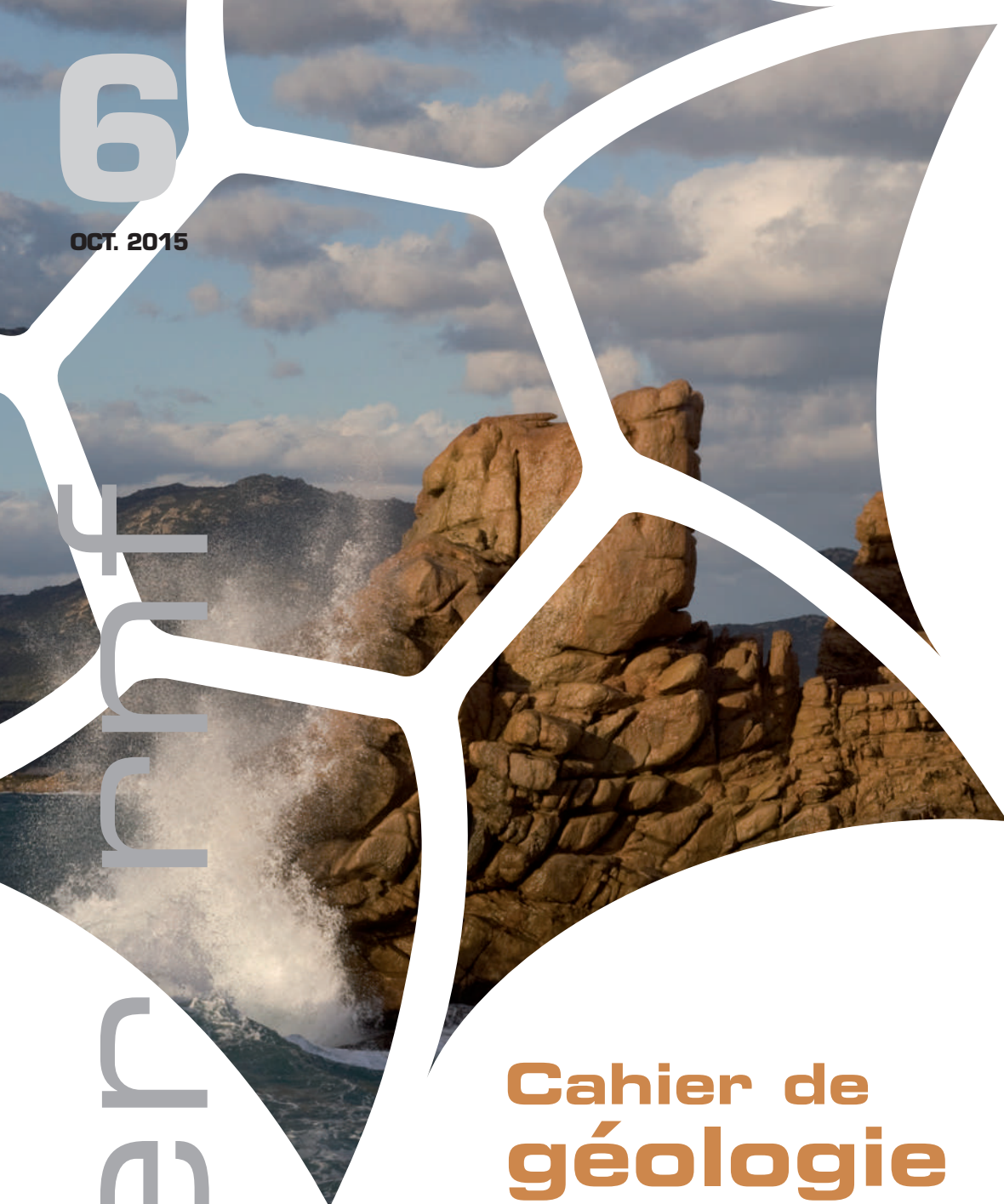


6

OCT. 2015

cahier
n° 6



Cahier de géologie

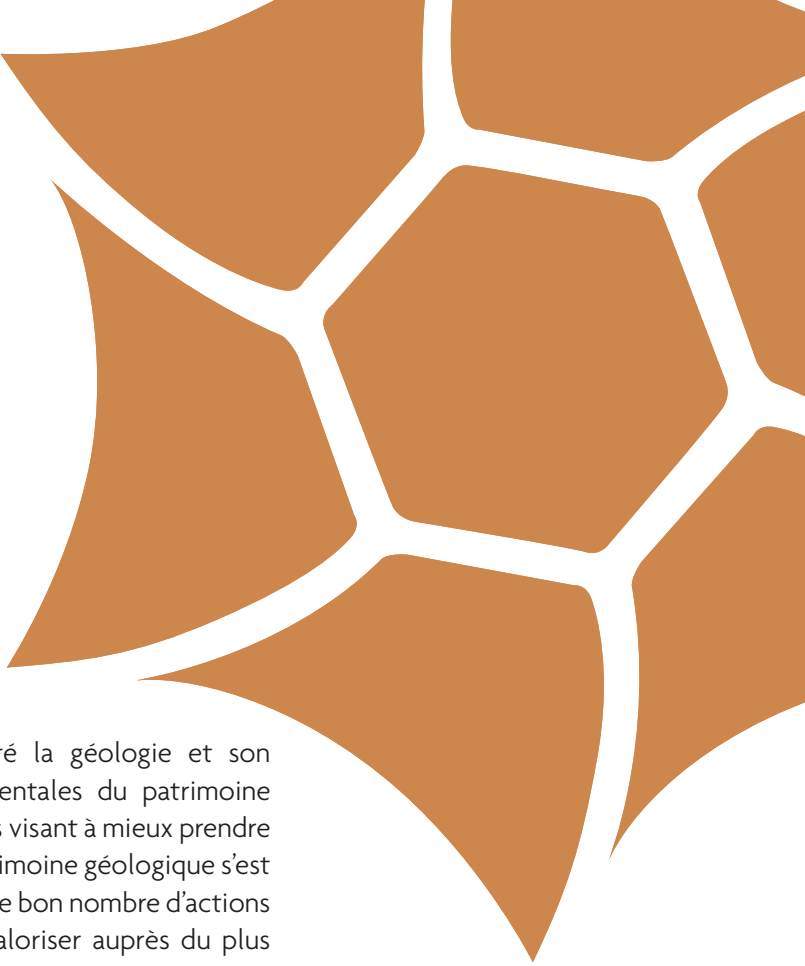
Guide méthodologique
destiné aux gestionnaires
des réserves naturelles
et autres espaces naturels

*François Michel
sur un projet de la commission Patrimoine géologique
de Réserves Naturelles de France*

RÉSERVES NATURELLES DE FRANCE

*Les schémas ont été réalisés par Gaëlle Guyétant
Les photos sont de François Michel,
sauf mention spécifiée*

*Photo de couverture :
Chaos de granite dans les îles Lavezzi - Réserve naturelle des
Bouches de Bonifacio (Corse) © Olivier Bonnenfant*



Edito du Président de RNF

Réserves Naturelles de France a toujours considéré la géologie et son patrimoine comme l'une des composantes fondamentales du patrimoine naturel. C'est le premier réseau à avoir initié des projets visant à mieux prendre en compte ce patrimoine. Dès 1985, la commission Patrimoine géologique s'est saisie du sujet pour sa reconnaissance et a mis en œuvre bon nombre d'actions permettant de mieux le protéger mais aussi de le valoriser auprès du plus grand nombre.

Dans le souci de toujours améliorer l'appropriation par l'ensemble des gestionnaires de réserves naturelles, mais aussi plus largement d'espaces naturels protégés, des enjeux liés à la préservation, la connaissance, la gestion et la valorisation des éléments géologiques, nous avons souhaité éditer ce cahier, outil qui vous sera désormais indispensable.

Je souligne particulièrement la mobilisation des membres de la commission Patrimoine géologique, à l'origine de cet outil qui n'aurait pas vu le jour sans l'engagement de personnes souhaitant faire partager leur passion et leurs connaissances dans un souci de servir le collectif et le réseau. Et je remercie François Michel, associé à la démarche et qui a su traduire sous la forme de ce « Cahier de géologie » et prochainement de sa base de données, les idées et attentes du réseau... Ceci symbolise parfaitement les valeurs de Réserves Naturelles de France.

Bienvenue donc au petit dernier d'une longue série !

Vincent Santune

Edito du Président du Muséum National d'Histoire Naturelle

Le patrimoine géologique est moins connu que le patrimoine biologique alors qu'il était là avant et qu'il a été le terreau du vivant. Quand la vie se développe dans l'océan ancestral, il y a 3,9 milliards d'années, elle sort d'une « chimie pré-biotique » issue du monde minéral. Bien des éléments essentiels du vivant proviennent des explosions de super-novas ! Et aujourd'hui, sur la Terre, en retour, ce monde minéral est profondément affecté par le vivant, les deux tiers des presque 5 000 espèces de minéraux connus actuellement n'existeraient pas sans les bactéries et les macro-organismes qui bio-calcifient et bio-minéralisent. Ne tenons-nous pas debout grâce à nos os et à notre squelette ? Le corail, les coquillages, les œufs d'oiseaux, des micro-algues marines (coccolithes, etc.) etc. bâtisseuses de roches comme les calcaires avaient déjà inventé cela. Le vivant a très tôt initié ces intimes relations avec le « monde inerte » dont il est issu. Le monde minéral a profondément évolué lui-aussi depuis les origines de l'univers et les origines de la Terre.



Nos paysages si « bio-divers » au sein des parcs et réserves se sont construits sur une base géologique et paléontologique extrêmement diversifiée. Ils ont été choisis parce qu'il nous sont parvenus, « plutôt moins abîmés » que ceux d'autres sites. Nous nous en sommes encore mieux aperçus récemment quand nous avons cessé de regarder un fossile comme seulement un « caillou », mais beaucoup plus comme un organisme qui avait vécu, avec ses caractéristiques propres, anatomie, biologie, comportement, modes de vie, etc. dans des environnements qu'ils nous aident à restituer aujourd'hui. Ce que l'on voit en premier dans un paysage ce sont « ses traits de caractère » qui structurent le milieu de vie, des falaises, des montagnes, le littoral, etc. couverts de végétation quand elle existe. Ensuite, on y discerne les animaux. Et on sait maintenant l'importance déterminante des micro-organismes dans la construction des écosystèmes, y compris au sein de nous-mêmes !

Aussi, aujourd'hui associons en permanence géo- et bio-diversités, elles sont indissociables et s'inter-fécondent mutuellement. Ce « Cahier de géologie » en deux parties apparaît essentiel à mes yeux, pour mettre en valeur, expliquer, faire découvrir, faire aimer et admirer ce patrimoine qui nous raconte la merveilleuse histoire de la Terre ! Plus nous serons nombreux à vouloir le protéger et le faire comprendre et mieux le bien-être de l'humain sera assuré !

Gilles Boeuf

Avant-Propos du Président de la commission Scientifique de RNF

La géologie constitue le socle sur lequel se développe la vie. La nature chimique des roches détermine largement la composition locale de la végétation, les formes du relief construisent le paysage, les processus d'érosion entretiennent des stades pionniers, etc. L'interaction entre minéral et vivant, notamment au niveau du sol où matières minérales et organiques se mêlent, constitue une des bases de l'écologie.

Pour le biologiste, ce cadre géologique est à prendre en compte comme support des communautés vivantes. La plupart des gestionnaires de réserves

naturelles, biologistes ou écologues de formation, se situent dans cette perspective : une fois identifiés les facteurs écologiques hérités de ce cadre géologique (acidité, effet de versant, effet sur les circulations d'eau, etc.), le sous-sol passe le plus souvent au second plan et ne focalise plus l'intérêt. Les disciplines de la géologie mobilisent des méthodes et un vocabulaire différents de ceux de la biologie. L'échelle de temps du géologue (milliers ou millions d'années) diffère de celle de l'écologue (décennie ou siècle, exceptionnellement millénaire). Ces éléments ne facilitent pas l'osmose entre ces disciplines.

Ce cahier de géologie, élaboré par la commission Patrimoine géologique de RNF, apporte un outil innovant et remarquablement pédagogique. Il va permettre aux gestionnaires de réserves naturelles non géologues de se familiariser avec cette discipline et de poser une analyse pertinente des caractéristiques géologiques de leur territoire. Ainsi, les plans de gestion des réserves vont pouvoir intégrer pleinement la géologie, que ce soit sous l'angle de la connaissance ou de celui de l'identification des objets géologiques à fort enjeu patrimonial. La base de données dédiée à la gestion des informations géologiques qui sera développée prochainement viendra compléter la boîte à outils du gestionnaire et mettra ainsi minéral et vivant à un même niveau dans l'observatoire du patrimoine naturel des Réserves Naturelles de France.

Bernard Pont

Mot de la Région Ile-de-France, partenaire financier

La géologie est souvent vue comme une discipline austère, voire hermétique. Matière perçue inerte, elle est pourtant mémoire et support de la vie ! Les caractéristiques du sous-sol déterminent en effet largement la nature du sol, la végétation et les habitats naturels qui s'y développent. Il est donc primordial de considérer cette base géologique dans nos politiques de protection de l'environnement, a fortiori au sein de nos réserves naturelles.

Le Conseil régional s'engage pour la protection croissante des écosystèmes présents sur son territoire, à travers notamment le classement en réserves naturelles géologiques ou l'élaboration d'un inventaire du patrimoine géologique régional. L'élaboration de ce guide ainsi que d'une base de données sont de nouvelles contributions à cette dynamique. Un pas supplémentaire particulièrement important tant la sensibilisation des gestionnaires est un facteur clé pour assurer la conservation et la valorisation des objets géologiques remarquables.

*Corinne Rufet,
Vice-Présidente en charge de l'Environnement,
l'Agriculture et l'Energie au Conseil régional d'Île-de-France*



Introduction de la commission Patrimoine géologique

Le Cahier de Géologie

Le résultat d'un long travail d'équipe

Le cahier que vous avez entre les mains est le fruit d'un travail porté par la commission Patrimoine géologique de RNF depuis plusieurs années.

Tout a commencé en Ardèche en septembre 2008. La commission Patrimoine géologique, réunie à Salavas, souhaite voir évoluer la base de données SERENA, afin de pouvoir intégrer la géodiversité dans l'Observatoire du patrimoine naturel. Cette idée n'est pas totalement partagée et il apparaît rapidement que ce ne sera pas facile. Tout reste à inventer : des listes d'objets géologiques, une méthode de travail, une base de données. Plusieurs membres de la commission s'y essaient, mais le travail avance lentement. Alors, comme cela avait été fait pour le guide juridique du patrimoine géologique édité par l'ATEN, la décision est prise en 2010 de faire appel à un prestataire extérieur, avec le soutien de la direction de RNF.

Un guide d'aide à la description géologique des territoires !

Lors du premier congrès commun entre Réserves Naturelles de France et à la Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, à Aix-les-Bains en avril 2011, la rencontre de la commission avec François Michel, le prestataire retenu, marque le véritable démarrage de ce projet. Après plusieurs échanges sur nos attentes et nos besoins respectifs, les objectifs de travail sont clairement définis. Il s'agit de mettre à la disposition des agents des réserves et autres espaces

**Un cahier mais pas seulement.
Cette année 2015-2016, nous la
consacrons à développer
une base de données construite
sur le modèle de la méthode
descriptive du chapitre
« Suivez le guide ! ».
Un outil complémentaire
qui permettra à tous de saisir
ses données au fur et à mesure
de la découverte de son
territoire et d'alimenter
pour le réseau, l'Observatoire
du patrimoine naturel.**



Réserve naturelle des Gorges de l'Ardèche (Ardèche/Gard) © V. Fiers

naturels, un outil simple et pratique pour les aider à appréhender la géologie de leur territoire et en faire ressortir les objets géologiques remarquables d'importance patrimoniale : c'est la naissance du Cahier de géologie.

Les hasards du calendrier font que le Cahier de géologie est édité à l'occasion du 2^e congrès commun RNF/FCEN, quatre ans après le premier. C'est avec plaisir que nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué à ce travail de longue haleine, d'abord les nombreux membres de RNF qui se sont investis dans ce travail, les relecteurs extérieurs à nos réseaux, et enfin tout particulièrement François Michel, l'auteur indispensable de ce Cahier de géologie, avec lequel il fut très agréable et très enrichissant de travailler.

Laissez vous guider !

Nous proposons une méthode descriptive, simple, progressive, expliquée, transposable aux différents contextes géologiques rencontrés dans un outil complet : le Cahier de géologie. Trois chapitres le constituent :

Géologie j'aime ton nom ! vous apporte les clefs nécessaires pour entrer dans la culture et l'approche géologiques du terrain.

Suivez le guide ! développe la méthode descriptive et ses listes de référence pour appréhender progressivement votre territoire et les objets géologiques qui le composent. Ces listes construites pour constituer un socle pourront être complétées progressivement au fur et à mesure de vos échos et propositions, pour développer cet outil et le rendre plus riche. Vous disposez également d'une fiche de terrain sous format numérique, qui reprend de manière synthétique et mobile, la méthode descriptive.

Enfin, nous avons trouvé important de définir et illustrer de manière concrète chacun des termes listés dans la méthode descriptive dans un « **Dico des mots de la géologie** », petite encyclopédie des objets géologiques identifiables sur un territoire et concepts qui leurs sont associés.

Avant de commencer

Comme pour toute démarche d'inventaire, avant de commencer, il est important de choisir le territoire de référence sur lequel travailler.

Selon la taille de la réserve et sa configuration (multi-sites ou non, avec différents paysages distincts, des objets connus, un découpage écologique prédéfini, etc.), deux options sont possibles :

- être pragmatique en définissant une ou plusieurs sous-entités sur lesquelles concentrer les premiers efforts ; les données de chaque sous-entité devront toutefois être replacées dans le contexte plus général de la réserve pour en donner une image fidèle ;
- choisir le territoire dans sa totalité, dans une approche globale, pour apporter une première vision d'ensemble précédant un travail plus ciblé.

Il est donc important d'avoir une idée générale de la méthode descriptive et de s'interroger en amont de sa mise en œuvre.

Voici donc le Cahier de géologie !

Alors à vos chaussures, vos cartes et vos crayons, Lancez vous !

Faites nous remonter vos expériences et résultats, ils alimenteront les actions de Réserves Naturelles de France en faveur de la connaissance et du patrimoine géologiques.

*Gaëlle Guyétant et Jacques Avoine,
Présidente et Vice-Président*

**Pour être éco-responsables,
nous avons fait le choix
de ne pas imprimer le « Dico ».
Il vous est proposé avec la fiche
de terrain dans le CD joint,
sous forme numérique.**



Réserve naturelle des Hauts de Chartreuse (Isère/Savoie)

**« L'univers est éternel,
les mondes naissent et meurent,
ce qui est la mer peut devenir la terre.
Tout change dans le temps.
La science commence avec l'étonnement ! »**

Aristote

350 ans avant notre ère

SOMMAIRE

1^{re} partie

Géologie, j'aime ton nom !

Enjeux de la géologie

11

Géologie et environnement
 Espaces naturels et géologie
 Un guide méthodologique, pour quoi faire ?
 Prendre en compte la géologie d'un territoire
 Un territoire se caractérise par...
des paysages, des structures, des sites
 Un territoire se caractérise par...
des roches, des minéraux et des fossiles
 Un territoire se caractérise par...
une histoire géologique
 Dire et conter la géologie
 Objets géologiques remarquables

Roches et fossiles

33

Les grandes familles de roches
 Le monde des minéraux
 L'univers des fossiles
 L'hydrogéologie
 La nature des sols

Espace et temps : géologie à la carte

49

Les principaux types de déformations tectoniques
 Le temps et son échelle en géologie
 La carte géologique : document de synthèse
 Lire et décoder la carte géologique
Regard sur quatre documents cartographiques

Adresses utiles

66

Quelques acteurs en sciences de la Terre

2^e partie

Territoire et géologie : suivez le guide !

Principe méthodologique de la démarche

74

Q-1 Approche géographique
 Q-2 Aspects morphologiques et structuraux
 Q-3 Identification des terrains, roches et fossiles
 Q-4 Objets géologiques remarquables

Fiche de terrain

Récapitulatif de l'ensemble des listes d'appel. Cette fiche est disponible pour impression sur le CD-ROM joint à la version papier du Cahier de géologie ou en ligne : reserves-naturelles.org

3^e partie

« Dico » des mots de la géologie

La troisième partie du Cahier de géologie est disponible sur le CD-ROM joint à la version papier du Cahier de géologie ou en ligne : reserves-naturelles.org.



*Plissement varisque dans les schistes et les quartzites de Plougastel - site de Quillien (Finistère)
© Sophie Coat – Communauté de communes de la presqu'île de Crozon*



Partie 1 / Thème 1

Enjeux de la géologie

Géologie et environnement	12
Espaces naturels et géologie	14
Un guide méthodologique, pour quoi faire ?	16
Prendre en compte la géologie d'un territoire	18
Un territoire se caractérise par...	20
<i>des paysages, des structures, des sites</i>	
Un territoire se caractérise par...	22
<i>des roches, des minéraux et des fossiles</i>	
Un territoire se caractérise par...	24
<i>une histoire géologique</i>	
Dire et conter la géologie	26
Objets géologiques remarquables	30

Gê, géo, géol...

Géologie et environnement

Planète Terre

Pour nous terriens de la planète « Gê », la géologie constitue le socle de l'univers qui nous entoure. Elle est la science qui étudie la Terre, sa structure, les matériaux qui la composent, les phénomènes qui l'affectent, son histoire depuis sa formation, il y a environ 4,6 milliards d'années, ainsi que le développement et le foisonnement de la vie qu'elle a su accueillir à sa surface.

Un regard nécessaire !

Science de la nature, la géologie porte un regard premier sur nos environnements. Support de toutes choses, elle en est le fondement !

Plantes et animaux s'y installent et s'y accrochent... l'Homme aussi !

Tout, autour de nous, est sous-tendu par un contexte géologique.

Aucun milieu n'y échappe !

Souvent la géologie se fait discrète, voire secrète. Elle n'en est pas moins sous-jacente et structurante. Toute approche naturaliste – mais aussi géographique, urbanistique ou de travaux publics – d'un territoire ne peut se comprendre sans s'y référer. En matière de sous-sol, aucun domaine n'est banal ; il a toujours quelque chose à nous révéler.

Certaines tourbières de richesse biologique incontestée n'occupent-elle pas l'emplacement d'un maar, cratère d'explosion volcanique né de la rencontre de la lave et de l'eau. Quand, en Champagne, le paysage passe des grandes cultures aux prairies d'élevage, le sous-sol change de nature : de crayeux, il devient argileux. Quand, dans le Hurepoix (Sud de l'Île-de-France), en quelques mètres de distance, la forêt remplace les champs céréaliers de la petite Beauce, le sous-sol calcaire cède la place aux sables siliceux. Et tout cela sans que le substratum rocheux n'affleure de façon visible. La lecture de la végétation renseigne alors sur la nature du sous-sol.

Les exemples ne manquent pas, et pour cause, tout territoire est implanté sur un substratum géologique ! Le découvrir, tel est l'enjeu !

Parfois le contexte géologique s'enorgueillit de une, deux ou trois étoiles, car il est unique, esthétique et sculptural ou scientifiquement référent, témoin spécifique d'un phénomène ou des êtres vivants qui nous ont précédé... Il quitte alors une relative banalité pour devenir « **patrimoine géologique** », paysage, structure, site, objet, roche, cristal ou fossile à protéger, car unique et précieux. Sa disparition serait une perte !

Science de terrain et de laboratoire, la géologie se décline en de nombreuses disciplines, les unes plus descriptives, les autres plus phénoménologiques : pétrographie, minéralogie, géochimie, tectonique, géophysique, volcanologie, sédimentologie, hydrogéologie, statigraphie, etc., ainsi



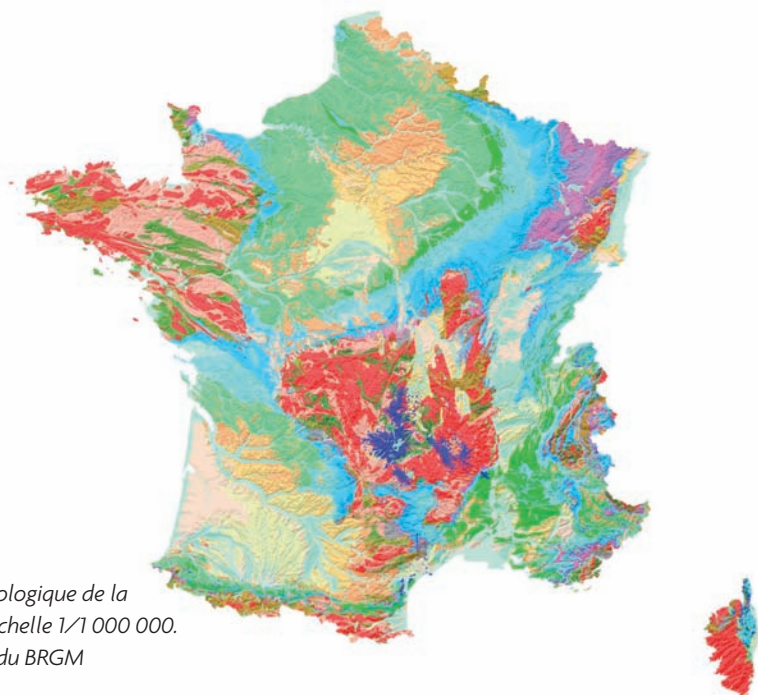
Chaos granitique de Brignogan (Finistère)



Paysage de Champagne crayeuse

que paléontologie, regard croisé entre l'histoire de la Vie et celle de la Terre. Quant à la pédologie, science des sols, elle hérite conjointement du sous-sol et de la vie.

Certes la géologie n'est pas toujours d'une approche très facile. Loin s'en faut ! Elle nécessite souvent de nombreux pré-acquis. Elle est à la fois matériaux, phénomènes et histoires. Pour la décoder, il faut entrer dans l'univers de l'espace-temps. Au fil des ères géologiques, elle a façonné l'aspect de la planète, visage changeant au gré de la tectonique, de l'érosion et des dépôts, le tout sous très forte influence des changements climatiques qui, depuis des centaines de millions d'années, bouleversent les géographies planétaires.

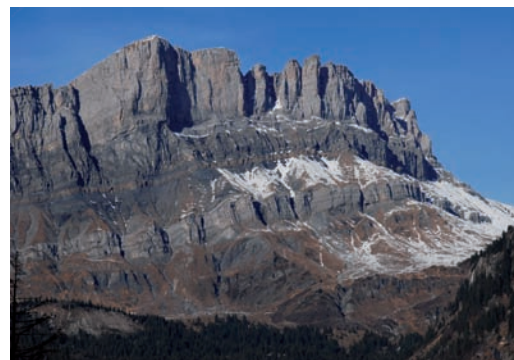


Carte géologique de la France. Echelle 1/1 000 000. Editions du BRGM



Source : Union Européenne - SOeS, Corine Land Cover 2006.

La comparaison entre la carte lithologique simplifiée (grands ensembles rocheux) de la France et la carte de la végétation (Corine Land Cover) montre à quel point la nature du sous-sol influence sur les sols, la végétation et les habitats naturels des territoires, à l'exemple des Landes, des auréoles du Bassin parisien ou des limites du Massif central



La paroi des Fiz (Haute-Savoie). Livre ouvert sur 100 millions d'années d'histoire géologique !



Lapiaz. Quand le végétal s'accroche au minéral ! Réserve naturelle de Sixt-Passay (Haute-Savoie)

Ce document vous invite à « Entrer en géologie »... Laissez-vous tenter ! C'est une nécessité ! Et vive la géologie !

Connaître, protéger...

Espaces naturels et géologie et valoriser !

La plupart des espaces naturels protégés (réserves, sites des conservatoires, territoires des parcs, etc.) ont été créés sur des critères de protection de tel ou tel milieu / habitat, de telle ou telle espèce animale ou végétale. Seuls quelques-uns d'entre eux ont été initiés pour la protection d'un patrimoine géologique. D'une façon un peu simpliste, on peut les classer selon quelques grandes catégories :

- ceux qui possèdent une géologie visible, et qui ont été créés ou repérés à ce titre pour leur patrimoine géologique remarquable ;
- ceux qui possèdent un contexte géologique visible, généralement assez bien connu, mais n'ont pas été classés à ce titre ;
- ceux qui possèdent un contexte géologique partiellement visible et lisible, mais, semble-t-il, sans spécificité ni intérêt très marqué. Mais sait-on jamais ? Il y a des trésors cachés que l'on découvre chaque jour !
- ceux qui ne montrent aucune géologie visible et qui cependant se situent comme tous les autres dans un contexte géologique précis. Ils peuvent néanmoins se prévaloir du slogan suivant :

**En matière de géologie :
parfois RIEN à voir, mais cependant TOUT à savoir !**



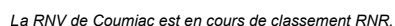
*La région de Marsal,
Pays Saulnois (Lorraine).
Une végétation halophyte
sur un sous-sol salé :
impact secret de la géologie*

Il est bien évident qu'il est plus motivant de s'intéresser aux « objets géologiques », là où ils sont particulièrement beaux, visibles et compréhensibles : paysages, structures, sites, roches, minéraux ou fossiles !

Indépendamment de sa richesse intrinsèque, patrimoniale ou non, chaque territoire possède un contexte géologique sur lequel il est important et nécessaire de se pencher à plusieurs titres :

- d'une part, pour sa valeur propre, si forte ou si faible soit-elle ;
- d'autre part, car ce contexte géologique est l'assise structurale et structurante dont dépendent directement, et sur lesquels s'adossent les différents milieux et habitats, les sols, ainsi que de nombreuses espèces associées ;
- enfin, parce que le fait de le connaître et d'en témoigner ouvre sur une connaissance plus globale et une interprétation plus précise et complète des environnements naturels.

État des connaissances Août 2015



Source : commission Patrimoine géologique RNF Août 2015

Le poids des mots, le choc du remarquable !

- Pour les uns, il recouvre tous les éléments de la géologie d'un territoire, du paysage à l'observation microscopique. Dans ce dernier cas, on peut peut-être lui préférer le terme de **contexte géologique** ou de **géodiversité** plutôt que celui de patrimoine.
- Pour d'autres, il ne recouvre, à une échelle ou à une autre, que ce qui est très particulier, voire exceptionnel et, à ce titre, nécessitant une protection adaptée. Ils parlent alors le plus souvent de **patrimoine géologique remarquable**.

A photograph of two fossilized fish skeletons, likely from the same species, embedded in a light-colored, textured rock matrix. The larger skeleton is positioned diagonally from the upper left towards the lower right. It shows a complete set of bones, including the skull, vertebrae, ribs, and the bones of the pectoral, dorsal, and pelvic fins. The smaller skeleton is located below and to the right of the larger one, also in a similar orientation. It appears to be a juvenile or smaller specimen of the same type, showing a similar but more compact bone structure. The fossilization process has preserved the intricate details of the skeletal system.

Certaines réserves
ont été créées pour
leur patrimoine
géologique
remarquable.
Fossile de
poisson Dapalis.
Réserve naturelle
géologique du
Luberon

A utiliser...

Un guide méthodologique, pour quoi faire ? sans modération

La prise en compte de la géologie est un impératif de la connaissance de l'environnement au même titre que les autres disciplines de la nature. Cependant, la plupart des gestionnaires d'espaces naturels sont naturalistes du vivant et peu familiarisés avec l'approche géologique, et ce d'autant plus que leur territoire n'est pas forcément des plus motivants à ce titre, au premier abord !



*Un aber breton :
l'occasion d'aborder
l'évolution climatique,
le contexte environnemental,
la richesse biologique,
le substratum géologique,
l'histoire quaternaire,
etc.*



*La tuffière de Rolampont
(Haute-Marne)*

N'ayez pas peur !

On peut entrer progressivement en géologie et, surtout, dès que l'analyse dépasse ses propres compétences, faire appel au géologue pour y remédier. Point n'est besoin d'être spécialiste en tout !

Ce document se veut être un guide concret et méthodologique, cahier de prescription pour la prise en compte de la géologie dans un espace naturel. Sa deuxième partie propose une démarche méthodique progressive associée à un questionnement précis et systématique, pour que chacun puisse s'y référer. Il a pour ambition, si on essaie de la résumer en quelques lignes, de :

- sensibiliser tout un chacun à la géologie, dans un contexte local et régional ;
- découvrir la géologie du territoire dont chacun a la gestion ;
- incrémenter une base de données sur le thème de la géologie ;
- aider à la conception d'un plan de gestion dans son approche géologique ;
- déceler d'éventuelles richesses patrimoniales géologiques ;
- aider à la conception de supports de valorisation et d'outils pédagogiques auprès de publics ciblés, scolaires et grand public.

Partant du fait qu'aucun gestionnaire ne peut être le spécialiste compétent dans tous les domaines, il est important que chaque réserve, quelle que soit sa nature et son environnement, prenne contact avec un ou des géologues à compétence locale, de manière à, si besoin, découvrir, puis faire un point précis et valider le contexte géologique de son territoire, et, le cas échéant, lancer quelque étude ou recherche.

Parmi les objectifs de ce document, il en est un plus particulier qui consiste dans l'aide concrète à l'incrémentation d'une base de données à caractère géologique. La structure du document et son cheminement sont prévus pour accompagner le gestionnaire dans cette démarche.

La réalisation de cette base de données permettra, par la suite, au niveau des différentes instances qui le souhaitent, de dresser un état des lieux général des réserves naturelles en matière de géologie et de pouvoir interroger cette base sur tel ou tel critère et posséder ainsi un panorama analytique sur un aspect ou un autre de la géologie.



Panneau de site de la carrière de la Marette (Ille-et-Vilaine)

A la fois une fin et un moyen, l'incrémentation de la base de données nécessite de compiler des informations sur un support unique accessible à tous et de disposer ainsi d'un bilan des contextes et des richesses géologiques d'un territoire, ce qui constitue une fin en soi pour la connaissance du milieu, sa façon de l'appréhender, de le gérer, de le protéger et de le valoriser auprès de différents publics.



La carrière de la Marette (Ille-et-Vilaine). Des épisodes de l'histoire géologique bretonne, inscrits dans les roches de cette ancienne carrière

On a marché sur la Terre

Prendre en compte la géologie d'un territoire

Roches et phénomènes

Tout espace naturel possède un **contexte géologique** caractérisable par :

- un ou des **paysages**, associés à une ou des **géomorphologies** (formes du relief) et des **structures géologiques** (disposition relative des ensembles rocheux dans le sous-sol) ;
- des **sites géologiques – géosites** – remarquables ou non ;
- la présence ou non d'**affleurements** rocheux ;
- un ou plusieurs types de **roches** constituant le sous-sol :
 - des **minéraux**, parfois très spécifiques ;
 - la présence ou non de **fossiles** ;
- une **histoire géologique** inscrite dans un contexte local et régional.



*Les Grandes platières
sur toile de fond du Mont-Blanc.
Réserve naturelle de Sixt (Haute-Savoie)
© Julien Heuret*

Alors que l'on peut identifier plus ou moins facilement, et selon ses compétences, les différents éléments précités, dans la mesure où ils sont visibles ou détectables, l'histoire géologique d'un territoire, quant à elle, ne peut pas s'observer directement et nécessite toujours de faire appel à la capitalisation de toutes les recherches antérieures effectuées dans le contexte local et plus général.

Une approche et des observations à différentes échelles !

Approche géographique

Une première démarche d'ordre géographique permet de décoder l'environnement dans ses grandes lignes. Elle ne demande pas, le plus souvent, de connaissances techniques et scientifiques particulières. Tout naturaliste peut s'y atteler sans difficultés majeures ! Arpenter le terrain avec un œil observateur et inquisiteur, sans d'ailleurs pouvoir forcément répondre à toutes les interrogations ! La démarche prime ! Quels paysages ? Quels types de reliefs ? Quelle appartenance à tel ou tel ensemble régional ? Quel couvert végétal ? Quel réseau hydrographique ? Quelles implantations humaines ?

Aspects morphologiques et structuraux

Puis l'investigation va descendre vers plus de précisions géomorphologiques et structurales avec l'observation des formes, des sites ou des objets particuliers tels qu'un pli, une faille, des couches redressées, une terrasse alluviale, une cheminée de fée, un lapiaz, une ancienne coulée de lave, un aven, une résurgence, un relief particulier, etc. Comment les roches s'agencent-elles les unes par rapport aux autres : massifs, couches, structures tectoniques, plis, nappes de charriage, etc.

Identification des terrains, des roches et des fossiles

Une étape suivante va permettre de préciser la nature des terrains : roches, minéraux, fossiles, etc., et leur âge. Les cartes géologiques sont d'incontournables documents de synthèse pour l'approche de la connaissance des sous-sols. De nombreux écrits, mémoires ou thèses ont été produits sur la totalité des régions. Des géologues spécialisés travaillent sur tel ou tel secteur, etc. Il existe des banques de données du sous-sol...

L'approche géologique globale d'un territoire doit aussi prendre en compte la présence et les circulations d'eau, souterraines ou de surface – hydrogéologie – ainsi que la nature des sols – pédologie – supports fondamentaux pour la compréhension des différents milieux de vie.

Le géologue est un enquêteur !

La démarche géologique est une enquête ! Celle-ci se fait progressivement, étape par étape, en commençant par les questionnements simples, puis en approfondissant, pas à pas. C'est cette approche que vous propose ce document. Au fil de l'avancement, l'enquête nécessitera sans doute le recours aux spécialistes.

N'hésitez pas à faire appel à eux !



Demoiselle coiffée (Valais-Suisse)



La source de Réotier (Hautes-Alpes)



*Dans les ophiolites d'Oman.
Véritable enquêteur,
le géologue ausculte les roches*

En matière de géologie

Un territoire se caractérise par...

des paysages, des structures, des sites

*des roches, des minéraux, des fossiles
une histoire géologique*

En matière de géologie, le territoire d'un espace naturel se caractérise et peut se décrire au travers d'une grille d'analyse progressive selon les approches suivantes :



*L'Aiguille Verte et les Drus,
montagnes de granite,
dans le massif du Mont-Blanc
(Haute-Savoie)*

- un ou des **types de paysages**, parfois très différents, dont la présentation nécessite : une description générale partant de quelques mots clés (falaise, colline, carrière, marais, tourbière, etc.), précisée par des qualificatifs (pente, couleur, aspect et autres caractéristiques évocatrices), dès le premier regard sur les lieux ;
- un ou des **panoramas**, à savoir des vues sur la réserve ou d'autres paysages, depuis le territoire de la réserve ou, à l'inverse des vues sur la réserve depuis des points de vue extérieurs ;
- des **affleurements** naturels ou artificiels. Un affleurement est une zone dénuée de végétation et de sol, au niveau de laquelle on peut observer directement la ou les roches du sous-sol. Attention au terme de roche ! Une roche est le plus souvent cohérente et solide, mais elle peut aussi – sable ou argile – être meuble. Un affleurement peut donc aussi bien être une falaise verticale qu'une étendue sableuse, parfois très banale mais correspondant à un épisode géologique historique spécifique. Ce peut aussi être une zone d'altération parfois difficile à discerner par rapport à un sol. Certains territoires de réserves ne possèdent aucun affleurement ;

- une ou des **structures géologiques** parfois visibles en partie, et partiellement identifiables (disposition relative des roches dans le sous-sol, pendage, plissements, failles, etc.), le plus souvent totalement cachées. Tous les territoires possèdent une ou des structures géologiques sous-jacentes inscrites dans un contexte local et régional ! Celles-ci peuvent se transcrire le plus souvent sous la forme d'une ou plusieurs **coupes géologiques** transversales des terrains constituant le sous-sol ;
- d'éventuels **sites** et **objets géologiques** visuellement plus ou moins remarquables selon leur taille, leur morphologie, leur aspect, leur figuré, à une échelle ou à une autre : cheminée de fées, chaos, éboulis de piémont, orgues volcaniques, plis, canyon, méandre, marmite de géant, lapiaz, banc de sable, etc. Cependant, force est de constater que la plupart des territoires des réserves ne possède ni sites ni objets géologiques particuliers ! Savoir les repérer, et les identifier même s'ils sont très modestes, s'avère cependant important ;
- un **réseau hydrographique** constitué d'eaux courantes et/ou d'eaux dormantes, de surface ou souterraines. Il peut impacter de façon plus ou moins sensible et lisible sur les éléments précités, ainsi que sur la nature et l'équilibre des milieux naturels ;
- des **domaines souterrains**, naturels ou artificiels, (grottes, karst, galeries de mines, carrières souterraines, tunnels, etc.), ayant ou non une accessibilité ou un lien direct avec le territoire (aven, lapiaz, résurgence, entrée de galerie, tunnels, fontis, etc.) ;
- un ou des **types de sol**, domaine de la pédologie ;
- des **aménagements anthropiques** liés, entre autres, à l'exploitation des matériaux et à la géologie ;



Marmites de géant
dans le lit de la Valserine (Ain)

- et bien évidemment des **roches**, des **minéraux** et des **fossiles**.

Comme on peut le constater à la réflexion, les approches morphologiques précitées s'imbriquent fortement les unes avec les autres en fonction de leur nature, de leur échelle, de leur spécificité, etc.

**Certains contextes, sites et objets géologiques
sont particulièrement fragiles et sensibles ;
ils nécessitent une attention et une protection particulières !**

NB : Ces différentes approches et regards associés ainsi que les éléments que l'on peut y rencontrer sur le terrain sont listés, en deuxième partie de ce document, dans les chapitres intitulés :

- Q-1 Approche géographique d'un territoire
- Q-2 Aspects morphologiques et structuraux des terrains

En matière de géologie

Un territoire se caractérise par...

des paysages, des structures, des sites
des roches, des minéraux et des fossiles
une histoire géologique

Un territoire se caractérise par la ou les roches qui constituent son sous-sol. Celles-ci peuvent être observées :

- au niveau des affleurements ;
- ou ne pas affleurer et avoir été identifiées par sondage ;
- ou être connues par assimilation à des niveaux d'affleurements situés à proximité ;
- ou ne plus être visibles aujourd'hui mais avoir été étudiées, identifiées, voire collectionnées par le passé.

Prendre en compte la géologie d'un territoire, c'est décoder la **nature des roches** qui le constituent, les **minéraux** qui les composent, ainsi que les **fossiles** qu'elles peuvent renfermer. L'étude des roches, des minéraux et des fossiles constitue les domaines de la **pétrologie**, de la **minéralogie** et de la **paléontologie**.



Sable et grès.

Le rocher de l'éléphant en forêt de Fontainebleau (Seine-et-Marne)

Les roches présentent une grande diversité d'aspects : cohérentes, friables, dures, meubles, poreuses, perméables, etc. Sont-elles sédimentaires, magmatiques ou métamorphiques ? Mais que signifient ces termes et en quoi l'identité minérale qu'elles sous-tendent nous instruit-elle sur leur origine et la connaissance des lieux ? Les roches sont composées de constituants élémentaires : les **minéraux**. D'une façon générale, ceux-ci se présentent sous la forme de **cristaux**, même s'ils ne possèdent pas, dans la plupart des cas, de belles formes caractéristiques.

La diversité des roches correspond à une nomenclature très précise, donc à des noms qui dépendent de leur nature, de leur composition (minéraux, aspect, texture, structure microscopique, fossiles, etc.). Elles peuvent présenter des aspects très spécifiques généralement liés à leur mode de formation : stratifications, figures sédimentaires, schistosité, prismation, coussins de lave, etc.

La plupart des roches appartiennent à des ensembles par leur nature, mais aussi par leur âge et d'autres caractéristiques, en grande partie notifiés sur la carte géologique du territoire concerné et la notice associée.

Certaines roches sont constituées de **minéraux** particuliers. Ils peuvent localement prendre l'aspect de cristaux visibles aux formes et aux coloris parfois remarquables, soit insérés dans la masse rocheuse, soit individualisés, et alors tapisser un espace libre, une cavité : paroi, fissure, géode, etc. Quelques territoires possèdent des **gisements de minéraux**, exploités ou non – mines, anciennes mines – parfois dégagés par l'érosion ou dans des cas bien particuliers, expulsés par éruption volcanique, par exemple !

Les roches peuvent contenir des **fossiles** sous différentes formes, visibles à l'œil nu ou microscopiques. Les uns sont exceptionnels, d'autres sont rares ou spécifiques, d'autres encore peuvent pulluler ou être très banals. Dans tous les cas, indépendamment de leur valeur patrimoniale intrinsèque, ils délivrent d'importants messages pour l'histoire géologique de la région. Comme pour les espèces vivantes, les fossiles sont pour la plupart identifiables de façon précise et correspondent à une **classification** (espèce, genre, famille, etc.). Certains territoires possèdent des **gisements fossilifères** plus ou moins remarquables (rareté, diversité, qualité, quantité).



1 m
Coussin de lave basaltique.
Réserve naturelle de la Désirade
(Guadeloupe)



50 cm
Corail fossile. Réserve naturelle du Bois du Parc (Yonne)

**Certaines roches, certains minéraux, cristaux et fossiles,
peuvent être parfois très recherchés, voire pillés ;
ils nécessitent d'être protégés !**

NB : Les différentes roches, ainsi que les principaux minéraux, cristaux et fossiles que l'on peut y rencontrer sont, listés, en deuxième partie de ce document :

- échelle des temps géologiques
- roches et sédiments
- minéraux
- fossiles et fossilisation

En matière de géologie

Un territoire se caractérise par...

*des paysages, des structures, des sites, des objets
des roches, des minéraux et des fossiles*

une histoire géologique

Sauf pour les spécialistes qui peuvent en décoder quelques ébauches de grands traits ou la trace d'un épisode particulier, l'histoire géologique d'un territoire ne se lit pas de façon immédiate au travers des paysages, des roches et des fossiles. Sa connaissance résulte de nombreuses décennies de travaux, et chaque nouvelle étude y apporte sa « pierre » ou parfois la démonte plus qu'elle ne la démontre !

Ainsi va la connaissance qui avance à petits pas...

Pour connaître l'histoire géologique d'un territoire et de sa région, il faut donc se référer à ce qu'en disent les spécialistes et leurs écrits.

Alors qu'un espace naturel peut correspondre à une entité paysagère et géologique bien spécifique, il n'en va généralement pas de même pour son histoire géologique qui appartient à un contexte régional plus ou moins grand et délimité selon l'échelle et le créneau de temps auquel on se rattache et on s'intéresse.



*Empreinte de pas de dinosaure et
rides de courant sur une ancienne
plage du Trias des Alpes.
Toute une histoire géologique à
conter ! La plage, les courants, les
animaux, les montagnes, etc. !
Vallon d'Emosson – 2 300 m
(Valais – Suisse)*

L'histoire géologique s'interprète à partir des morphologies, des structures, des roches, de leurs minéraux et des fossiles, ainsi qu'au travers des phénomènes qui les ont mis en place. Son mode de raisonnement s'appuie en grande partie sur le **principe** « **d'uniformitarisme** » ou « **d'actualisme** », qui, dans ses grandes lignes, peut se décliner très simplement de la façon suivante :

« Hier, comme aujourd'hui, aux mêmes causes, les mêmes effets ! »

ou, formulé un peu différemment,

**« Si une cause a des effets aujourd'hui,
une même cause avait les mêmes effets hier »**

L'étude des phénomènes géologiques actuels est donc primordiale pour la compréhension des événements passés, mais cependant pas toujours totalement suffisante.

Depuis maintenant une cinquantaine d'années, l'histoire géologique d'une région se décode et s'inscrit dans le contexte global de la tectonique des plaques qui donne un cadre général au fonctionnement de la planète Terre.



Interprétation du contexte paléo-environnemental du Luberon au Cénozoïque. Musée géologique de la Maison du Parc du Luberon Apt (Vaucluse)

Votre territoire possède un contexte et une histoire géologique. Certes il est plus ou moins palpitant ! A chacun de se l'approprier ! Il en résulte une connaissance plus complète de l'environnement et des « ficelles » avec lesquelles il s'articule ! La connaissance de cette histoire permet aussi, et cela est non négligeable, de la conter et de la vulgariser, volet particulièrement important des approches pédagogiques et de sensibilisation auprès des différents publics.

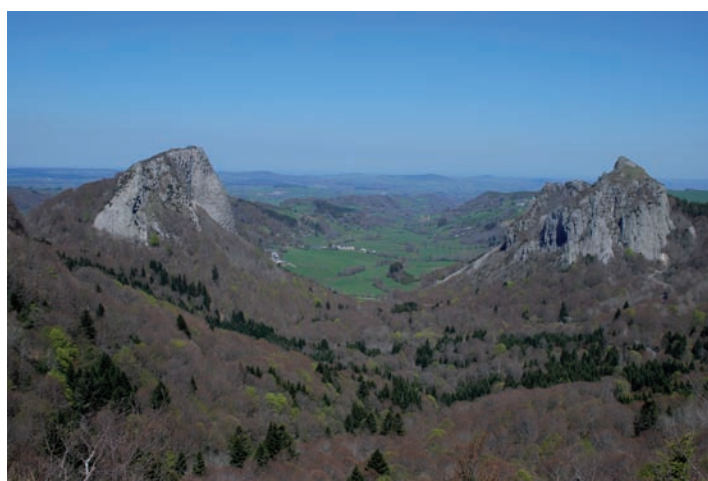
Tel événement volcanique du Massif central, daté de quelques milliers ou millions d'années, a, par exemple, créé un environnement particulier :

- qui est venu se surimposer à une histoire beaucoup plus ancienne, ayant mis en place des granites il y a 300 millions d'années ;
- le tout érodé pendant des millions d'années, puis perturbé et de nouveau façonné par des épisodes glaciaires ;
- repris depuis peu par d'autres formes de dépôts et d'érosion !

Décoder toutes ces imbrications : richesse d'un territoire !

L'histoire géologique d'un territoire, si elle est bien contée, peut passionner un auditoire, même si les lieux ne possèdent pas de richesses avérées et visibles!

Les roches Tuilière et Sanadoire, deux vestiges d'activité volcanique, inscrits sur le socle du Massif central, et sculptés depuis par l'érosion glaciaire



Elle est belle la Terre

Dire et conter la géologie

Valorisation, vulgarisation et pédagogie

La présentation de la géologie d'un territoire passe par une suite d'approches qui correspondent aux différents critères d'analyse évoqués tout au long de ce document : paysages, morphologies, structures, sites, affleurements, figures, roches, minéraux, fossiles, mais aussi au travers d'un contexte global et d'une histoire. Les uns se voient (plus ou moins distinctement), les autres s'expliquent et se racontent. Bon nombre de territoires ne possèdent aucune géologie visible mais ce n'est en aucun cas une raison valable pour en obérer la présentation. Il est alors nécessaire de se rappeler le préambule évoqué plus haut :

En matière de géologie, il n'y a parfois...

... RIEN à voir, mais cependant TOUT à savoir !

Quel que soit le support envisagé, toute présentation d'une réserve naturelle, pour un public ou un autre, se doit d'aborder au moins au minimum, son contexte géologique ! Difficile d'imaginer, par exemple, le site internet d'une réserve sans qu'il aborde la géologie !

Valoriser

La mise en valeur et la présentation de la géologie d'un territoire passent bien évidemment par sa connaissance, ce qui est l'objet de l'ensemble de ce document.

Une fois la connaissance acquise, il est important de la transmettre, au moins dans ses grandes lignes : décrire, dire et conter.

Cependant l'univers géologique, et c'est une de ses particularités, ne peut pas se cantonner à la simple description de ce que l'on voit ou de ce que l'on sait. Il appartient à une histoire qu'il est alors nécessaire de raconter d'une façon ou d'une autre.

Dire

Il est important, dans toute approche naturaliste avec un public, de faire mention de la géologie sous-jacente, même si celle-ci ne se voit pas du tout. Elle est le substratum de l'endroit. C'est elle qui explique le pourquoi de tel ou tel milieu, son rapport à l'eau, au sol et à la présence du vivant. Dire la géologie d'un terrain qui ne la montre pas peut être facilité par le fait que l'animateur porte avec lui des documents tels que : carte, coupe, photos de fossiles, photo microscopique de la roche, page blanche ou ardoise pour schématiser etc. Il va alors pouvoir entrer en dialogue concret avec les visiteurs et leur conter un lieu et une histoire.

Conter

La Terre est faite de belles histoires. Faire entrer le public dans un espace aujourd'hui imaginaire, mais jadis réel : paléogéographie, paléo-milieu, paléontologie, etc. Fermer les yeux !

- **Voyager dans le temps** : nous sommes il y a 150 millions d'années !
- **Voyager dans l'espace** : à cette époque – dérive des continents oblige – le terrain que nous foulons ne se situe pas à la latitude actuelle, mais quelque part au niveau des tropiques. La mer est chaude et peu profonde ! Des récifs coralliens se développent dans des eaux claires et aérées, des poissons multicolores flirtent avec des ammonites...



*La reculée de
Baume-les-Messieurs (Jura)*



*Un paysage et les roches
qui le sous-tendent ont une histoire.
Panneau du site de la reculée
de Baume-les-Messieurs (Jura)*



Ammonites du Jurassique inférieur.
Réserve naturelle géologique de Haute-
Provence (Alpes-de-Haute-Provence/Var)



Nautilus, céphalopode actuel

Conter, c'est créer un univers pour emmener l'auditoire, en particulier quand il n'est pas spécialiste, vers la découverte d'un réel historique mais aujourd'hui disparu... Non pas tout à fait, puisque les roches en témoignent ! C'est la force de l'imagination étayée par la connaissance scientifique. Mais en ce domaine comme dans beaucoup d'autres la motivation est nécessaire. N'ayez pas peur de la géologie ! **Conter l'histoire d'un grain de sable de la montagne à la mer, n'est-il pas un véritable roman aux multiples rebondissements...** Et qui ne se laisserait pas séduire ? Prendre le grain ou le caillou à témoin ! Le faire parler ! Lui « tirer les vers du nez » ! Qui es-tu ? D'où viens-tu ? Conter passe par le récit, certes, mais aussi, voire beaucoup, par l'intonation, l'interpellation, le rythme, la césure, l'anecdote, la fresque, etc. Point n'est question de délire ! Tout cela est possible en géologie.



Reconstitution d'un paléo-environnement : créer un univers, raconter une histoire, comparer à l'actuel ! Extrait du panneau de site de la dalle à ammonites de Digne-les-Bains – Réserve naturelle géologique de Haute-Provence (Alpes-de-Haute-Provence / Var)



L'anticlinal du Chapeau de Gendarme près de Saint-Claude (Jura)

Vulgariser

La vulgarisation passe par une simplification qui, cependant, ne doit pas être abusive, pour ne pas tomber dans des erreurs systématiques. Vulgariser n'est pas tricher, mais mettre à la portée de tous... En ce sens, elle est pédagogie ! Elle passe par le comprendre, le savoir décrire, dire, et conter. Cela nécessite réflexion, en particulier en fonction des supports pour faire passer des messages. L'oral peut sans doute parfois utiliser des façons qui ne correspondront ni à l'écrit, ni au visuel. Vulgariser nécessite aussi de prendre du recul par rapport aux sujets à aborder pour ne pas les approcher par le petit bout de la lorgnette, mais les envisager dans une fresque globale.

La géologie de tiroir n'a jamais passionné les foules ! Ce qui n'empêche pas, de temps en temps, de partir d'un petit détail étonnant pour interpeller un public. En ce sens la vulgarisation rejoint l'art de conter, sans doute aussi celui d'enseigner.

Dire et conter la géologie s'adresse aussi aux enfants. Certes quelques sujets, volcans, fossiles ou dinosaures, les intéressent plus spontanément que d'autres, mais il y a une place, une façon pour leur parler de tous les sujets de la Terre, de ses pierres et des phénomènes qui régissent la planète !

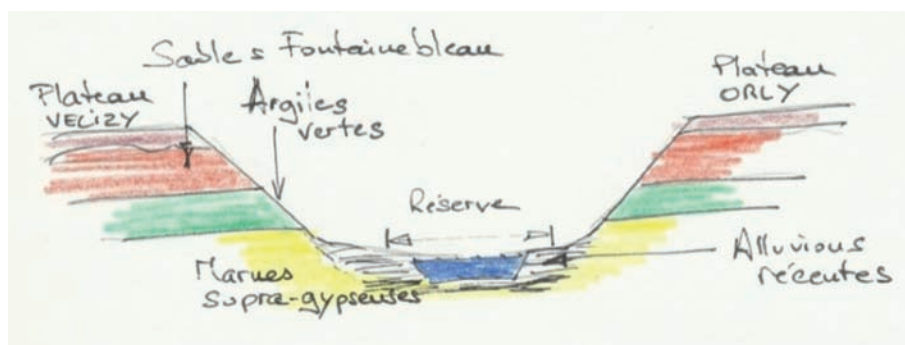
Oser la géologie au travers d'un exemple concret !

Telle réserve naturelle occupe un bassin d'orage entre des immeubles et un stade en milieu très urbanisé. Elle est entièrement fermée par un grillage. Faune et flore y sont protégées. Question géologie : *il n'y a rien à voir, rien à protéger, mais tout à savoir...*

- Savoir et dire qu'elle se situe le long de tel cours d'eau qui coule à ce niveau, car le sous-sol y est imperméable = nature de la roche sous-jacente ; ce qui a aussi permis l'implantation du bassin réservoir.
- Expliquer la structure rocheuse des coteaux environnants et comprendre alors que leur nature sableuse en fait un énorme aquifère, reposant sur un autre niveau imperméable occasionnant une multitude de sources.



Une classe en découverte
sur la Réserve naturelle géologique
de Saucats - La Brède (Gironde)



Exemple de contexte simplifié permettant de localiser géologiquement l'implantation de la réserve

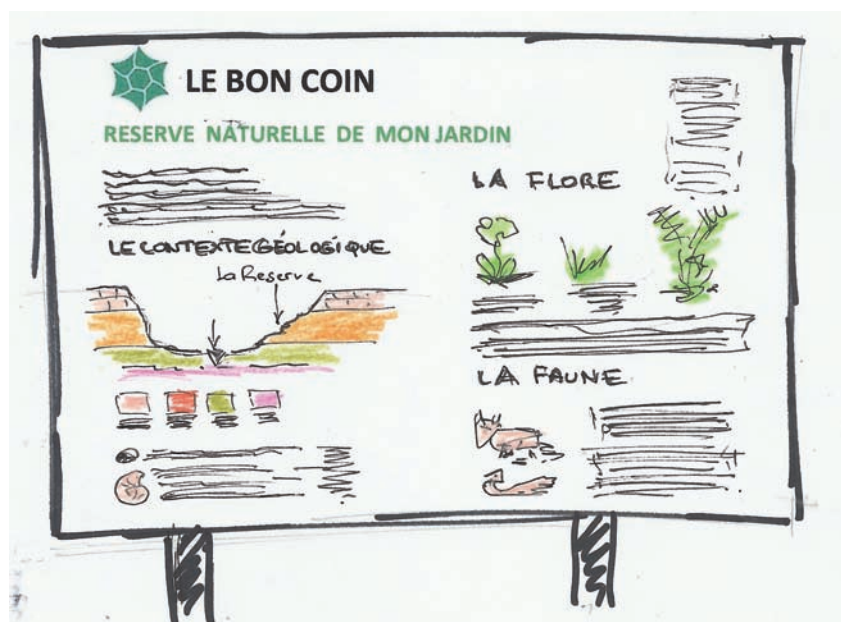
Un croquis en coupe ! Une cartographie simplifiée ! Une légende courte et lisible ! Et la géologie est alors abordée, parallèlement aux autres thèmes, sur le panneau, le flyer, la plaquette institutionnelle, le topo-guide ou par oral lors d'une visite !

A l'oral ou sur un topo-guide un peu détaillé : évoquer l'histoire des lieux, au Cénozoïque, il y a 30 millions d'années, dans le contexte d'un bassin

sédimentaire avec des variations de l'extension de la mer, expliquant les dépôts d'argile, de marne, de sable, etc. La mer s'en vient, la mer s'en va, la sédimentation change. Mais d'où venaient ces matériaux ?

Observer le panorama alentour pour y localiser les zones boisées en relation avec la nature du sous-sol, etc.

L'animateur pourrait avoir des documents dans sa besace pour, avant, pendant ou après l'observation des oiseaux, pouvoir étayer une présentation simple du contexte géologique !



On pourrait alors retrouver ce type de schéma dans les différents documents édités par la réserve, ainsi que sur le panneau de présentation générale, parallèlement aux autres informations. Sur la plaquette institutionnelle ou autre document, on pourrait par ailleurs lire un couplet simple sur le pourquoi du site, ainsi que sur son histoire géologique : succession d'épisodes marins expliquant la succession des différents terrains, etc.

Le Lac Blanc, Réserve naturelle des Aiguilles Rouges (Haute-Savoie)



Valeurs et richesses

Objets géologiques remarquables

Une, deux ou trois « étoiles »

Sur la piste du patrimoine géologique

Chaque réserve naturelle se doit d'envisager l'environnement minéral, la géologie, comme tout autre aspect de son diagnostic environnemental, et le prendre en compte dans son plan de gestion. Ce diagnostic passe dans un premier temps par une approche systématique du terrain et des objets géologiques qu'il recèle, à une échelle ou à une autre – paysages, affleurements, roches, fossiles, etc. – et leur recensement, ce que le questionnaire associé à ce document vous propose de réaliser.

Il apparaît donc fondamental de « profiter » de cette approche systématique pour déceler et inventorier, dans l'environnement minéral, tout ce qui peut revêtir une valeur plus spécifiquement patrimoniale et que l'on propose de nommer – **Objets Géologiques Remarquables (OGR)** – équivalents des espèces et habitats protégés ou menacés. Le sabot de Vénus et le pissenlit font partie du patrimoine naturel de tel ou tel espace, mais seul le sabot de Vénus possède une valeur patrimoniale. Il en va de même pour les objets géologiques. Il faut noter par ailleurs que le patrimoine géologique ne se limite pas aux seuls objets du terrain. Il peut aussi se composer de collections référencées (roches, minéraux, fossiles, etc.) et d'écrits (documents, récits, cartes anciennes, croquis, carnets de terrain, etc.) qui peuvent être détenus au sein des archives de chaque réserve.



*Fentes de dessiccation
fossiles dans les pélites
rouges du Permien
de la Réserve naturelle
des Gorges de Daluis
(Alpes-Maritimes)*

L'avez-vous remarqué ?**Ceci est un objet géologique !**

Patrimoine ou pas ?

Remarquable ou pas ?

Tout dépend du contexte !

L'important c'est :

de déceler sa présence,

de le décrire

et d'en informer la commission

Patrimoine géologique de RNF !

Le questionnement **Q-4** de la seconde partie de ce document « **Suivez le guide** » vous propose une démarche concrète pour inventorier les objets géologiques remarquables de votre territoire et à proximité, et faire remonter l'information.

Comment le patrimoine géologique est-il identifié?

Tout est une question d'échelle. Par exemple, l'Inventaire National du Patrimoine Géologique (INPG) propose une méthode et une démarche conduites par un groupe d'experts au sein de commissions régionales du patrimoine géologique (CRPG) émanations du CSRPN (Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel).

La méthode consiste à faire l'inventaire des sites et objets d'intérêt géologique (d'une région) sur divers critères : scientifiques, pédagogiques, esthétiques, culturels, de rareté, d'exemplarité, etc. Chaque site et objet remarquable est ensuite analysé à travers une grille d'évaluation qui permet d'attribuer une note qui situe son intérêt local, départemental, régional, national ou international. Au final, le patrimoine géologique du territoire est ainsi appréhendé à différents niveaux d'intérêt, permettant des stratégies conservatoires avec divers partenaires.

Chaque réserve face à cette démarche !

Pour en savoir plus et connaître le patrimoine déjà identifié de votre région, votre département ou éventuellement votre réserve, n'hésitez pas à vous rapprocher de votre DREAL.

Sur votre réserve, dans une première approche, vous pouvez vous arrêter à la simple identification des objets qui vous semblent remarquables, en disant pourquoi par la justification des critères.

Tel fossile, tel minéral, tel aspect ou morphologie vous paraît intéressant à un titre ou à un autre. Notez-le, photographiez-le, décrivez-le ! **Faites des propositions !**

Localement, une aide précieuse peut être obtenue de la part de collègues, de la commission Patrimoine géologique de RNF, d'un universitaire bienveillant, d'un géologue du CSRPN, de votre CRPG (à contacter par la DREAL).

Menaces et vulnérabilités : éternel caillou ?

Se référer au « solide plancher des vaches » est une mauvaise piste. Les roches sont naturellement condamnées à disparaître par altération, érosion. Le patrimoine géologique possède donc sa propre vulnérabilité dont il faut appréhender l'importance. L'Homme est aussi, parfois, un mauvais bougre pour les cailloux : travaux d'aménagements divers, carrières, collectionnite aiguë, mercantilisme, etc. Cette vulnérabilité anthropique doit être envisagée et appréciée.

Protéger : quelles solutions ?

Aujourd'hui, le statut de réserve naturelle permet une véritable protection juridique du patrimoine géologique. En cours de création, l'APPG (Arrêté Préfectoral de Protection de Géotope), petit frère de l'APPB (instauré dès 1976 pour la protection des biotopes), sera un outil bien adapté aux problèmes de conservation.

Mais d'autres statuts de protection réglementaires fonciers ou contractuels existent : Parcs nationaux, Espaces naturels sensibles, sites des Conservatoires d'espaces naturels et du Conservatoire du littoral, etc.

Le vieux « site classé » de la loi de 1930 peut être l'outil efficace pour protéger un paysage, une structure géologique, un point de vue, une coupe géologique, etc., et tout Objet Géologique Remarquable ne nécessitant pas une gestion fine et complexe, pour éviter une disparition.

Mais d'une manière générale, une veille géologique est pertinente : le patrimoine géologique, les OGR doivent rester accessibles et lisibles, ce qui peut nécessiter quelques travaux de gestion sur le terrain.



Structure de protection d'un affleurement sensible. Réserve naturelle géologique de Saucats- La Brède (Gironde)



 1 cm Granite de Prades. Gorges de l'Allier (Haute-Loire)



Fossile de pomme de pin. Réserve naturelle géologique du Luberon (Alpes-de-Haute-Provence/Vaucluse)



Partie 1 / Thème 2

Roches et fossiles

Les grandes familles de roches	34
Le monde des minéraux	36
L'univers des fossiles	38
L'hydrogéologie	41
La nature des sols	44

Tas de cailloux

Les grandes familles de roches

Pavage et dallage de la lithosphère

Qu'est-ce qu'une roche ?

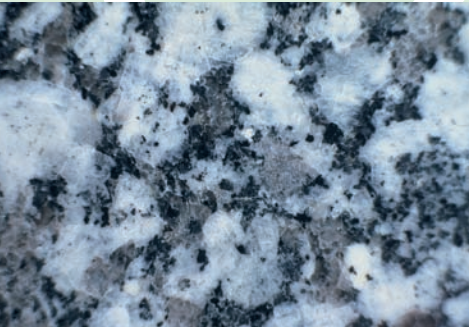
Par définition, on nomme roche tout matériau constitutif de la Terre. Les matières qui composent les roches sont qualifiées de matières minérales, à la différence des matières organiques qui supportent la vie. Le pétrole, le charbon et la tourbe sont des roches très particulières, puisque d'origine organique ! Aux températures habituelles qui règnent à la surface, entre - 60°C et + 60°C, les roches sont solides.

A des températures beaucoup plus importantes, elles peuvent être liquides comme la lave d'un volcan.

Un peu d'ordre dans les roches

Les géologues classent les roches en fonction de leur origine et de leur composition.

- Les **roches magmatiques** proviennent du refroidissement d'un magma. Elles sont qualifiées de :
 - **volcaniques** quand elles se forment par refroidissement rapide lors des éruptions à la surface de la Terre ;
Exemples : basalte, andésite, rhyolite, etc.
 - **plutoniques** quand elles refroidissent lentement et cristallisent en profondeur ;
Exemples : granite, diorite, gabbro, etc.
- Les **roches sédimentaires** se forment à la surface de la Terre, par dépôt, précipitation chimique ou activité biologique au fond d'une mer ou d'un océan, sur la côte, dans un delta, ou, plus rarement, à la surface d'un continent (rivière, lac, glacier, etc.) ;
Exemples : sable, grès, argile, calcaire, marne, gypse, sel gemme, etc.
- Les **roches métamorphiques** correspondent à d'anciennes roches préexistantes, magmatiques, sédimentaires ou déjà métamorphisées et qui ont été transformées, en profondeur, par augmentation de pression et de température, le plus généralement dans les contextes de convergence des plaques tectoniques, subduction, collision et formation des chaînes de montagnes.
Exemples : micaschiste, amphibolite, gneiss, marbre, quartzite, etc.



1 cm

Granite



1 cm

Argile

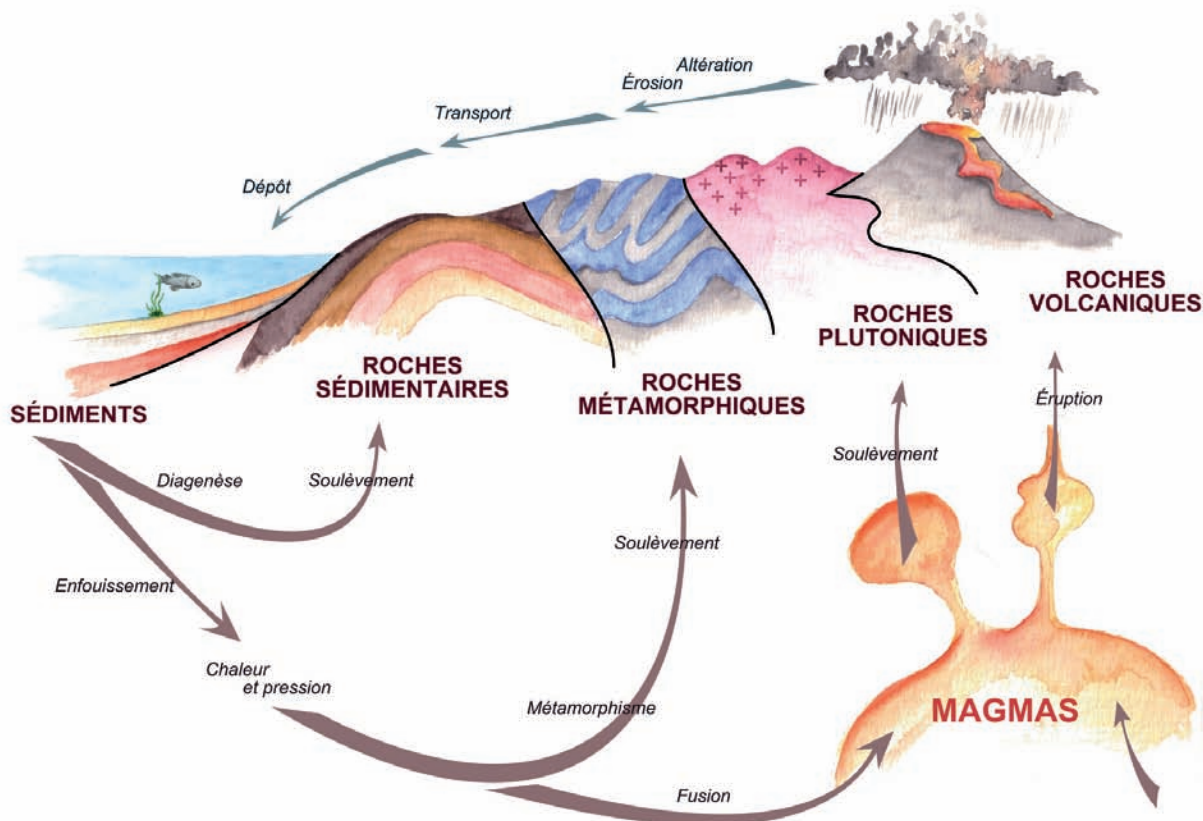


10 cm

Schiste

Caillou

Le mot caillou provient du terme gaulois *caljo*, lui-même hérité du radical indo-européen *cal* pour signifier la pierre. Le mot cal, cal osseux par exemple, du latin *callus* est issu du même radical. La ville de Cayeux, en baie de Somme, bien connue pour ses plages et ses cordons de galets, tient son nom du mot caillou.



Les roches : une grande diversité d'aspects

Certaines d'entre-elles sont cohérentes et dures comme le granite ou le marbre, alors que d'autres sont friables : c'est le cas de la craie ou du talc qui se rayent et s'effritent sous la simple pression de l'ongle.

L'argile possède la propriété d'être déformable quand elle est mélangée à l'eau. Elle est alors plastique et modelable. Sèche, elle devient rigide et friable. Le sable, quant à lui, est constitué de grains indépendants les uns des autres : c'est une roche meuble qui « coule » dans la main ou d'un espace à l'autre du sablier. Cependant, avec le temps, les grains de sable finissent par se souder entre eux et donner une roche dure et cohérente, le grès, par exemple.

Les roches se comportent de façons différentes vis-à-vis de l'eau. Les unes sont totalement imperméables alors que d'autres :

- laissent pénétrer l'eau – elles sont poreuses ;
- laissent passer l'eau – elles sont alors perméables.

Les roches obéissent à un grand cycle et se forment les unes au dépend des autres : brassage de la matière dans « l'entreprise Terre » !

NB. Une liste typologique de roches Q-3/B est proposée en fin de deuxième partie du cahier en page 107.



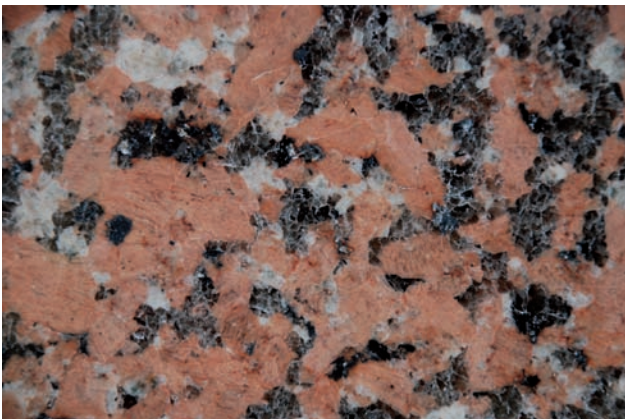
Orgues volcaniques de la Réserve naturelle de Chastreix-Sancy (Puy-de-Dôme)
© Thierry Leroy

Beau ou pas beau ! Le monde des minéraux Géométrie secrète ou visible

Minéraux et cristaux

Les roches sont composées de constituants élémentaires : les **minéraux**. Les roches formées d'un seul type de minéral sont monominérales comme les calcaires purs, le gypse ou le sable siliceux, s'il ne contient pas d'autres types de grains. D'autres roches sont polyminérales comme les granites, les roches volcaniques et de nombreux sables. Le granite, par exemple, est constitué d'un assemblage de grains de quartz, de feldspaths et de micas. Chaque minéral correspond à une composition chimique et à une structure précises.

D'une façon générale, les minéraux se présentent sous la forme de solides cristallins : ce sont des **cristaux**, même s'ils ne possèdent pas, dans la plupart des cas, de belles formes caractéristiques. Dans un cristal, les atomes sont disposés de façon ordonnée dans l'espace suivant des lois géométriques qui dépendent à la fois de la nature chimique du minéral et des conditions de sa naissance. Un cristal se caractérise donc par son réseau cristallin. Quand la matière qui constitue un minéral n'est pas organisée en réseau cristallin, mais désordonnée, on parle de structure amorphe ou de verre, comme dans bon nombre de roches volcaniques. Leur refroidissement très rapide a, dans ce cas, empêché l'organisation des atomes en réseau cristallin.



Granite rose de Ploumanac'h (Côtes-d'Armor)

1 cm



Diorite orbiculaire (Corse)

1 cm

Attention au mot cristal ! Un verre en cristal n'est pas un cristal mais simplement un verre plus riche en oxyde de plomb qu'un verre ordinaire, ce qui augmente son éclat et sa sonorité.

Un verre de vitre est un verre, principalement de silice (sable fondu), qui a gardé une structure amorphe – on dit aussi vitreuse – à cause de son refroidissement très rapide à la sortie du four verrier. L'obsidienne est un verre volcanique qui doit son aspect à un refroidissement très rapide du magma dont il est issu.

Un cristal peut avoir ou ne pas avoir une belle forme géométrique délimitée par des faces planes. C'est avant tout une question de place !



Cristaux de pyrite



Cristaux de biotite (mica)



Cristaux de quartz

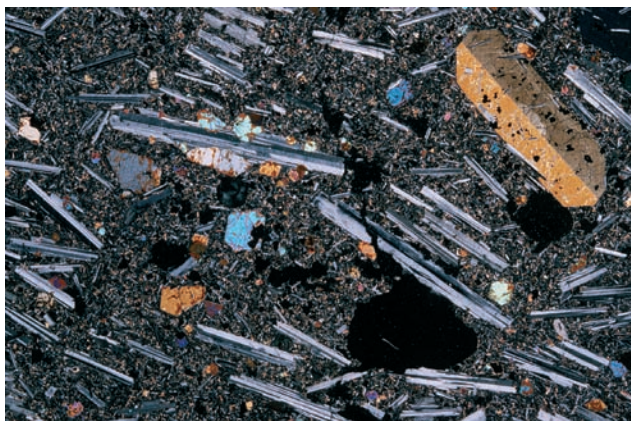
Prenons l'exemple d'un cristal de silice, le quartz. Dans la masse d'un granite, celui-ci ne présente pas de belles formes géométriques car il s'est développé en étant « coïncé » au milieu des autres minéraux. Par contre dans une fissure du granite, des circulations d'eaux chaudes en profondeur vont éventuellement permettre la croissance de beaux prismes de section hexagonale : les « cristaux de roches ». Quand ils sont purs, ils sont transparents. S'ils contiennent quelques traces d'oxyde de fer, ils peuvent prendre alors une coloration violette ; on parle d'améthyste. Des espaces vides d'atomes au sein du réseau cristallin perturbent le trajet des rayons lumineux au travers du cristal, ce qui explique, par exemple, l'aspect plus sombre du quartz fumé.

Roches et minéraux au microscope

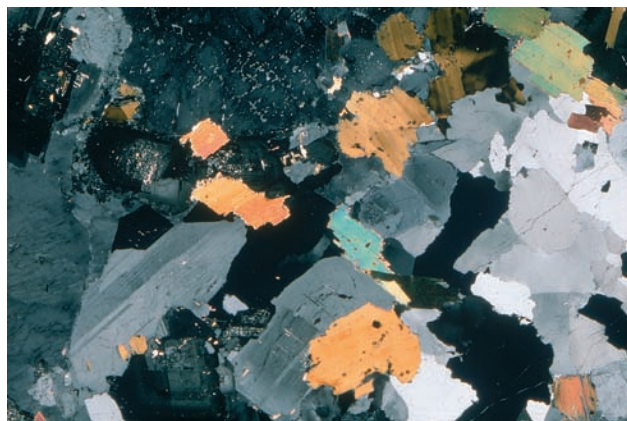
Roches et minéraux s'observent et s'étudient aussi au microscope. Pour ce faire, il faut réaliser une lame mince. Une tranche fine de roche est découpée et collée sur une plaque de verre. Elle est ensuite meulée et polie pour diminuer son épaisseur jusqu'à ne plus faire que 0,03 mm d'épaisseur. Elle peut alors être analysée, soit en lumière naturelle, soit en lumière polarisée, pour identifier les minéraux qui la composent, ainsi que leur structure microscopique.

Coup d'œil sur la composition et la structure des minéraux

Le regard sur les proportions des différents éléments chimiques et sur les formules des principaux minéraux entrant dans la composition des roches de l'écorce terrestre est particulièrement instructif sur la nature minérale et sa relative homogénéité, malgré les apparences !



Lame mince de basalte, observée au microscope en lumière polarisée analysée



Lame mince de granite, observée au microscope en lumière polarisée analysée

Composition chimique moyenne de l'écorce terrestre :

Oxygène : 46,5%

Silicium : 27,5%

Aluminium : 8%

Fer : 5%

Calcium, sodium, potassium, magnésium : 11%

Autres éléments réunis : 2%

L'oxygène et le silicium sont les deux principaux éléments chimiques constituant de l'écorce terrestre.

NB. Une liste typologique de minéraux Q-3/C est proposée en fin de deuxième partie du cahier (page 109).

Traces de vie L'univers des fossiles Inscrites dans la pierre

Les fossiles ne seraient-ils que des coquilles jetées en chemin par les pèlerins se rendant à Saint-Jacques de Compostelle comme l'ironisait Voltaire, ou des coquillages abandonnés sur place lors du déferlement du déluge ?

Les fossiles : objets de la paléontologie

D'une façon générale, un fossile est le reste pétrifié d'une partie ou de la totalité d'un organisme animal ou végétal ou la trace de son activité. Parfois la roche ne garde qu'une empreinte, le corps ou la coquille ayant totalement disparu. La « chance » de devenir fossile dépend de nombreux paramètres comme :

- le lieu du dépôt, fond marin, lac, cours d'eau ou surface du sol ;
- la nature du sédiment qui s'accumule à cet endroit, la vitesse des phénomènes ;
- et surtout la nature et la résistance des tissus de l'organisme qui meurt.

Les fossiles de mollusques sont très fréquents. Cela n'est guère étonnant, ces animaux étant pour la plupart pourvus, de leur vivant, d'une coquille de nature minérale calcaire. A la mort de l'animal, les chairs molles se décomposent rapidement ou sont mangées par d'autres, alors que la coquille reste : c'est déjà de la matière minérale ! Certaines roches, comme les faluns et les lumachelles, sont presque exclusivement composées de coquilles et/ou de débris de coquilles.



*Fossile de fougère
Carbonifère*

On ne trouve des fossiles que dans les roches sédimentaires, voire certains dépôts d'origine éruptive comme les accumulations de cendres volcaniques. La vitesse d'enfouissement favorise la fossilisation. Quand le sédiment emprisonne rapidement l'organisme, ce dernier a plus de chance d'être conservé.

Divers exemples de fossilisation

Lors de la fossilisation, il va, le plus souvent, s'opérer progressivement une substitution de la matière de l'organisme par de la matière minérale. C'est ainsi que la silice peut remplacer élément par élément, la matière végétale

(cellulose) d'un tronc d'arbre pour donner un bois silicifié conservant la structure du bois d'origine. Parfois la roche se forme autour d'une coquille qui, par la suite, disparaît par dissolution, ne laissant ainsi qu'un moule.

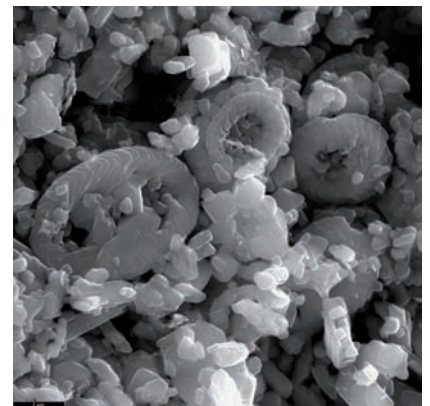


Fossile de trilobite. Réserve naturelle de Vireux-Molhain (Ardennes)

La fossilisation semble parfois paradoxale. Les oursins ont, de leur vivant, un test calcaire. Cependant, dans la craie, sédiment calcaire, de nombreux oursins sont siliceux et inclus dans des rognons de silex. Pourquoi ? La silice que contient la craie de façon diffuse a migré autour de pôles d'attraction comme les tests d'oursins et s'est progressivement substituée à la matière de ces derniers.

Il est relativement rare de retrouver le fossile ou l'empreinte d'un corps mou ou fragile. Quelques insectes ont été piégés dans de la résine de conifère ; on peut alors parler de momification. Celle-ci a donné l'ambre dans laquelle ils sont conservés.

Beaucoup de fossiles ne sont que des empreintes. C'est le cas, par exemple des végétaux dans les schistes houillers. On peut également retrouver des empreintes, non pas d'organisme, mais du passage d'un animal – trace de vie – sur un sédiment meuble : empreinte de pas de dinosaures sur une ancienne plage de sable aujourd'hui transformé en grès, ou empreinte des pas de deux ou trois de nos ancêtres, il y a quelques 3,5 millions d'années, marchant dans la boue volcanique à Laetoli en Tanzanie.



Coccolites : microfossiles de la craie

Les fossiles de loin les plus abondants sont ceux que nous ne voyons pas. Ils sont microscopiques ou ultra-microscopiques et correspondent à l'accumulation de micro-coquilles ou de tests d'organismes planctoniques. Le microscope électronique a permis de découvrir que la craie est presque entièrement constituée par l'accumulation de fragments de tests calcaires d'algues microscopiques : les coccolites. Certains microfossiles possèdent un intérêt scientifique notoire, caractéristique d'une époque très précise ou d'un contexte environnemental spécifique.

L'activité bactérienne est aussi à l'origine de la formation des structures fossiles que sont les stromatolithes, parmi les traces de vie les plus anciennes à la surface de la Terre. Les plus vieux d'entre eux datent de plus de 3,8 milliards d'années.

Faire parler les fossiles

Dans la roche qui les contient, les fossiles témoignent de l'histoire de la Vie et de l'histoire de la Terre. Ils sont à la base de la reconstitution des paléo milieux, de la mise au point de l'échelle du temps et de la théorie de l'évolution.

Quand on questionne un enfant sur un échantillon présentant des fossiles, sa première intuition est généralement de les voir posés et collés « sur » la roche. Il peut parfois être difficile de lui faire comprendre qu'ils sont ou qu'ils ont été « dans » la roche, c'est-à-dire contemporains de sa formation. En « interrogeant » les fossiles, on peut donc obtenir des informations sur le contexte de la genèse de la roche qui les contient. C'est le domaine de la paléoécologie.

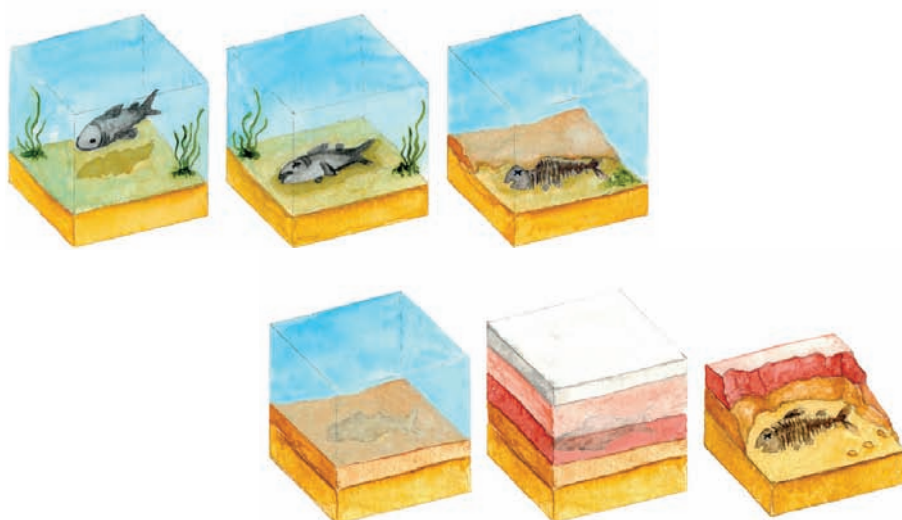
Les coraux, par exemple, sont des animaux coloniaux qui vivent généralement dans des mers chaudes et aérées à faible profondeur d'eau. Le fait de les retrouver fossilisés dans un calcaire jurassique (- 150 millions d'années) de Lorraine ou de Bourgogne permet de reconstituer un élément de la paléogéographie locale de cette époque. Leur présence témoigne des conditions environnementales et climatiques qui régnaient sur la région à l'époque du Jurassique. En ce temps-là, la France se situait à la latitude du tropique du Cancer – dérive des continents oblige – et la mer était chaude et peu profonde. On se serait cru aux Bahamas !

Les fossiles servent aussi à dater les couches de terrain qui les contiennent. Quelques groupes ou espèces n'ont vécu qu'un laps de temps relativement court au regard des temps géologiques. Leur présence dans une roche atteste d'une époque précise. Retrouver ces mêmes fossiles dans des roches géographiquement très éloignées permet de dire qu'elles sont contemporaines. Les paléontologues ont ainsi mis au point des catalogues de fossiles qui servent de repères stratigraphiques pour le calendrier de l'histoire de la Terre.



Fossile de chauve-souris. Réserve naturelle géologique du Luberon (Alpes-de-Haute-Provence/Vaucluse)

NB. Une liste typologique de fossiles Q-3/D est proposée en fin de deuxième partie du cahier page 109.



Évocation des étapes de la fossilisation

L'eau du sous-sol

L'hydrogéologie

Nappes, rivières souterraines et sources

Hydrographie : description et étude des cours et des plans d'eau à la surface de la Terre.

Hydrologie : dynamique du cycle de l'eau entre les différents milieux : atmosphère, hydrosphère et lithosphère.

Ce chapitre aborde quelques notions de base d'**hydrogéologie**, la science qui étudie les eaux souterraines.



Affleurement et débordement de la nappe en période de crue (Jura)

Environ un tiers des eaux qui tombent à la surface de la Terre s'infiltrent en profondeur dans les fissures et autres espaces libres au sein des roches où elles constituent des nappes d'eau souterraines. Un **aquifère** est un terrain contenant une nappe d'eau.

On entend par **porosité** l'ensemble des petits espaces entre les grains ou microfissures, susceptibles de contenir de l'eau, alors que la **perméabilité** est la possibilité pour une roche d'être traversée plus ou moins facilement par l'eau.

Dans la plupart des roches, l'eau occupe des fissures plus ou moins marquées, fissures du granite, microfissures de la craie, par exemple, ou les espaces libres entre les grains d'une couche de sable ou de graviers. Par contre, en pays calcaire, l'eau peut aussi occuper de grandes cavités – lacs souterrains – ou couler sous forme de rivière souterraine.

Il existe différents types de nappes. Les **nappes phréatiques** sont superficielles. Ce sont celles dans lesquelles on peut creuser des puits ; *phreas* signifiant puits en grec. Le **niveau piézométrique** d'une nappe est celui atteint par l'eau dans un tube atteignant la nappe. Les **nappes alluviales** occupent les sables et graviers déposés par les rivières. Les **nappes captives** sont celles prises en « sandwich » entre deux couches de terrains imperméables. L'eau s'y retrouve parfois sous pression et jaillit de façon spontanée lorsqu'on y réalise un forage. On parle alors de **puits artésien**. L'origine de ce mot vient du fait que les premiers puits de ce type ont été forés en Artois (Nord-Pas de Calais). Les **nappes profondes** appartiennent à des couches géologiques situées à plusieurs centaines de mètres de profondeur et parfois beaucoup plus. Les eaux y sont plus ou moins chaudes et éventuellement utilisables pour alimenter des systèmes de chauffage ou de production d'électricité : c'est la géothermie. Les eaux qui arrivent des profondeurs ont également pu dissoudre des substances minérales particulières et acquérir ainsi des propriétés thérapeutiques : ce sont des eaux thermales. De nombreuses nappes d'eau sont contenues dans les espaces libres des aquifères karstiques, sous forme de circulation d'eau dans des fissures, des cours d'eau ou des lacs souterrains.

Les nappes d'eau sont mobiles et s'écoulent plus ou moins rapidement en fonction de la nature des roches traversées. Elles peuvent parcourir plusieurs centaines de mètres par jour dans une couche de sable, quelques mètres dans une couche de craie et parfois moins d'un millimètre par jour dans une couche d'argile.



Résurgence de la Loue (Doubs)



Source du Par 83°C. Chaudes-Aigues (Auvergne)

Les eaux souterraines peuvent revoir le jour au niveau des **sources**. Celles-ci se situent le plus souvent à l'intersection de la base des couches perméables avec la topographie, où l'eau, arrêtée par une couche imperméable sous-jacente, s'écoule spontanément à la surface. Comme les cours d'eau, les nappes subissent les variations saisonnières avec des niveaux de crue et des niveaux d'étiage. Pour ne jamais être à sec, un puits doit être creusé jusqu'à une profondeur inférieure au plus bas niveau d'étiage connu.

En cas de crue d'une nappe superficielle, son niveau supérieur peut dépasser celui du sol, ce qui provoque alors une inondation locale des terrains, ce qui fut le cas dans la Somme en 2002. De nombreuses inondations sont dues aux effets conjugués d'une crue de la rivière et de la nappe alluviale située dans les terrains qui constituent les dépôts alluvionnaires de fond de vallée.



Pertes de la Valserine (Ain)

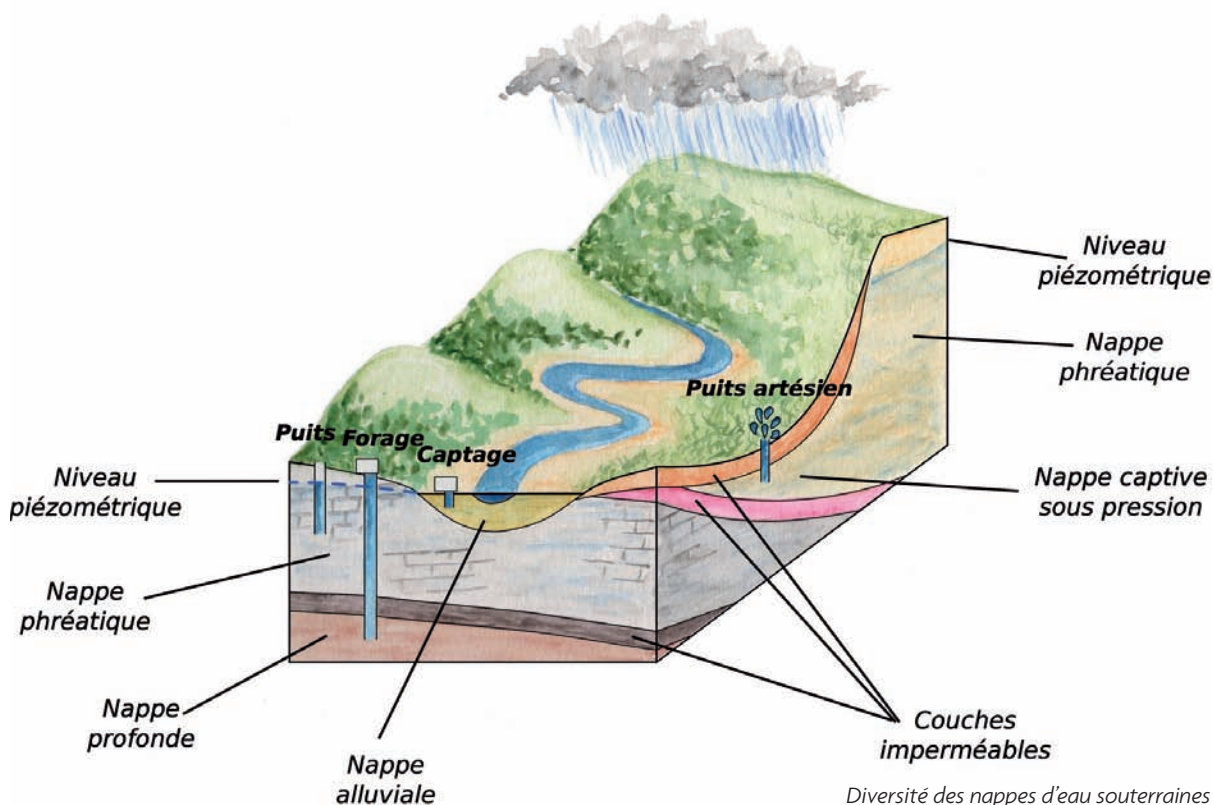


Source artésienne des Eaux bleues de Tavers (Loiret)

En région calcaire (région karstique), les eaux du sous-sol se regroupent et forment des ruisseaux ou des rivières souterraines qui revoient le jour au pied des plateaux, sous forme de **sources vaclusiennes : exsurgence** ou **résurgence** aux débits plus ou moins importants et réguliers selon les saisons.

L'hydrogéologie est une discipline de plus en plus importante dans le contexte des problèmes posés par la pollution et par l'approvisionnement en eau de nombreuses régions du monde. La connaissance des nappes et de leur fonctionnement est nécessaire au travail de prévention des risques de crue et d'inondation, ainsi qu'à la réalisation de tous les travaux de construction et de génie civil.

Par ailleurs, en matière d'espace naturel, le contexte hydrogéologique influence fortement les habitats et les espèces végétales et animales qui les peuplent, d'où la nécessité de le prendre en compte dans une approche globale d'un territoire.



Diversité des nappes d'eau souterraines

Pellicule fine et fragile

La nature des sols

Terre arable que sillonne l'araire

Interface entre le monde minéral et le monde vivant, habitats, espèces, le sol constitue une couche relativement fine et fragile, non renouvelable, sorte d'épiderme à la surface de la terre ferme, composé d'un mélange de matières minérales issues de la décomposition de la roche-mère sous-jacente, plus ou moins enrichi de matières organiques d'origine animale et végétale en décomposition, le tout brassé par un incroyable foisonnement de vie : bactéries, mycélium de champignon, racines, vers, insectes et autres organismes fouisseurs. L'étude des sols est l'objet de la **pédologie**.



Scène de labour traditionnel à Cuba

D'une façon habituelle, on distingue deux grands types de sols :

- ceux formés sur place par altération du sous-sol en place : **sols résiduels** ;
- ceux dont les éléments ont été apportés (vent, eau, glacier) : **sols transportés**.

La nature et l'épaisseur des sols dépendent, en particulier pour les sols résiduels, de deux facteurs primordiaux : la nature de la roche-mère et le climat. Les régions froides et sèches possèdent généralement des sols plus pauvres que les régions tempérées ou chaudes et humides, à fort pouvoir d'altération des roches du sous-sol. En fonction de leur nature principale, on distingue les sols calcaires, les sols limoneux, les sols argileux, les sols sableux et les sols humifères.

D'une façon générale, les éléments minéraux d'un sol peuvent s'analyser en fonction de leur texture, granulométrie plus ou moins grossière ou fine – graviers, sables, limons et colloïdes – et de leur nature minéralogique. Les éléments prédominants sont habituellement les argiles, ainsi que les carbonates et les oxydes et hydroxydes. Cependant certains sols sont très riches en sable.

La matière organique entrant dans la composition d'un sol peut se subdiviser en trois principales fractions :

- les organismes vivants, végétaux, animaux, microbiens, champignons, etc. ;
- la matière organique en cours de décomposition ;
- la matière organique décomposée et stabilisée.

Dans le sol, le rôle de la matière organique est primordial. Dans le *mull* – mot suédois signifiant terre – l'humus se mélange avec la matière minérale dans un complexe relativement aéré. Par contre un sol constitué d'humus brut est qualifié de *mor* – mot danois signifiant marécage.

Il est habituel de distinguer trois horizons notés A, B et C sur le schéma, les horizons supérieurs étant plus riches en matière organique – horizons humifères – que les horizons inférieurs – horizons minéraux.

A = terre arable

B = zone enrichie en divers substances
dont des matières organiques

C = roche-mère altérée

A cette structure principale vient s'ajouter, en partie superficielle, un horizon O (ou A0) (horizon organique) uniquement ou presque constitué par la litière peu décomposée, les résidus de matières organiques fragmentés et les matières organiques fines et décomposées.

Par rapport à leur structure et leur évolution, on peut distinguer :

- les **sols peu évolués**, où la roche-mère est peu altérée, avec une très faible proportion de matière organique avec trois horizons principaux quasiment indifférenciés ;
- les **sols évolués** avec les trois horizons (A, B, C) bien différenciés et, assez généralement, une richesse superficielle en humus, qui constituent les sols bruns de bon nombre de nos régions tempérées.

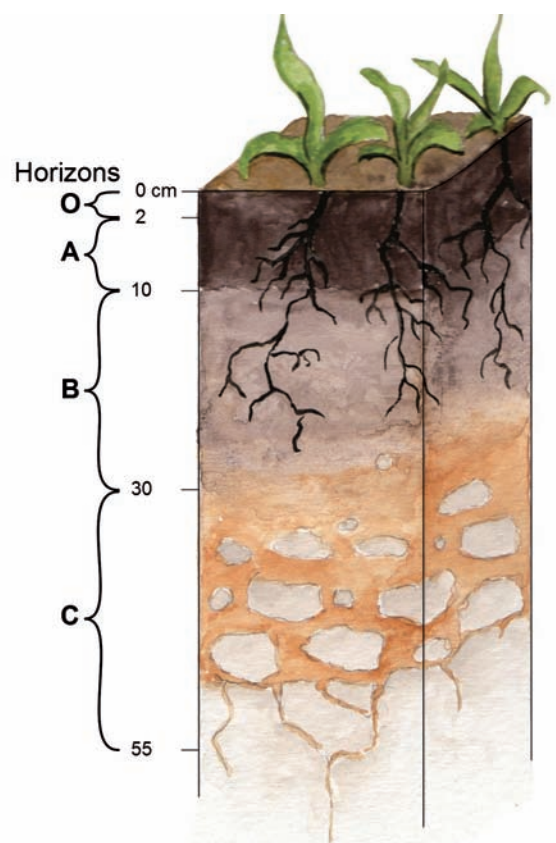


Schéma simplifié de la coupe d'un sol
© Gaëlle Guyétant



Humus en formation sur sol forestier

Sol acide / sol basique ou alcalin ?

La nature d'un sol dépend en grande partie de la nature de la roche-mère qui, par altération, lui a donné naissance. Il est, pour cette dernière, assez habituel de la classer selon les critères suivants :

- roches acides : celles qui contiennent plus de 65% de silice dans leur composition chimique : granite, rhyolite, sable siliceux, grès, etc. ;
- roches basiques ou alcalines : celles qui contiennent moins de 50% de silice : basalte, gabbro, calcaire, etc.

Le sol, installé sur un substratum donné, reflètera donc, dans la plupart des cas, la nature chimique de la roche-mère sous-jacente. Dans la réalité, l'acidité ou la basicité du sol correspond, non pas directement à la roche, mais au pH de l'eau en contact avec le sol associé :

- $\text{pH} < 4,5$: sols très acides
- $4,5 < \text{pH} < 6$: sols faiblement acides
- $6 < \text{pH} < 7$: sols équilibrés permettant une bonne alimentation minérale
- $\text{pH} > 7$: sols basiques (ou alcalins) calcaires et /ou salés.



Exemple de sol transporté sur couche de sable

En fonction de ces différents critères, il est possible de classer les sols en quelques grandes catégories dont les principales sont :

Sols bruns

Sols structurés en horizons, plus ou moins lessivés en surface, présentant un humus bien minéralisé de type mull. Ce sont les sols forestiers et agricoles habituels des pays tempérés.

Sols calcimorphes : rendzines

Sols généralement assez peu épais, caractéristiques des roches-mère calcaires friables dont les fissures sont colonisées par les systèmes radiculaires. Ce sont les sols des pelouses calcaires en pays tempéré.

Sols isohumiques : chernozems

Sols très sombres des steppes semi-arides en climat continental. L'humus de type mull envahit l'ensemble de l'épaisseur du sol.

Sols à humus brut : podzols

Sols à humus brut des pays froids, caractérisés par un horizon A de type mor d'aspect cendreux.

Sols halomorphes

Sols riches en sels, caractéristiques des zones littorales au niveau de la mer : prés salés.

Sols hydromorphes

Sols à structure massive et horizon noirâtre. Ils supportent des prairies humides, des tourbières et des forêts.

Sols à oxydes

Sols rouges méditerranéens et sols ferralitiques caractéristiques des régions de températures et précipitations importantes.

Sols peu ou pas évolués

C'est le cas de la plupart des sols transportés : sols alluviaux et colluviaux, sols glaciaires, sols éoliens, etc.

L'analyse et l'identification d'un sol n'est pas chose simple avec de nombreuses composantes et variantes. Il est donc nécessaire, pour avoir un diagnostic correct et des directives de gestion adaptées, de faire appel à un pédologue.



Exploitation de la toubes en Irlande



Absence de sol sur ce secteur du lapiatz de Loulle (Jura)



*Panorama sur la Réserve naturelle
des Gorges de la Loire (Loire)*



Partie 1 / Thème 3

Espace et temps

Les déformations tectoniques	50
Le temps et son échelle en géologie	54
La carte géologique : document de synthèse	58
Lire et décoder la carte géologique	60
Regard sur quatre documents cartographiques	61

Adresses utiles

Quelques acteurs en Sciences de la Terre	66
--	----

Ça plisse ou ça casse

Les déformations tectoniques

Chamboule-tout

Peu ou pas de déformations !

De nombreux territoires de réserves et autres espaces naturels s'inscrivent dans un des deux grands bassins sédimentaires – Bassin parisien et Bassin aquitain – qui structurent une grande partie du sous-sol français. Les roches sédimentaires qui les constituent y sont, pour la plupart, disposées en **couches horizontales superposées** ou faiblement inclinées. Cette disposition est héritée :

- des différents épisodes sédimentaires, pour la plupart marins, qui sont venus déposer les matériaux les uns par-dessus les autres dans leur ordre historique ;
- du fait que ces régions, sauf parfois localement, n'ont pas subi de déformations tectoniques importantes.

Les couches les plus récentes y sont donc situées au-dessus des couches plus anciennes ; c'est le principe de superposition. Dans d'autres anciens bassins sédimentaires comme la Provence, par exemple, la tectonique a, en de nombreux endroits, bousculé l'agencement des terrains. Par contre, dans certaines régions de plateaux, comme les Causses, les couches sédimentaires ont été soulevées, mais pratiquement pas déformées ni basculées !



Couches horizontales sur le plateau du Causse du Quercy (Lot)



*Couches horizontales du cœur du Bassin parisien.
Carrière de gypse de Cormeilles-en-Parisis (Val-d'Oise)*

Plissé comme un tissu souple !

Le Jura, les Alpes, les Pyrénées, mais aussi les massifs anciens montrent souvent des roches plissées. Les **plis** constituent l'une des signatures que la nature inscrit dans les paysages, signifiant de façon lisible les contraintes qu'elle subit lors de la formation d'une chaîne de montagne. A la fin du XVIII^e siècle, le savant genevois Horace Bénédict de Saussure (1740 – 1799), passant au pied de la paroi d'Arpennaz entre Cluses et Sallanches, sur la route qui le menait à Chamonix, en décrit le pli en « S » majuscule. Il émet l'hypothèse que les plis s'étaient formés en même temps que les montagnes et que leur présence en attestait la surrection : une idée révolutionnaire à une époque où beaucoup pensaient encore que tout était fixé depuis la création du monde.



Pli d'Arpennaz dominant la vallée de l'Arve, entre Cluses et Sallanches (Haute-Savoie)

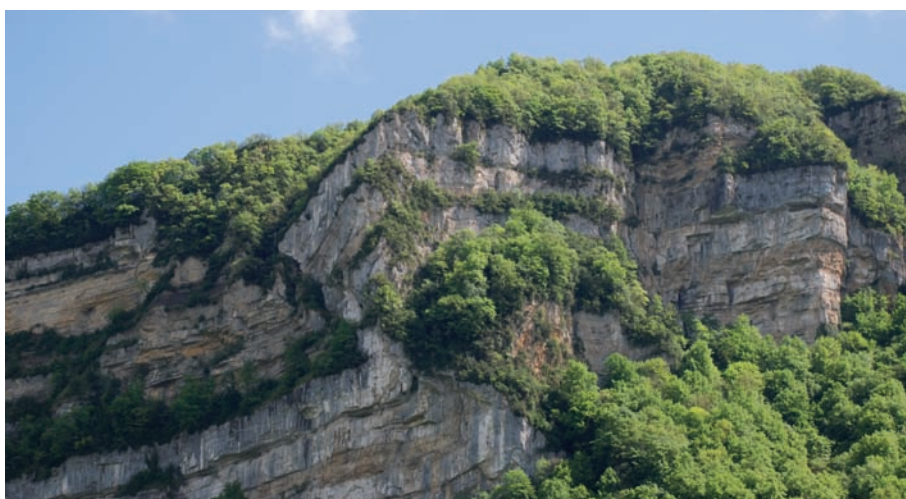
Un pli est une déformation souple des roches qui se traduit par une ondulation présentant une alternance de parties creuses, les **synclinaux**, et de parties bombées, les **anticlinaux**. En fonction des déformations subies et de la position de l'axe du pli, on peut distinguer différents types de plis : **plis droits**, **plis couchés**, **plis étirés** et **plis faillés** quand les matériaux n'ont pas résisté au plissement et ont fini par se rompre. On observe des plis à toutes les échelles, du centimètre au kilomètre et beaucoup plus.

Les plis peuvent affecter pratiquement toutes les catégories de roches. Or celles-ci sont généralement rigides. Quand on les soumet à des contraintes de flexion, elles ne plient pas mais cassent ! Par contre, on constate que des plaques de marbre, roche dure et cassante, entreposées en porte-à-faux chez un marbrier, se déforment et acquièrent une courbure avec le temps, alors qu'elles cassent si on cherche à les déformer rapidement ! Ceci nous permet de penser, et force est de l'observer dans la nature, que des roches dures et cassantes peuvent se comporter différemment avec le temps et ce, de façon encore plus évidente, sous une charge et une température importantes en profondeur.

Pour réaliser des plis avec un tissu, mieux vaut raccourcir sa longueur que soulever son centre ! Les plis sont principalement le résultat de contraintes latérales de raccourcissement. Celles-ci entrent en jeu quand les compartiments rocheux subissent des contraintes de convergence tectonique. Les roches situées en surface ont tendance à casser alors que celles situées plus en profondeur vont en partie se plisser. Quand l'ensemble se soulève, l'érosion décape les reliefs, faisant apparaître les terrains plissés sous-jacents.



Pli d'Espréaux (Hautes-Alpes)



Pli-faille de l'Albarine. Bugey (Ain)



Couches redressées de Sisteron (Alpes-de-Haute-Provence)

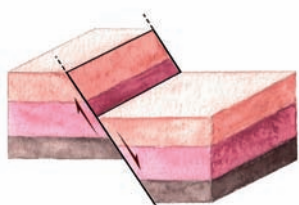


Structure plissée de la Chartreuse (Isère) © Patrick Gardet

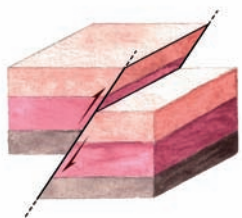
Quand ça casse : failles

Résultat des contraintes de convergence et de collision à la surface de la Terre, l'architecture des reliefs se traduit, certes par des plis, mais aussi et surtout par des cassures et des déplacements de compartiments rocheux les uns par rapport aux autres, à différentes échelles : ce sont les **failles**. Le long des failles, les roches se décalent, séisme après séisme.

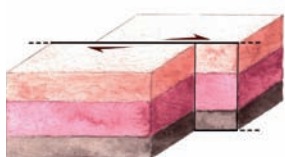
Divers types de failles



Faillle normale



Faillle inverse



Faillle décrochante

Parmi les failles, on distingue les **failles normales**, les **failles inverses** et les **failles décrochantes** ou coulissantes (failles transformantes). Au niveau d'une faille normale, le compartiment situé au-dessus du plan de faille descend par rapport à l'autre. Pour une faille inverse, le compartiment situé au-dessus du plan de faille vient chevaucher celui situé au-dessous. Une faille décrochante fonctionne par coulissage latéral d'un compartiment par rapport à l'autre. Chaque séisme, même très faible, peut être l'occasion d'un déplacement des compartiments rocheux le long du plan de faille. Et, il ne faut pas oublier en géologie que millimètre après millimètre, sur des millions d'années, les choses bougent sur des kilomètres et beaucoup plus !



Miroir de faille.
Mas d'Azil (Ariège)



*La faille des Hachettes (faille normale)
sur le littoral du Calvados.
Extension de la Réserve naturelle
de la falaise du Cap Romain
(Calvados)*

Copeaux de continents !

Lors des phénomènes de collision qui mettent en place les chaînes de montagnes, des ensembles rocheux de plus ou moins grande importance cassent et forment des écaïlles tectoniques que les contraintes de convergence font progressivement chevaucher les unes au-dessus des autres. Ces mouvements horizontaux provoquent des empilements qui se traduisent par l'élévation des reliefs. Un tel type d'écaïlles successives venant chevaucher les unes sur les autres est particulièrement lisible au paysage du col du Lautaret dans les Alpes. Ces formations d'**écaïlles tectoniques** affectent aussi bien les roches situées en surface que les couches profondes où elles épaississent la croûte continentale et participent à la formation d'une racine pour la chaîne de montagnes.



*Le pli de Saint Clément affectant
la nappe de charriage du Flyschs à
Helminthoïdes (Hautes-Alpes)*

Rompre les amarres !

Les déplacements des terrains peuvent parfois prendre des proportions très importantes. Des ensembles rocheux rompent ainsi leurs amarres avec leur zone d'origine et migrent sur des grandes distances (plusieurs dizaines de kilomètres ou plus) : ce sont les **nappes de charriages**. Elles constituent des ensembles rocheux déplacés qui reposent de façon anormale – **chevauchements** – sur d'autres terrains avec lesquels elles n'ont, au point de départ, aucune histoire ou origine commune. C'est le cas des roches du Chablais ou du Queyras dans les Alpes françaises.

Le temps fait tout à l'affaire

Le temps et son échelle en géologie

Et un, et deux et cent... millions d'années !

A la différence des étapes de la vie humaine et de nos calendriers historiques, l'aventure de la Terre s'étend sur une période très longue de 4,6 milliards d'années. L'histoire géologique se compte en millions et en dizaines de millions d'années. Cependant elle est aussi marquée par des événements ponctuels qui n'ont duré que quelques secondes comme les traces de pas d'un animal, l'impact d'une météorite, ou l'explosion d'un volcan, et qui, parfois, marquent pour longtemps la mémoire de la Terre.

Difficile d'appréhender le temps en géologie !

Pour raisonner sur l'histoire de la planète et sur les événements qui s'y sont succédés, le géologue, comme tout historien, doit :

- tenter de reconstituer leur ordre chronologique : **datation relative** ;
- leur attribuer un âge le plus précis possible : **datation « absolue » (radiochronologique).**



*Les plus vieilles roches de France
formées il y a 2 milliards d'années.*

Pors-Radeu (Côtes-d'Armor)

© Pierrick Graviou

Datation relative

La démarche qui consiste à rechercher l'ordre dans lequel se sont mises en place les différentes formations géologiques se base sur quelques principes fondamentaux de raisonnement.

Le **principe de superposition**, à savoir qu'une couche de terrain est plus récente que celle située au-dessous d'elle, est valable dans les régions stables depuis l'origine des dépôts. Dans les régions de montagnes, les mouvements tectoniques ont pu plisser les terrains au point de chambouler le tout et de faire passer au-dessous ce qui était au-dessus.

Le **principe de recoupement** consiste, comme son nom l'indique, à observer les structures qui se recoupent. Si un filon volcanique recoupe une formation rocheuse, le filon lui est postérieur.

L'observation de couches géologiques, éventuellement éloignées, mais possédant les mêmes caractéristiques, permet de les dater de façon contemporaine : c'est le **principe de continuité latérale**. Mais attention, l'inverse n'est pas forcément vrai ! Une couche bien définie et en continuité géographique peut changer d'aspect d'un endroit à un autre, les conditions de sédimentation d'origine y étant différentes ; on parle, dans ce cas, de variation latérale de faciès.

Dans le même ordre d'idées, la comparaison de deux unités géologiques possédant les mêmes associations de fossiles, en particulier si ceux-ci sont de bons repères stratigraphiques, permet de les dater de la même époque : c'est le **principe de l'identité paléontologique**.

Datation « absolue » – Radiochronologie

La datation « absolue » est basée sur la radioactivité de certains éléments chimiques et le fait que celle-ci décroît de façon régulière et connue avec le temps. L'élément radioactif d'origine, ou élément père, se transforme progressivement en élément fils de masse différente. L'uranium 238 (radioactif), par exemple, se transforme en plomb 206. En mesurant les quantités de l'un et de l'autre on peut connaître l'âge du début du phénomène de transformation et par la même occasion l'âge du minéral qui contient ces éléments, et donc l'âge de la roche dans le cas où sa formation est contemporaine de celle du minéral, ce qui est généralement observé dans les roches magmatiques. Les mesures faites à partir du couple chimique rubidium/strontium permettent de remonter à quelques 5 milliards d'années. La méthode potassium/argon peut mesurer des âges de l'ordre du milliard d'années, d'où son importance en géologie. Les mesures réalisées avec le carbone 14 permettent de remonter à environ 50 000 ans : c'est pour cela qu'il est surtout utilisé en Préhistoire.



Empreinte fossile de papillon datée de l'oligocène.
Réserve naturelle géologique du Luberon
(Alpes-de-Haute-Provence/Vaucluse)

L'échelle des temps géologiques

Depuis un siècle et demi, les géologues ont progressivement mis au point, puis affiné, en particulier grâce à l'étude des fossiles, un calendrier de l'histoire de la Terre et de la Vie : c'est l'échelle des temps géologiques. Celle-ci débute avec la formation de la Planète, il y a environ 4,6 milliards d'années et reste relativement floue pendant presque 90% de son histoire.

Après les périodes lointaines de l'Archéen et du Protérozoïque, l'échelle se précise fortement à partir du Cambrien, il y a 540 Ma. Pourquoi ? Tout simplement parce que cette période correspond à l'époque où le monde animal évolue et de nombreuses espèces acquièrent coquilles et squelettes. Les fossiles deviennent alors beaucoup plus nombreux et le calendrier plus détaillé, et ce, d'autant plus que l'on avance dans le temps et que l'on se rapproche d'aujourd'hui.

LES TRILOBITES

Les Trilobites font partie de l'embranchement des Arthropodes et en sont les plus anciens représentants.
Ils ont vécu du Cambrien (-540 millions d'années) jusqu'au Permien (-245 millions d'années), époque à laquelle ils ont totalement disparu.
Sur le site de la Réserve, 10 espèces ont été déterminées.

ANATOMIE SUCCINCTE

VUE DORSALE

(Dessins d'après croquis détaillés de Mr B. Gibout)

Extrait du panneau de site de la Réserve naturelle de Vireux-Molhain (Ardennes)

Echelle des temps géologiques (2014/10)

Ère	Système	Série	Étage	Âge absolu en millions d'années
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	Présent	
		Pléistocène	Supérieur	0,0117
			Moyen	0,126
			Calabrien	0,781
	Néogène	Pliocène	Gélasien	1,8
			Plaisancien	2,6
		Miocène	Zancéen	3,6
			Messinien	5,3
			Tortonien	7,3
			Serravallien	11,6
			Langhien	13,8
			Burdigalien	16
			Aquitainien	20,4
				23
	Paléogène	Oligocène	Chattien	28,1
			Rupélien	33,9
		Éocène	Priabonien	37,8
			Bartonien	41,2
			Lutétien	47,8
		Paléocène	Yprésien	56
			Thanétien	59,2
			Sélandien	61,6
				66
			Danien	66
Mésozoïque	Crétacé	Supérieur	Maastrichtien	72,1
			Campanien	83,6
			Santonien	86,3
			Coniacien	89,8
			Turonien	93,9
		Inférieur	Cénomanién	100,5
			Albien	113
			Aptien	125
			Barrémien	129,4
			Hauterivién	132,9
			Valanginién	139,8
			Berriasien	145
	Jurassique	Supérieur	Tithonien	152,1
			Kimméridgien	157,3
			Oxfordien	163,5
		Moyen	Callovien	166,1
			Bathonien	168,3
			Bajocien	170,3
			Aalénien	174,1
		Inférieur	Toarcién	182,7
			Pliensbachien	190,8
			Sinemurién	199,3
	Trias	Supérieur	Hettangien	201,3
			Rhétien	208,5
			Norien	227
		Moyen	Carnien	237
			Ladinien	242
			Anisien	247,2
			Olénékien	251,2
		Inférieur	Induen	252,2

Ère	Système	Série	Étage	Âge absolu en millions d'années
Paléozoïque	Permien	Lopingien	Changhsingien	252,2
			Wuchiapingien	254,1
		Guadalupien	259,8	
			Capitanien	265,1
			Wordien	268,8
			Roadien	272,3
		Cisuralien	Kungurién	283,5
			Artinskien	290,1
			Sakmarien	295
			Assélién	298,9
	Carbonifère	Pennsylvanien	Gzhélién	303,7
			Kasimovien	307
			Moscovien	315,2
		Mississippien	323,2	
			Bashkirien	330,9
			Serpukhovien	346,7
	Dévonien	Supérieur	Viséen	358,9
			Tournaisien	372,2
		Moyen	Famennien	372,2
			Frasnien	382,7
		Inférieur	Givétien	387,7
			Eifélién	393,3
			Emsien	407,6
			Praguien	410,8
	Silurien	Pridoli	Lochkovien	419,2
				423
		Ludlow	Ludfordien	425,6
			Gorstien	427,4
		Wenlock	Homérién	430,5
			Sheinwoodien	433,4
		Llandovery	Télychien	438,5
			Aéronien	440,8
	Ordovicien	Supérieur	Rhuddanien	443,8
			Himantien	445,2
		Moyen	Katien	453
			Sandbien	458,4
		Inférieur	Darriwilien	467,3
			Dapingien	470
			Floien	477,7
			Trémadocién	485,4
	Cambrien	Furongien	Étage 10	489,5
			Jiangshanien	494
			Paibien	497
		Série 3	Guzhangien	500,5
			Drumien	504,5
			Étage 5	509
		Série 2	Étage 4	514
			Étage 3	521
			Étage 2	529
		Terreneuvién	Fortunien	541

Éon	Ère	Système	Âge absolu en millions d'années
Protérozoïque	Néoprotérozoïque	Édiacarien	541
		Cryogénien	635
		Tonien	850
	Mésoprotérozoïque	Sténien	1 000
		Ectasien	1 200
		Calymmien	1 400
		Stathérién	1 600
	Paléoprotérozoïque	Orosirien	1 800
		Rhyacien	2 050
		Sidérién	2 300
Archéen			2 500
			4 000

L'échelle des temps géologiques les plus récents, à partir de -540 millions d'années, se divise en ères : Paléozoïque ou ère Primaire (de -540 à -252 Ma), Mésozoïque ou ère Secondaire (de -252 à -66 Ma), Cénozoïque ou ère Tertiaire et ère Quaternaire réunies, de -66 Ma à l'époque actuelle. Le Quaternaire n'est plus considéré comme une ère. Son identité était liée à l'Homme, par convention ! Chaque ère se divise à son tour en systèmes, en séries et en étages. Toutes ces subdivisions possèdent des noms évocateurs : Jurassique, du massif du Jura, Crétacé qui signifie âge de la craie, Bajocien, de la ville de Bayeux autour de laquelle l'étage a été défini pour la première fois, Aptien de Apt dans le Luberon, Permien de Perm en Russie, Cambrien de *Cambria*, nom latin du Pays de Galles, etc.

Stratotype

Un stratotype est un affleurement connu et bien localisé qui sert de référence pour la définition d'un étage donné. Avec l'avancement des connaissances, les stratotypes évoluent. Certains disparaissent au profit d'autres plus précis et mieux définis. En complément de ces stratotypes historiques, on définit aujourd'hui des stratotypes de limite entre les étages, qui fixent le niveau précis où débute un étage. Ils sont marqués par un « clou d'or », repère précis, concret et fixe, scellé sur l'affleurement référent, étalon mondial.



Panneau de site
de la Réserve naturelle
géologique du Toarcien
(Deux-Sèvres)
© Fabienne Raynard /
CDC du Thouarsais

Liste des réserves naturelles protégeant un stratotype :

Stratotype du Givétien, de -392 à -385 Ma (Paléozoïque – Dévonien), protégé par la RN de la Pointe de Givet (Ardennes) ;

Limite Frasnien – Famennien, -365 Ma (Paléozoïque – Dévonien supérieur), protégé par la RN (projet de RN) de la carrière de marbre « griotte » de Coumiac (Hérault) ;

Stratotype de l'Hettangien, de -200 à -196 Ma (Mésozoïque – Jurassique), protégé par la RN d'Hettange-Grande (Moselle) ;

Stratotype du Toarcien, de -183 à -176 Ma (Mésozoïque – Jurassique), protégé par la RN du Toarcien (Deux-Sèvres) ;

Limite Bajocien – Bathonien, -168 Ma (Mésozoïque – Jurassique), protégé par la RN de Haute-Provence (Alpes-de-Haute-Provence) ;

Stratotype du Barrémien, de -130 à -125 Ma (Mésozoïque – Crétacé) , protégé par la RN de Haute-Provence (Alpes-de-Haute-Provence) ;

Stratotype de l'Aptien, de -125 à -112 Ma (Mésozoïque – Crétacé), protégé par la RN du Luberon (Vaucluse) ;

Stratotype du Stampien, -30 Ma (Cénozoïque - Oligocène), protégé par la RN des Sites Géologiques de l'Essonne (Essonne) ;

Stratotypes de l'Aquitanién, de -23 à -20 Ma, et du **Burdigalien**, de -20 à -16 (Cénozoïque - Miocène), protégés par la RN de Saucats-la-Brède (Gironde).

Chatoyante et belle !

La carte géologique, document de synthèse Kaléidoscope de couleurs et d'informations

Rouge, violet, vert, jaune, etc., chatoyante et belle, la carte géologique, à la fois carte du temps et carte des roches, véritable « œuvre d'art », séduit l'œil du géologue, comme celui du profane, par ses couleurs et ses formes. Document scientifique de référence, la carte et sa notice constituent, pour une région donnée, un ouvrage de synthèse réalisé par une équipe de géologues de terrain, qui a cherché à y représenter un maximum de renseignements. Elle est aussi un document de travail indispensable pour celui qui arrive pour la première fois sur un lieu et souhaite en connaître l'âge, la nature et la localisation des roches.

La carte géologique de référence, éditée par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) est à l'échelle 1/50 000. Il en existe à d'autres échelles : cartes régionales au 1/250 000, carte de France au millionième, cartes du monde basées sur différentes thématiques et les anciennes cartes au 1/80 000. Il existe aussi d'autres cartes généralement liées à un territoire spécifique, comme celles du parc régional du Luberon, du département du Loiret ou des volcans d'Auvergne.



Une carte géologique ne représente pas tous les terrains qui composent le sous-sol ; elle ne montre que le niveau supérieur, abstraction faite du sol (terre arable) qui le recouvre. Les relations géométriques qui existent entre le tracé des couches et la topographie, représentée par des courbes de niveau, permettent aux géologues d'interpréter l'organisation du sous-sol dans un plan vertical et de réaliser des coupes géologiques.

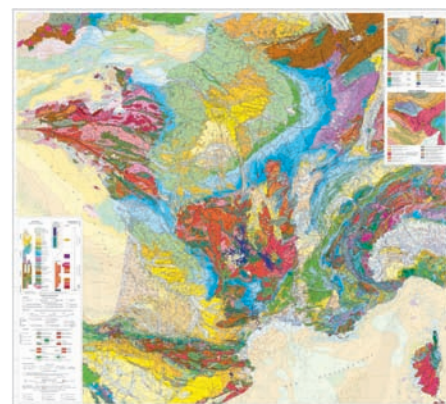
Les cartes récentes possèdent, en plus du document cartographique et de sa légende, une ou deux coupes géologiques représentatives de la disposition des terrains dans le sous-sol, une colonne stratigraphique et un schéma structural, ce qui enrichit le document.

Les différents types de terrains sont représentés par des couleurs conventionnelles et des figurés qui indiquent l'âge ou la nature de la roche qui les compose. Chaque couleur est accompagnée d'une notation correspondant à l'étage géologique ou aux roches considérées. La légende de la carte indique qu'il peut s'agir, en fonction des lieux, de calcaires, de marnes, de sables, de basaltes, de schistes, de granites, etc.

Indépendamment des couleurs, de nombreux signes conventionnels, définis en légende, donnent des informations ponctuelles telles que les gisements fossilifères, les lieux de carrières, les sondages, le sens de pendage (inclinaison des couches), etc.

De grands traits noirs barrent certaines zones de la carte. Ils marquent les failles suivant lesquelles les compartiments rocheux ont été fracturés et décalés les uns par rapport aux autres. Le déplacement est quelquefois si important que la faille met en continuité horizontale des ensembles rocheux qui ne l'étaient pas à l'origine, ce que la carte souligne en juxtaposant des terrains représentés par des couleurs différentes de part et d'autre du trait de faille.

L'ensemble de la carte est réalisé sur un fond topographique montrant les courbes de niveau, les routes, les villes, les cours d'eau, etc. Une **notice explicative** plus ou moins détaillée l'accompagne. Elle décrit les terrains et donne une multitude de renseignements sur la géologie régionale : coupe de forage, gisements exploitables, etc. Un guide de lecture permet une première approche pour les personnes peu habituées à ce type de décodage géologique.



*Carte géologique de la France.
Editions du BRGM*



*Couches de charbon.
Graissessac (Hérault)*

Aujourd'hui les cartes sont numérisées, ce qui permet de les exploiter plus facilement, de les afficher à différentes échelles et d'en extraire différentes données spécifiques à la demande, ainsi que des vues en trois dimensions et les coupes correspondantes.

Les techniques numériques actuelles permettent également de venir surimposer une image des reliefs sur les données géologiques et rendre ainsi le document cartographique plus lisible et plus compréhensible.

Entre graphisme, symboles et couleurs

Lire et décoder la carte géologique au 1/50 000

Pour appréhender un territoire

Lire et décoder la carte géologique consiste dans le fait d'interpréter les informations qu'elle propose pour appréhender la nature du sous-sol correspondant et les différentes **entités géologiques** qui le constituent.

On entend par **entité géologique** chaque unité de terrain correspondant à une histoire spécifique : une formation sédimentaire ou métamorphique, une coulée de lave, un massif granitique, un filon caractéristique, etc.

Concrètement, une **entité géologique** correspond à chaque unité du sous-sol représentée sur la carte et définie dans la légende par :

- une couleur spécifique ;
- un code référent et une dénomination ;
- selon les cas, une très courte description pétrographique complémentaire ;
- éventuellement un figuré graphique, surimposé à la couleur, associé à un commentaire dans la notice.

NB : Dans le cas des terrains sédimentaires, code et dénomination sont liés à l'âge de leur formation. Pour les autres roches, code et dénomination correspondent à leur nature pétrographique.

Certains mots de vocabulaire peuvent être inconnus du lecteur. Il est alors nécessaire de se référer au dico des mots de la géologie, en 3^e partie de ce cahier (sur le CD Rom associé ou à une recherche sur Internet).

Exemples d'entités géologiques pris dans les extraits présentés ci-après

Dans la feuille de L'Isle-Adam, n° 153 – Terrain sédimentaire

- une couleur spécifique : **jaune**
- un code référent d'une dénomination : **e7b – Ludien moyen = nom de l'étage**
- une très courte description pétrographique :
1^{re} masse de gypse – marnes d'entre deux masses – 2^e masse de gypse – Marnes à Lucines – 3^e masse de gypse

Dans la feuille de Belley, n° 700 – Terrain sédimentaire

- une couleur spécifique : **beige clair**
- un code référent d'une dénomination : **J₂ – Bathonien = nom de l'étage**
- une très courte description pétrographique : **Calcaires à taches, calcaires à silex, « choin », marno-calcaires**

Dans la feuille de Cherbourg, n° 153 – Roche plutonique

- une couleur spécifique : **rouge**
- un code référent d'une dénomination : **Y_{1e} – Granite de Flamanville = nom de la roche**
- une très courte description pétrographique : **incluse dans le terme de granite**

Dans la feuille de Clermont-Ferrand, n° 693 - Roche volcanique

- une couleur spécifique : **bleu violette**
- un code référent d'une dénomination : **B – Basalte = nom de la roche**
- une très courte description pétrographique : **incluse dans le terme de basalte**

Regard sur la carte géologique dans le secteur de la butte de Cormeilles-en-Parisis (Val d'Oise)

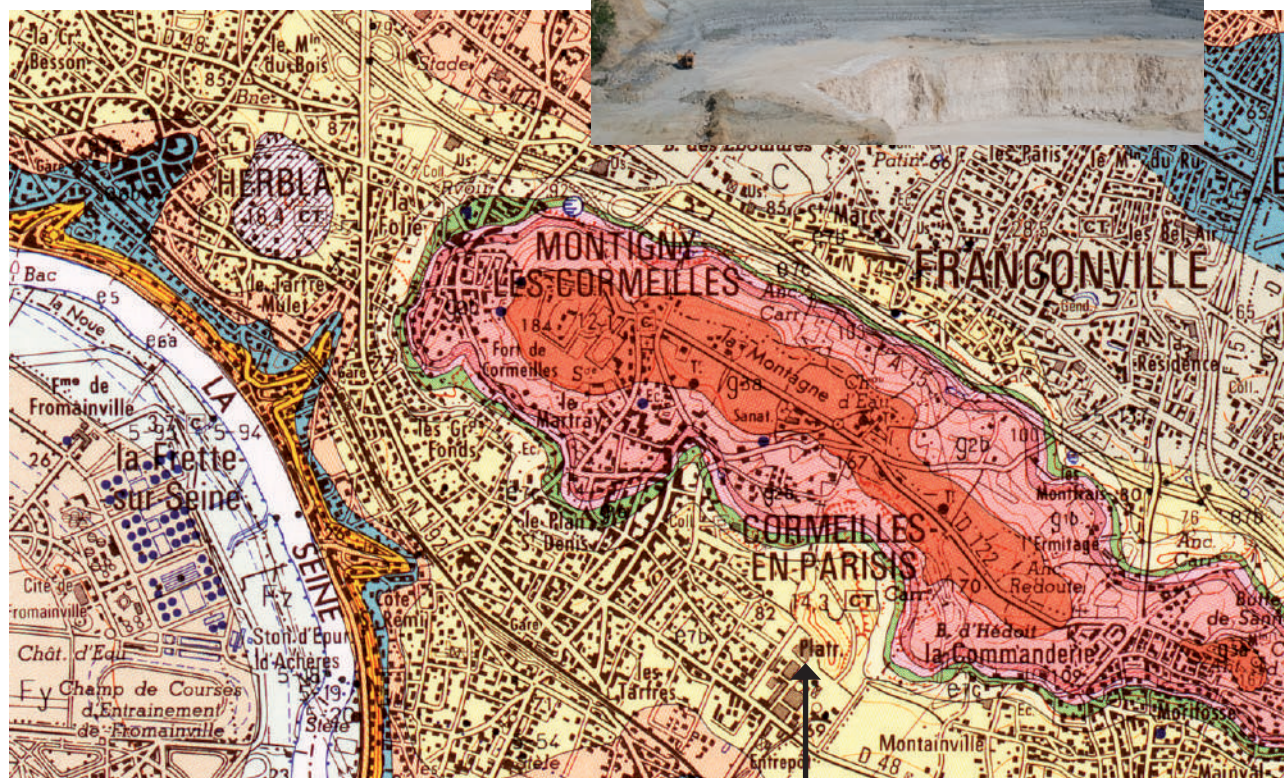
Feuille n° 153 – L'Isle-Adam au 1/50 000

Le territoire concerné correspond à la colline de Cormeilles-en-Parisis dominant la Seine, en rive droite, au nord-ouest de Paris, dans le contexte sédimentaire du cœur du Bassin parisien. Les limites des couleurs (correspondant aux limites des différentes formations géologiques), épousant de façon régulière les contours des courbes de niveaux, indiquent que la structure est ici horizontale. La particularité de cette butte est de posséder une carrière de gypse (pour la fabrication du plâtre) très connue, montrant sur son front de taille la succession des principales couches formant le relief (*voir photo*).

Les différentes couleurs indiquent les différents terrains constituant le sous-sol, depuis des niveaux marqués e5 (Lutétien), de couleur orangée en bordure du fleuve, à la base, jusqu'aux terrains marqués g3a (Oligocène supérieur), de couleur rougeâtre, au sommet de la butte. Les légendes associées à la carte et la coupe stratigraphique synthétique permettent d'identifier les différentes couches sédimentaires. L'intérieur de la boucle de la Seine est occupé par des terrasses alluviales anciennes (couleur grise) notifiées Fy et Fx. La lecture de la notice permet d'obtenir des renseignements sur chaque niveau géologique. Nous sommes ici au cœur du Bassin parisien, face aux derniers épisodes lagunaires et marins l'ayant envahi, entre -40 et -30 millions d'années !

*Carrière de gypse.
Cormeilles-en-Parisis
(Val-d'Oise)*

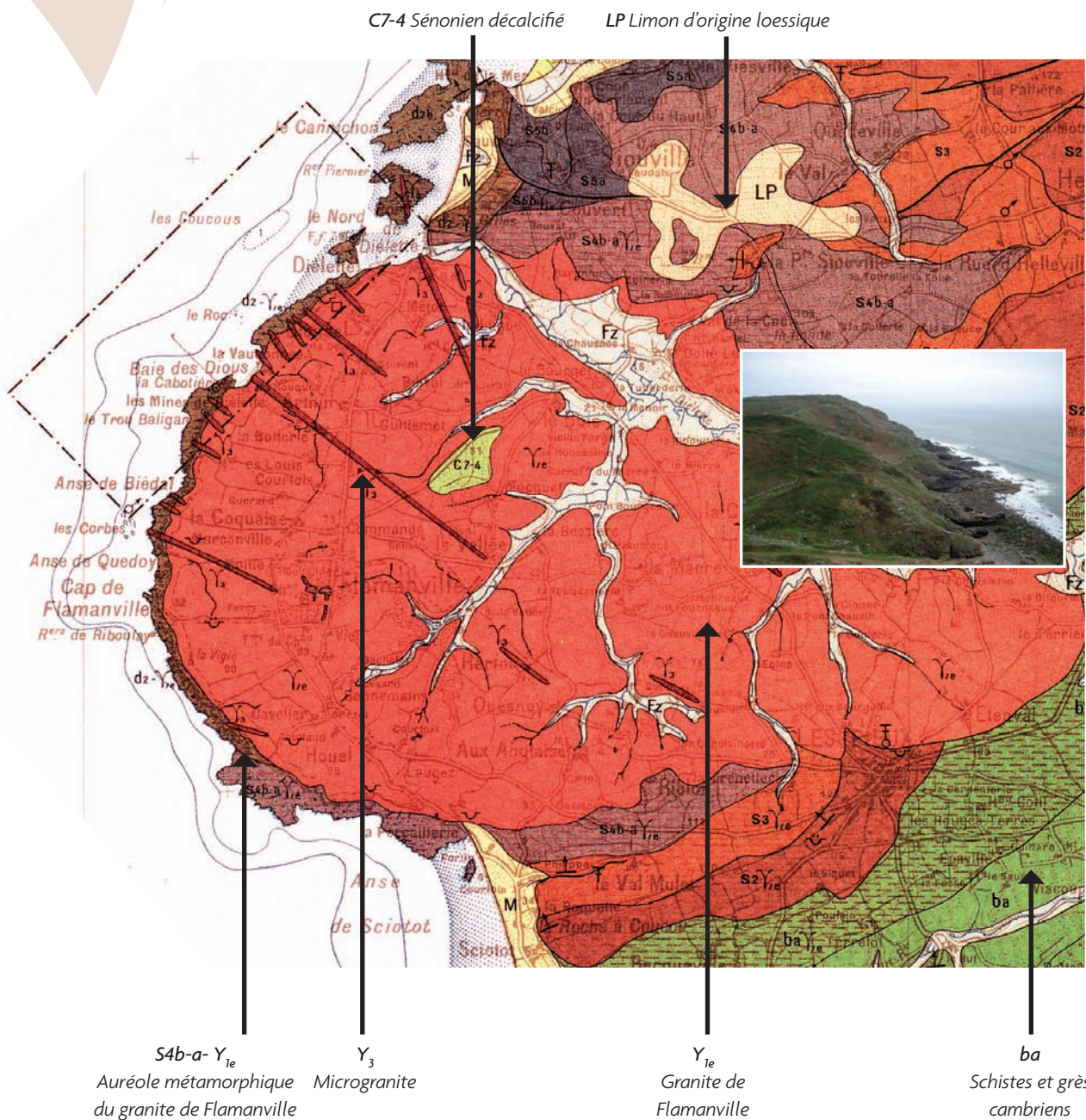
A quand le prochain Paris-plage ?



e7b Gypse | Emplacement de la carrière de plâtre

Feuille n° 72 - Cherbourg au 1/50 000

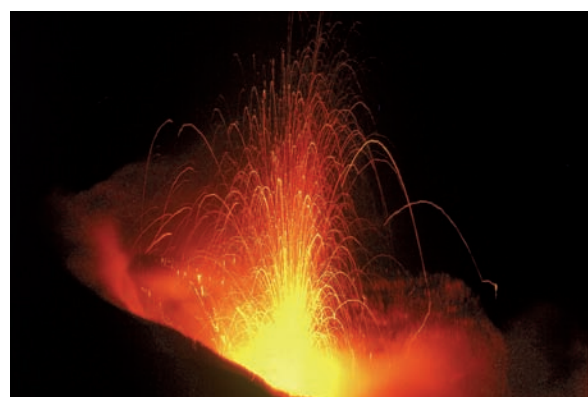
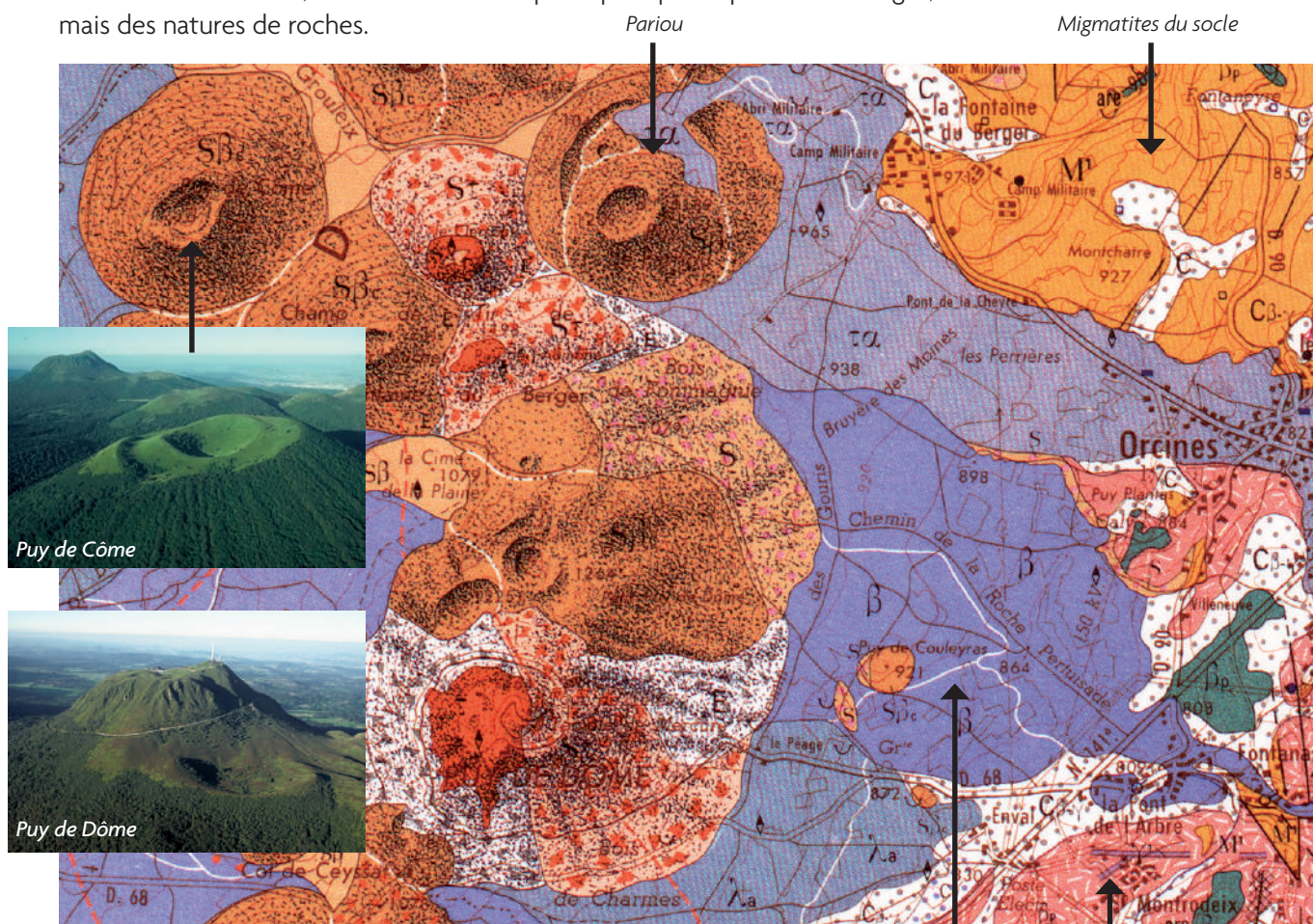
Le massif de Flamanville constitue un très bel exemple de granite intrusif qui s'est mis en place, il y a un peu plus de 300 millions d'années, au Carbonifère supérieur, lors de la formation de la chaîne hercynienne. C'est un granite porphyroïde, à savoir contenant de grands cristaux de feldspath orthose. Les autres minéraux, plus petits, sont le quartz, d'autres feldspaths, des micas et une amphibole : la hornblende. Lors de sa mise en place, en profondeur, le magma granitique chaud et visqueux a provoqué le métamorphisme des terrains au milieu desquels il s'est installé. Ceci explique la présence d'une auréole de métamorphisme de contact bien visible sur le terrain et lisible sur la carte tout autour du massif. Les roches les plus métamorphisées à proximité du granite, les cornéennes de contact, sont particulièrement dures et résistantes. Elles ont de ce fait été exploitées comme pierre d'enrochement et pour fabriquer des granulats (sables et graviers artificiels).



Regard sur la carte géologique dans le secteur central de la Chaîne de Puys (Puy de Dôme)

Feuille n° 693 – Clermont-Ferrand au 1/50 000

Le territoire concerné correspond à quelques édifices volcaniques de la chaîne des Puys avec les coulées qui en proviennent (coloration bleue), ainsi qu'en partie nord-est du document (en jaune orangé), au socle ancien du Massif central. On distingue aisément le Puy de Dôme, dépourvu de cratère, et les différents cônes éruptifs stromboliens (encore intacts, signe de leur jeunesse), en particulier le Puy de Côme, au nord-ouest, avec ses deux cratères emboîtés et le Pariou, au centre-nord, avec son cratère circulaire très régulier. Le socle est ici constitué d'anatexite (ancien gneiss ayant en grande partie fondu dans un ancien contexte métamorphique – migmatite) d'âge antérieur à la formation de la chaîne hercynienne. Nous sommes ici au cœur des derniers épisodes volcaniques ayant affecté la région il y a une dizaine de milliers d'années. Sur cet élément de carte, les couleurs n'indiquent pas spécifiquement des âges, mais des natures de roches.



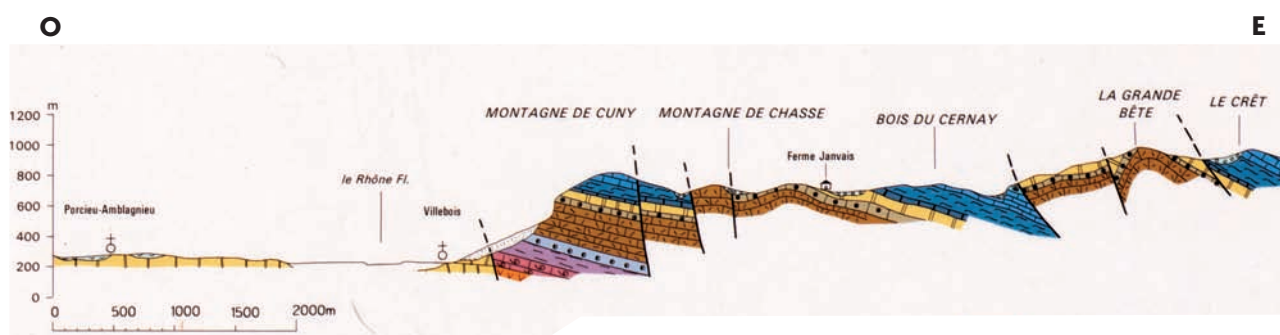
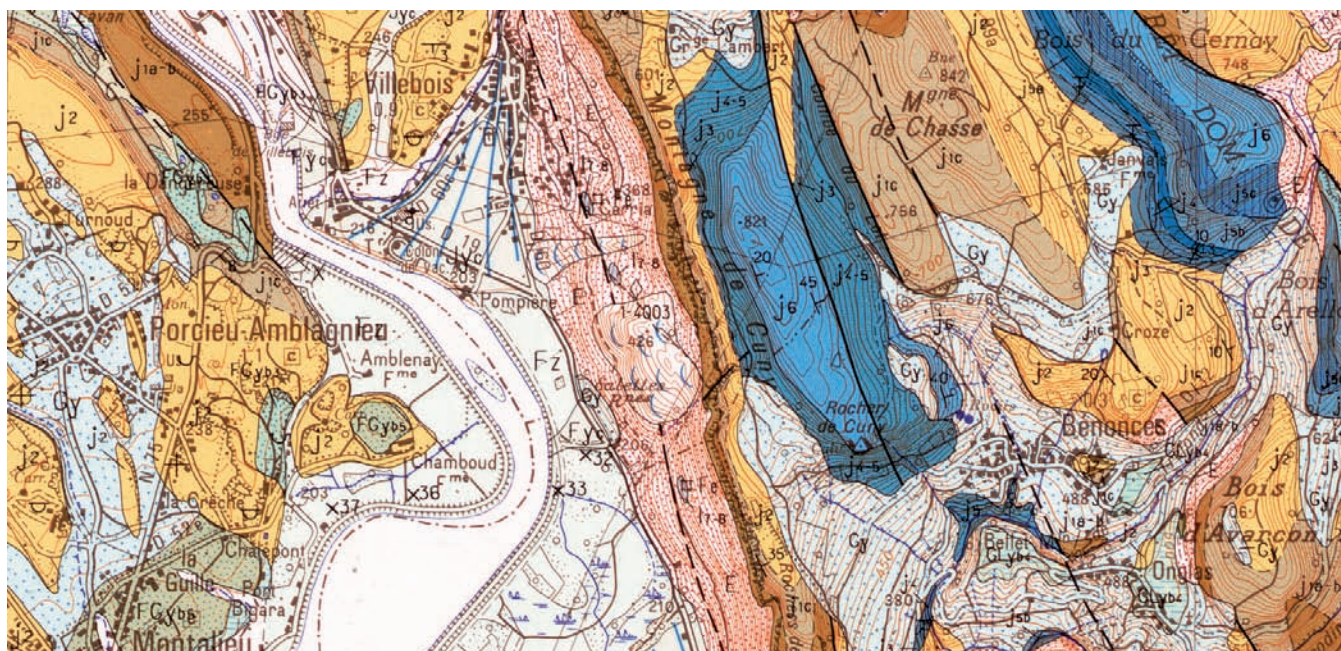
La Chaîne des Puys,
il y a 10 000 ans !

Regard sur la carte géologique dans le secteur de Villebois – Montaliieu (Ain / Isère). Feuille n° 700 - Belley au 1/50 000

Le territoire concerné se situe dans le Bugey, à cheval sur la vallée du Rhône, qui, ici, coule vers le nord. De part et d'autre du fleuve, au niveau de Montaliieu, Porcieu-Amblagnieu à l'ouest et Villebois à l'est, affleurent des calcaires du Bathonien, marqués J2, connus sous le nom de pierre de Villebois ou « choin », toujours exploités en pierre ornementale et de construction. Cette partie ouest située dans une boucle du Rhône est connue sous le nom d'Île Crémieu. Comme le montre la coupe, ce secteur ouest est effondré de plusieurs centaines de mètres par rapport au relief du Bugey à l'est.

Les abords de la vallée du Rhône et quelques vallons adjacents montrent des formations récentes, les unes alluviales et les autres d'origine glaciaire.

En allant vers l'est (voir la coupe de façon explicite), les reliefs s'intensifient pour former les monts du Bugey (sud de la chaîne du Jura). Ils s'inscrivent ici dans une succession de couches calcaires, d'âge jurassique, plissées, avec un pendage marqué vers l'est, et recoupées par de nombreuses failles. Des éboulis de pente viennent localement masquer la base des falaises qui dominent la vallée du Rhône.



Coupe géologique simplifiée ouest-est, entre L'Île Crémieu, le Rhône et les monts du Bugey, correspondant au secteur de la carte concerné. La coupe permet de situer les terrains les uns par rapport aux autres selon leur dimension verticale. Editions BRGM

j ₃ j ₃₋₄	Callovien Niveau à oolites ferrugineuses, marnes et marno-calcaires micholides à ammonites j ₃₋₄ - Callovien et Oxfordien inférieur regroupés
j ₂	Bathonien, calcaires à taches, calcaires à silex, "choin", marno-calcaires
j _{1c}	Bajocien supérieur Calcaires oolitiques clairs
j _{1a-b} j _{1b} j _{1a}	j _{1b} - Bajocien moyen, encrinite lumachellique à petites huîtres j _{1a} - Bajocien inférieur, calcaires roux à chailles, calcaires à entroques, calcaires à polypiers j _{1a-b} - Bajocien inférieur et moyen non différenciés
j ₀	Aalénien supérieur Calcaires à <i>Cancellophycus</i>
l ₇₋₈	Toarcien (et Aalénien inférieur) Marnes et couches à oolites ferrugineuses
l ₆	Domérien Marnes grises à nodules, calcaires bioclastiques
l ₁₋₅	Lias inférieur (Hettangien à Carixien) Calcaires gréseux, calcaires à gryphées, calcaires à bélemnites
t ₉₋₁₀	Keuper supérieur-Rhétien Marnes versicolores, dolomies, cargneules Calcaires gréseux



Carrière de pierre de Villebois, Montalieu (Isère)

Extrait de la légende de la carte de Belley. Editions BRGM

j₂. Bathonien. Calcaires à taches, calcaires à silex, « choin », marno-calcaires (45 m). La série bathonienne comporte de bas en haut :

- les **calcaires à taches**, calcaires à débris, finement grenus à graveleux, parsemés de petites taches ovales (< 5 mm), le plus souvent rouille, parfois bleu-noir, qui sont de petits oncoïdes à nubéculaires (Mangold, 1971 : p. 62). Ces calcaires sont souvent fossilifères et renferment de nombreux bivalves (*Pholadomya* sp., *Pleuromya* sp.) et des oursins (*Holectypus depressus*, *Pygorhytis analis*, *P. ovalis*) ;
- les **calcaires à silex**, calcaires à grain fin, gris-beige, souvent durs et cassants, en bancs à stratification irrégulière parfois bien marquée, parfois se biseautant dans un paquet plus massif. Des silex blancs ou gris, souvent anastomosés, y sont abondants ;
- le **choin**, dit « choin de Villebois » en raison de son exploitation jadis très active sur le territoire de cette commune (8 à 12 m). C'est un calcaire compact à grain fin, finement spathique, gris, parcouru de traces contournées et ramifiées ; d'un gris plus foncé sur les surfaces fraîches et alors peu visibles, elles deviennent jaunâtres et se détachent nettement sur les parois altérées. La nature de la roche est quasiment la même dans sa masse et dans ces traces qui sont certainement des terriers d'organismes fouisseurs pénécontemporains du dépôt.

Le choin est en bancs bien marqués d'épaisseur variable (0,20 à 2 m), avec des joints stylolitiques fréquents et très visibles, soit en séparation de bancs, soit à l'intérieur des bancs eux-mêmes. Des silex sont irrégulièrement répartis avec des formes variées et le silex constitue parfois, comme à Villebois, des lits continus dans les niveaux supérieurs. Au cœur du village de Villebois, on peut admirer une obélisque taillée d'une seule pièce dans le choin.

En plus des carrières anciennes ou encore actives du secteur « île Crémieu », de nombreux affleurements sont visibles dans les faisceaux du bas Bugéy occidentale (ex : D 99 au Sud de Souclin, Est de Bénonces). Au-delà, vers l'Est d'une ligne Charvieu — Ordonnaz — Innimond, le choin ne s'individualise plus et laisse place à des marno-calcaires noduleux à rognons de silex.

Extrait de la notice
de la carte géologique
de Belley (Ain/Isère)

Organismes et associations

Quelques acteurs en sciences de la Terre

Bouquins et sites

De nombreux acteurs participent à la connaissance géologique d'un territoire, à un titre ou à un autre : commission Patrimoine géologique de RNF, Muséums (MNHN, etc.), Musées, BRGM, Universités, CNRS, Ecoles, Bureaux d'études, Société Géologique de France (SGF), Associations, Réserves naturelles à caractère géologique, réseaux sismiques, commissions, etc.

La **commission Patrimoine géologique de Réserves Naturelles de France** est un lieu d'échanges d'expériences et d'expérimentation, de mise en commun de réflexions, de questionnements sur des problèmes concrets de gestion de sites, de protection physique, de valorisation etc. Les objectifs de la commission sont la connaissance et la reconnaissance du patrimoine géologique : inciter les RN à prendre en compte le contexte géologique de leur territoire et à en reconnaître le patrimoine géologique dans leurs actions de gestion, de conservation, de valorisation.

Le MNHN – **Muséum national d'Histoire naturelle** (de Paris) possède un département Histoire de la Terre, en particulier chargé de l'inventaire du patrimoine géologique en France.

Sa rubrique « liens » renvoie vers de très nombreux sites : associations, musées, autres liens

<http://pgn.mnhn.fr/>

Les autres musées en régions possèdent parfois des services géologiques et paléontologiques qu'il est possible de contacter.

Quelques **muséums** et **espaces muséographiques** permettent de découvrir les grands thèmes de la géologie, à la fois sur un plan général et dans un contexte local. Leurs présentations peuvent aussi inspirer de nouvelles démarches de présentation et pédagogiques. C'est le cas du **Musée de Géologie de la Réserve naturelle du Luberon** ou de l'**Espace des Pierres Folles**, dans le Beaujolais, au nord de Lyon, par exemple

<http://reserve-naturelle.parcduluberon.fr/>

<http://www.espace-pierres-folles.com/>

Le **BRGM – Bureau de Recherches géologiques et minières**, basé à Orléans, est l'organisme public de référence dans le domaine des sciences de la Terre et des risques du sol et du sous-sol. C'est le service géologique national, en particulier éditeur des cartes géologiques. Ses services géologiques régionaux des 22 régions métropolitaines, ainsi que des 5 DOM-TOM et en Nouvelle Calédonie

BRGM : Centre scientifique et technique – 3 avenue Claude-Guillemain – BP 36009

45060 Orléans Cedex 2 – Tél. : +33 (0)2 38 64 34 34

<http://www.brgm.fr/>

Le **site Infoterre** permet notamment de visualiser librement les cartes géologiques au 1/50000, à la banque de données du sous-sol (données des principaux forages et ouvrages souterrains référencés avec leur profil géologique), ainsi qu'à la base de données relative aux informations sur les eaux souterraines

<http://infoterre.brgm.fr/>



L'environnement marin au Toarcien, il y a environ 180 millions d'années

La plupart des Universités possède un département de géologie. L'ENS de Lyon entretient un site particulièrement riche en informations

<http://sciencesdelaterre.ens-lyon.fr/>

Le CNRS – Centre national de la Recherche scientifique

<http://www.cnrs.fr/>

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosgeol/>

http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosgeol/00_photos_videos/08.htm

Les DREAL – Directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement possèdent parfois un service géologique compétent sur leur territoire.

Elles animent les CSRPN qui chacun ont parmi leurs membres au moins un géologue compétent sur leur région.

Des CSRPN dépendent les CRPG qui pilotent les déclinaisons régionales de l'inventaire national du patrimoine géologique.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Liste-des-21-DREAL>

Le RéNaSS – Réseau national de Surveillance sismique – basé à Strasbourg, surveille et enregistre l'activité sismique en France et dans le monde. Le site permet d'obtenir de nombreuses informations. Le RéNaSS fédère plusieurs réseaux locaux, en particulier SISMALP qui surveille l'activité sismique dans les Alpes et le RSSP, Réseau de surveillance sismique des Pyrénées.

<http://renass.unistra.fr/informations/reseau-national-de-surveillance-sismique>

<http://sismalp.obs.ujf-grenoble.fr/>

<http://w3.dtp.obs-mip.fr/RSSP/>

La SGF – Société géologique de France, basée à Paris, a pour objet de concourir au développement des Sciences de la Terre et des Planètes, tant en lui-même que dans ses rapports avec l'industrie, l'agriculture, l'environnement et l'éducation. Elle est composée de diverses sections dont Géole, pour la diffusion des sciences de la Terre, dont font partie plusieurs membres du réseau RNF.

<http://www.geosoc.fr/>

De nombreuses associations locales très actives et compétentes

A titre d'exemple :

AGPB : Association des Géologues du Bassin de Paris

<http://www.agbp.fr>

AGSO : Association des Géologues du Sud-Ouest

<http://agso.brgm.fr/>

SGN : Société Géologique du Nord

<http://www.mres-asso.org/spip.php?page=assofiche&asso=SGN>

SAGA : Société Amicale des Géologues Amateurs

<http://www.saga-geol.asso.fr/>

SGA : Société Géologique Ardéchoise

<http://societegeolardeche.com.pagesperso-orange.fr/pr%E9sentation.htm>

AGA : Association Géologique Audoise

<http://assogeolaube.fr/historique/>

CBGA : Centre Briançonnais de Géologie Alpine

http://cbga.net/?langue=fr&aff=texte_article&rub=1

SGMB : Société Géologique et Minéralogique de Bretagne

<http://www.bretagne-environnement.org/Patrimoine-naturel/>

Le-patrimoine-geologique**Quelques sites Internet très riches en informations**

Geol-Alp : toutes les Alpes sur la toile

<http://www.geol-alp.com/index.html>

Lithothèques régionales : une grande richesse d'informations sur la géologie régionale

<http://eduscol.education.fr/svt/enseigner/ressources-et-usages-numeriques/reseau-et-animation-nationale-iatic/la-lithotheque-nationale.html>

Planet-terre : une encyclopédie de sites à découvrir

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre>

Université de Laval Quebec : cours de géologie en ligne d'André Bourque

http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html

Université de Liège : cours de sédimentologie en ligne de Frédéric Boulvain

<http://www2.ulg.ac.be/geolsed/processus/processus.htm>

Bibliographie succincte**Ouvrages généraux (sélection non exhaustive)**

COQUE Roger – 2002 – Géomorphologie. Armand Colin éd., 503 p.

DE WEVER Patrick – 2014 – Le beau livre de la Terre. Dunod éd., 414 p.

DERRUAU Max – 2010 – Les formes du relief terrestre. Armand Colin éd., 240 p.

DERCOURT Jean, PAQUET Jacques, THOMAS Pierre, LANGLOIS Cyril – 2014 – Géologie, objet, méthodes et modèles. Dunod éd., 534 p.

EGOROFF Grégoire, CORNEE Annie, DE WEVER Patrick et LALANNE Arnaud (eds) – 2013 – Actes du colloque « Géopatrimoine, un lustre d'inventaires en France ». 10-12 octobre 2012, Digne-les-bains. Mém. H.S. Soc. géol. France, 13, 218 p.

FOUCAULT Alain – 2011 – Sur les sentiers de la géologie. Dunod éd., 192 p.

FOUCAULT Alain – 2014 – Le guide du géologue amateur. Dunod éd., 272 p.

FOUCAULT Alain, RAOULT Jean-François, CECCA Fabrizio, PLATEVOET Bernard – 2014 – Dictionnaire de géologie. Dunod éd., 396 p.

JONIN Max – 2006 – Mémoire de la Terre. Patrimoine géologique français. Delachaux et Niestlé éd., 191 p.

LANDRY Bruno et coll. – 2012 – Notions de géologie. Modulo éd., 630 p.

MICHEL François – 2005 – Roches et paysages. Reflets de l'histoire de la Terre. Belin éd., 255 p.

MICHEL François – 2010 – La géologie à petits pas. Actes Sud Junior éd., 77 p.

MICHEL François – 2010 – Les volcans à petits pas. Actes Sud Junior éd. 76 p.

MICHEL François – 2012 – Le tour de France d'un géologue. Nos paysages ont une histoire. BRGM éditions Delachaux et Niestlé éd., 383 p.

MICHEL François – 2012 – Volcans, voyage dans les profondeurs de la Terre. Belin éd., 64 p.

MICHEL François – 2013 – Paysages. Itinéraire d'un géologue – Belin éd., 255 p.

MICHEL François, CONGE Hervé – 2011 – Les fossiles, témoins de l'histoire de la vie. Belin éd., 64 p.

POMEROL Charles, LAGABRIELLE Yves, RENARD Maurice, GUILLOT Stéphane – 2011 – Éléments de géologie. Dunod éd., 944 p.

RICHER Pascal – 2003 – Guide des volcans de France. BRGM Editions & Belin éd., 427 p.

RICHER Pascal – 2003 – Guide des volcans de France. Belin éd., 492 p.

ROBERT Christian, BOUSQUET Romain – 2013 – La dynamique du système Terre. Belin éd., 1120 p.

SABOURAUD Christiane, BLANC Annie, CABANES Nelly, GAUDANT Jean – 2008 – Guide de la géologie en France. Belin éd., 815 p.

Ouvrages régionaux (sélection non exhaustive !)

AMBERT Martine, BESSET Françoise, LE STRAT Paul, ROSSI Frédéric – 2004 – Hérault miroir de la Terre. BRGM Editions éd., 158 p.

AYMES Maryse, ESTEBAN Jean-Pierre – 2014 – Ardèche : 10 itinéraires de randonnée détaillés. Omnisciences éd., 256 p.

BICHET Vincent, CAMPY Michel – 2008 – Montagnes du Jura. Géologie et paysages. Neo Editions éd., 304 p.

BLAIS Sylvain, BALLEVRE Michel, GRAVIOU Pierrick, ROLET Joël – 2011 – Curiosités géologiques du Pays bigouden. BRGM & Apogée éd., 120 p.

BOUSQUET Jean-Claude – 2008 – Découverte géologique : les plus beaux sites de l'Hérault. Les Ecologistes de l'Euzière éd., 164 p.

BOUSQUET Jean-Claude, VIGNARD Gabriel – 2007 – Géologie du Languedoc-Roussillon. Les Presses du Languedoc éd., 142 p.

BOUTON Pascal, ROY Claude, VIAUD Jean-Pierre, GODARD Gaston – 2013 – Curiosités géologiques du littoral vendéen. BRGM éd., 121 p.

CHARLES Nicolas – 2012 – Curiosités géologiques de l'Aunis et de la Saintonge. BRGM & Apogée éd., 119 p.

CORSINI Michel, LARDEAUX Jean-Marc, TORDJMAN Patrice – 2013 – Mercantour : 10 itinéraires de randonnée détaillés. Omnisciences éd., 240 p.

COUEFFÉ Renaud – 2014 – Curiosités géologiques des plages du débarquement en Normandie. BRGM & Apogée éd., 115 p.

DECROUEZ Danielle – 1999 – De Genève au Mont Blanc. Les roches racontent. Muséum de Genève. Itinéraires éd., 244 p.

FILLIAS Fabrice, JULIEN Anne – 2013 – Auvergne : 10 itinéraires de randonnée détaillés. Omnisciences éd., 256 p.

FOURNIER Roger, GUIOMAR Myette, MELLETON Jérémie, ROUSSET Claude, TORDJMAN Patrice – 2014 – Alpes-de-Haute-Provence : 10 itinéraires de randonnée détaillés. Omnisciences éd., 256 p.

GALL Jean-Claude – 2005 – Alsace, des fossiles et des hommes : une histoire géologique de la plaine rhénane. La Nuée bleue éd., 120 p.

GRAVIOU Pierrick – 2012 – Géotourisme en Côtes-d'Armor. Biotope Editions éd., 96 p.

GRAVIOU Pierrick, BES DE BERC Séverine, BOURDON Erwan – 2011 – Curiosités géologiques de la Gaudeloupe. BRGM & Apogée éd., 112 p.

GRAVIOU Pierrick, NOBLET Christophe – 2013 – Curiosités géologiques du Trégor et du Goëlo. BRGM & Apogée éd., 112 p.

GRAVIOU Pierrick, NOVAK Emilie, MAURY René, BLAIS Sylvain – 2013 – Curiosités géologiques de la Polynésie française. BRGM & Apogée éd., 112 p.

HERVOUET Yves – 2014 – Pyrénées-atlantiques : 10 itinéraires de randonnée détaillés. Omnisciences éd., 240 p.

JEGOUZO Pierre, NOBLET Christophe – 2014 – Géotourisme en Morbihan. Biotope Editions éd., 96 p.

JEGOUZO Pierre, JONIN Max, GRAVIOU Pierrick, PLAINE Jean – 2014 – Bretagne :

10 itinéraires de randonnée détaillés. Omnisciences éd., 256 p.

JONIN Max – 2010 – Géotourisme en Finistère. Biotope Editions éd, 96 p.

JONIN Max – 2008 – Géodiversité en Bretagne. Un patrimoine remarquable. Biotope Editions éd., 160 p.

LE GALL Bernard, CAROF Martial – Curiosités géologiques du Léon. BRGM éd., 112 p.

MARCEL Patrick, QUESNE Didier – 2014 – Jura : 10 itinéraires de randonnée détaillés. Omnisciences éd., 256 p.

MARCEL Patrick, PENNAC Daniel, QUESNE Didier – 2013 – Vercors : 10 itinéraires de randonnée détaillés. Omnisciences éd., 256 p.

MICHEL François, BALME Christine, LEGAL stéphane – Géologie en Luberon, livret-guide du musée de géologie de la Maison du Parc – Apt – Vaucluse, 60 p.

MOREAU Luc, TORDJMAN Patrice – 2014 – La vallée de la Gordolasque : A la découverte des glaciers disparus. Omnisciences éd., 32 p.

MULDER Thierry – 2014 – Curiosités géologiques de la Côte basque. BRGM & Apogée éd., 112 p.

OBERT Daniel, CAYLA Nathalie – 2014 – Alpes du Nord : 10 itinéraires de randonnée détaillés. Omnisciences éd., 256 p.

PLAINE Jean – 2012 – Géotourisme en Ile-et-Vilaine. Biotope Editions ed, 96 p.

PLUSQUELLEC Yves – Curiosités géologiques de la presqu'île de Crozon. BRGM éd., 112 p.

PONCET Didier, SARDIN Jean-Pierre, MINIER Jean-Philippe – 2008 – Guide du patrimoine géologique en Poitou-Charentes. Gestes éditions éd., 156 p.

ROBAZYNSKI Francis, GUYETANT Gaëlle – 2010 – Des roches aux paysages dans le Nord - Pas-de-Calais. Soc. géol. Nord & CEN Pas-de-Calais éd., 152 p.

ROUSSET Claude, FOURNIER Roger – 2013 – Bouches-du-Rhône : 10 itinéraires de randonnée détaillés. Omnisciences éd., 256 p.

GUIDES GEOLOGIQUES REGIONAUX Masson/Dunod éd.

Quelques revues

Paysages et géologie en France – 2013 – TDC n° 1054, Canopé-CNDP éd.

Découvrir le patrimoine géologique de la France – 2008 – Géosciences n°7/8. BRGM éd., 252 p.

Patrimoine géologique – 2007 – Fascicule de l'observatoire du patrimoine naturel des Réserves naturelles de France. Réserves Naturelles de France éd., 16 p.



Dans la Réserve naturelle de Camargue (Bouches-du-Rhône)



Méandre de Queuille sur la Sioule (Puy-de-Dôme)



*Dans la Réserve naturelle de la vallée de Chaudefour
(Puy-de-Dôme)*



Les orgues d'Ille-sur-Têt (Pyrénées-Orientales)

**En matière de géologie,
parfois RIEN à voir,
cependant TOUT à savoir !**
La commission Patrimoine géologique



2^e partie

Territoire et Géologie : Suivez le guide !

Principe méthodologique de la démarche	74
Q-1 Approche géographique	76
Q-2 Aspects morphologiques et structuraux	83
Q-3 Identification des terrains, roches et fossiles	97
Q-4 Objets géologiques remarquables	104
Listes d'appel Q-3/A/B/C/D	106

Fiche de terrain

Récapitulatif de l'ensemble des listes d'appel Q/1 – Q/2 – Q/3. Cette fiche est disponible pour impression sur le CD-ROM joint à la version papier du Cahier de géologie ou en ligne : reserves-naturelles.org

Du général Principe méthodologique de la démarche au particulier

La structure de cette deuxième partie du Cahier de géologie s'organise en grands chapitres principaux, invitant à la découverte progressive de la géologie d'un territoire et, de ce fait, aux étapes d'incrémentation d'une base de données correspondante, avec une approche croissante dans les questionnements et la recherche des informations. Ce regard systématique ainsi que la démarche et les termes utilisés peuvent aussi servir de base d'approche logique et de vocabulaire précis pour la rédaction d'un plan de gestion ou pour l'élaboration de supports pédagogiques ou autres documents.

Attention !

Certains questionnements pourront paraître redondants. Il est cependant important de passer toutes les questions en revue. Incrémenter chaque rubrique (*item*) pour laquelle la réponse est positive, et, si possible, dénommer et localiser précisément le lieu. Pour chaque question, de nombreuses réponses positives sont possibles et cumulables. A chacun d'évaluer au plus juste et de valider toutes celles correspondant au territoire concerné.

Chaque thème est présenté de façon générale et expliqué. Il lui correspond des listes typologiques dont les termes sont, si nécessaire, définis et illustrés (par ordre alphabétique) dans la troisième partie de cet ouvrage – Le dico des mots – (édité sous forme de CD Rom associé à ce cahier) de façon à les concrétiser et à permettre de s'y référer sur le terrain.

Certaines réserves naturelles possèdent plusieurs sites morcelés et indépendants les uns des autres. Ils peuvent avoir des contextes, des caractéristiques et des histoires géologiques différentes. Il est alors important de considérer chaque site comme un territoire à part entière et de l'analyser systématiquement de la même façon qu'un territoire unifié. Il peut aussi être important de prendre en compte quelques territoires ou secteurs des périmètres de protection de certaines réserves en fonction de leur intérêt géologique.

Tout au long de cette démarche, pour chaque paysage, structure, site, roche, minéral ou fossile, tout objet géologique, toute entité rocheuse : il faut se poser la question de son intérêt spécifique à un titre ou à un autre : scientifique, pédagogique, esthétique, historique, culturel, autre ?

Toutes les listes typologiques proposées dans cette deuxième partie du Cahier de géologie correspondent à un questionnaire type base de données. Elles sont toutes regroupées sous la rubrique « fiche de terrain » disponible dans le cd rom associé, de façon à être imprimées pour faciliter le travail d'investigation sur le terrain et/ou à partir des documents géologiques (cartes, notices, autres documents.)

Les questionnements se déroulent selon la démarche suivante

Questionnements Q-1

Approche géographique d'un territoire (voir page 76)

- Q-1 /0 Points de vue - Panoramas
- Q-1 /1 Contexte géographique général
- Q-1 /2 Contexte hydrographique général
- Q-1 /3 Contexte littoral et marin
- Q-1 /4 Contexte anthropique général - Aménagements
+ Listes typologiques associées à chacun des thèmes

Questionnements Q-2

Aspects morphologiques et structuraux des terrains (voir page 83)

- Q-2 /0 Contexte géologique régional et local
- Q-2 /1 Grandes structures géologiques régionales
- Q-2 /2 Structures géologiques à l'échelle du territoire
- Q-2 /3 Contexte sismique
- Q-2 /4 Structures et morphologies liées au volcanisme
- Q-2 /5 Morphologies liées à l'érosion générale
- Q-2 /6 Morphologies karstiques
- Q-2 /7 Morphologies glaciaires
- Q-2 /8 Morphologies alluvionnaires des cours d'eau
- Q-2 /9 Plages littorales : sable, galets et vase
- Q-2 /10 Systèmes dunaires littoraux
- Q-2 /11 Côtes rocheuses
- Q-2 /12 Structures et figurés rocheux particuliers
+ Listes typologiques associées à chacun des thèmes

Questionnements Q-3

Identification des terrains, des roches et des fossiles (voir page 97)

- Q-3 /0 Questionnement préliminaire
- Q-3 /1 Recensement des formations géologiques et des terrains
- Q-3 /2 Description approfondie de chaque entité géologique
- Q-3/20 Première identification succincte des terrains
- Q-3/21 Aspect des affleurements
- Q-3/22 Nature des roches
- Q-3/23 Minéraux particuliers
- Q-3/24 Présence de fossiles
- Q-3/25 Structures et figurés rocheux particuliers
- Q-3/26 Symboles cartographiques
- Q-3/27 Perméabilité des terrains
- Q-3/28 Informations complémentaires

Questionnements Q-4

Objets géologiques remarquables (voir page 104)

- Q-4/1 Inventaire National du Patrimoine Géologique
- Q-4/2 Intérêt spécifique et « remarquable »
- Q-4/3 Comment valider et faire remonter les informations ?

Listes typologiques associées à Q-3 regroupées en fin de cahier (voir page 106)

- Q-3/A Echelle des temps géologiques
- Q-3/B Roches et sédiments
- Q-3/C Minéraux et cristaux
- Q-3/D Fossiles et fossilisation



Planchoulyre dans la Réserve naturelle des Aiguilles rouges @Julien Heuret

Commençons par le début !

Q-1 / Approche géographique du territoire

Pas de géologie sans géographie !

La découverte géologique d'un territoire débute toujours par son approche géographique et un questionnement très simple pour en décrire l'environnement ! Dans quel contexte général se situe-t-il ? Quels sont les principaux types de paysages et morphologies associés : plaine, plateau, collines et vallons, massif montagneux, haute montagne glaciaire, réseau hydrographique, zone littorale, milieu marin, etc.

Il est aussi important dans cette première approche de prendre en compte le contexte anthropique. Le, les, ou certains sites sont-ils liés aux activités humaines, telles que d'anciennes carrières par exemple ?

Un paysage, pris dans l'acceptation géographique physique du terme, ne doit rien au hasard. Il répond principalement à une histoire d'ordre géologique.

Un paysage résulte de quelques facteurs principaux :

- la nature des roches qui en constituent les sous-sols,
- les mouvements tectoniques qui soulèvent, affaissent, cassent, déplacent et plissent les terrains,
- les éruptions volcaniques qui peuvent en rajouter une ou plusieurs couches,
- les phénomènes d'érosion qui usent, sculptent, transportent et déposent,
- le couvert végétal qui habille et qui protège,
- sans parler de l'homme qui pioche, cultive, pelte, bâtit et qui s'installe !

La première approche du territoire **Q-1** sera donc celle de la description de son environnement géographique au travers d'une grille d'analyse caractérisée par un regard morphologique très généraliste.

Les étapes suivantes de l'analyse **Q-2** permettront d'en définir de façon plus précise les éléments morphologiques et structuraux avec un regard plus géologique, puis, en **Q-3**, la nature précise des terrains.

La rubrique **Q-4** invite à s'interroger et faire le point sur les éventuelles richesses spécifiques, objets géologiques remarquables et patrimoniaux de chaque territoire.



Dans la Réserve naturelle des Ramières du Val de Drôme (Drôme) © Jean-Michel Faton

Q-1 /0 Points de vue / Panoramas

Dans cette première approche il est intéressant de localiser et, si possible, de nommer (lieux-dits...) les éventuels panoramas qui, de l'extérieur ou de l'intérieur du territoire de la réserve, permettent d'avoir un regard sur l'ensemble ou une partie du domaine, ainsi que le contexte auquel il appartient.

Ces points de vue permettent ainsi d'appréhender les contextes géographiques et géologiques pour une présentation globale du territoire. Certaines réserves naturelles fermées, non autorisées à la visite, n'ont d'ailleurs que cette possibilité, pour observer le territoire, dans la mesure où un point de vue le permet.

Ne pas forcément tout citer. Choisir les endroits les plus intéressants et les hiérarchiser en fonction de leur facilité d'accès !



Point de vue sur un secteur de la Réserve naturelle de la Désirade (Guadeloupe)



Exemple de présentation des principaux points de vue de la Réserve naturelle des Gorges de la Loire (Loire)

Questionnement Q-1 /0

Lister ci-dessous les différents points de vue, internes ou externes à la réserve en mentionnant en quelques mots leur intérêt, ce que l'on peut observer. Les géo-localiser.

Présence de points de vue à l'intérieur du territoire de la réserve

Pour observation du territoire de la réserve ☐ OUI - ☐ NON

Si OUI Nom, localisation + description simple, etc.

Pour observation des alentours du territoire de la réserve ☐ OUI - ☐ NON

Si OUI Nom, localisation + description simple, etc.

Présence de points de vue à l'extérieur du territoire de la réserve

Pour observation du territoire de la réserve ☐ OUI - ☐ NON

Si OUI Nom, localisation + description simple etc.

Pour observation des alentours du territoire de la réserve ☐ OUI - ☐ NON

Si OUI Nom, localisation + description simple, etc.

Q-1 /1 Contexte géographique général

Cette première approche recouvre les paysages que l'on peut rencontrer dans les régions continentales y compris leurs bordures littorales. Les variations d'altitude entre le point le plus haut et le point le plus bas d'un territoire sont aussi des raisons d'y observer des morphologies ou des paysages généraux parfois très différents, voire souterrains.

Un territoire peut à la fois se situer en moyenne montagne, dans un paysage vallonné, occuper un fond de vallée, dans un contexte volcanique, avec une morphologie glaciaire héritée, le tout marqué par la présence de nombreux affleurements rocheux, sans compter quelques marques anthropiques.

Cette première approche est très générale. Les différents aspects seront précisés ultérieurement avec l'ensemble des questionnements **Q-2**

Questionnement Q-1 /1

Identifier, selon la liste typologique suivante, les différents éléments du contexte géographique général qui caractérise votre territoire.

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-1 /1

Surface couverte par la réserve

(... hectares)

Altitude du point le plus haut

(... mètres)

Altitude du point le plus bas

(... mètres)

- ☐ Région karstique
- ☐ Zone littorale
- ☐ Milieu marin
- ☐ Milieu sous-marin
- ☐ Domaine océanique

Votre territoire est-il ? Correspond-il à ?

- ☐ D'un seul tenant
- ☐ Morcelé en plusieurs unités (nombre d'unités)
- ☐ Un (ou des) site naturel
- ☐ Un (ou des) site anthropique
- ☐ Des sites naturels et anthropiques
- ☐ Un (ou des) site uniquement souterrain
- ☐ Des sites de surface et souterrains
- ☐ Associé à un environnement urbain

Votre territoire se situe-t-il en ?

- ☐ Domaine continental
- ☐ Région de plaine
- ☐ Plaine alluviale
- ☐ Zone deltaïque
- ☐ Estuaire
- ☐ Région de collines / de mornes
- ☐ Région de plateau
- ☐ Région volcanique
- ☐ Moyenne montagne
- ☐ Haute montagne
- ☐ Région glaciaire

Votre territoire montre-t-il ?

- ☐ Aucun affleurement rocheux
- ☐ Quelques affleurements rocheux
- ☐ Nombreux affleurements rocheux
- ☐ Vallée
- ☐ Vallon
- ☐ Gorge
- ☐ Canyon – Goulet
- ☐ Coteau pentu
- ☐ Paroi / Falaise
- ☐ Barre rocheuse
- ☐ Crête
- ☐ Dôme
- ☐ Plateau
- ☐ Col
- ☐ Versant adret
- ☐ Versant ubac
- ☐ Dune continentale

Autres éléments descriptifs du contexte géographique de la réserve non mentionnés dans la liste ci-dessus.

Nommer et décrire si besoin ?

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !
 --> Voir aussi les autres questionnements

Quels sont les éléments de contexte hydrographique, observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnés pour leur intérêt spécifique? Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve

Q-1 /2 Contexte hydrographique général

Ce contexte recoupe l'ensemble des structures géographiques et des aspects paysagers liés à la présence de l'eau : l'eau qui coule et l'eau qui stagne, ainsi que les morphologies qui en sont directement héritées, en particulier celles dues aux variations de régime et d'activité des cours d'eau, autant de milieux naturels propices au développement d'environnements riches et parfois spécifiques. De nombreux domaines lagunaires et plans d'eau sont d'origine anthropique. Cette première approche est très générale et sera précisée ultérieurement avec les différents questionnements **Q-2**

Il est important de spécifier dans quel bassin hydrographique la réserve se situe ?

- Bassin hydrographique rapproché ?

Bassin de petit ou grand cours d'eau le plus proche auquel le territoire de la réserve appartient directement. Ce peut même être un très petit cours d'eau – ruisseau ou ru – voire temporaire.

- Grand bassin hydrographique général ?

Réseau hydrographique général – rivière importante ou fleuve – dans lequel se situe le territoire de la réserve.



Réserve naturelle de Val de Loire (Cher/ Nièvre) © Nicolas Pointecouteau

Questionnement Q-1 /2

Identifier, selon la liste typologique suivante, les différents éléments du contexte hydrographique qui caractérisent votre territoire.

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-1 /2

Votre territoire se situe dans quel ?

Bassin hydrographique général
(nom)

Bassin hydrographique rapproché
(nom)

Sur votre territoire, peut-on observer ?

- ☐ Cours d'eau
- ☐ Berge – Rive d'un cours d'eau
- ☐ Lit majeur
- ☐ Lit mineur
- ☐ Fleuve (nom)
- ☐ Rive d'estuaire
- ☐ Mascaret
- ☐ Rivière (nom)
- ☐ Digue protectrice de crue – Levées
- ☐ Rivière canalisée
- ☐ Cours d'eau navigable
- ☐ Ligne de partage des eaux
- ☐ Torrent (nom)
- ☐ Aménagement de torrent
- ☐ Ruisseau – Ru (nom)

- ☐ Canal navigable (VNF) (nom)
- ☐ Écluse
- ☐ Chemin de hallage
- ☐ Ancien canal navigable
- ☐ Canal ou ancien canal de dérivation
- ☐ Canal ou ancien canal d'irrigation
- ☐ Aménagements hydrauliques (préciser)
- ☐ Barrage hydroélectrique
- ☐ Moulin en activité
- ☐ Ancien moulin
- ☐ Roue à aube
- ☐ Échelle à poisson
- ☐ Plan d'eau (Surface du plan d'eau)
- ☐ Bordure de plan d'eau
- ☐ Lac naturel
- ☐ Lac artificiel
- ☐ Lac de barrage
- ☐ Bassin de retenue
- ☐ Bassin d'orage
- ☐ Bassin de rétention (route – autoroute)

- ☐ Bassin réservoir
- ☐ Sablière – gravière en eau (en activité)
- ☐ Ancienne sablière – gravière en eau
- ☐ Ancienne carrière de roche en eau
- ☐ Étang
- ☐ Mare
- ☐ Mare temporaire
- ☐ Marécage
- ☐ Marais
- ☐ Zone humide
- ☐ Tourbière
- ☐ Zone inondable
- ☐ Rivière souterraine
- ☐ Lac souterrain
- ☐ Source
- ☐ Source chaude
- ☐ Source pétifiante
- ☐ Source minérale
- ☐ Cascade

- ☐ Rapides
- ☐ Puits
- ☐ Puits artésien
- ☐ Forage
- ☐ Captage
- ☐ Zone de captage d'eau potable
- ☐ Périmètre de protection de captage

Autres éléments descriptifs du contexte hydrographique de la réserve non mentionnés dans la liste ci-dessus. Nommer et décrire si besoin ?

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !
 ➔ Voir aussi les autres questionnements

Quels sont les éléments de contexte hydrographique, observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnés pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve.

Q-1 /3 Contexte général littoral et marin

Il recouvre l'ensemble des paysages directement liés au littoral et façonnés par l'activité de la mer : à savoir les plages de sable et de galets, ainsi que les lagunes et autres morphologies caractéristiques telles les côtes à falaise et les systèmes dunaires côtiers etc. Sont aussi intégrés à ce contexte spécifique les formations coralliennes et autres particularités des milieux franchement marins, et parfois sous-marins. Cette première approche est très générale et sera précisée ultérieurement avec les différents questionnements **Q-2**

Questionnement Q-1 /3

Identifier, selon la liste typologique suivante, les différents éléments du contexte littoral ou marin qui caractérisent votre territoire.

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-1 /3

Amplitude marée de morte eau
(.... mètres)

Amplitude de marée de vive eau
(.... mètres)

Votre territoire se situe-t-il en ?

☐ Domaine littoral

- ☐ Domaine marin
- ☐ Domaine sous-marin
- ☐ Presqu'île
- ☐ Île
- ☐ Îlet -îlot
- ☐ Archipel
- ☐ Ensemble d'îlots

Peut-on y observer ?

- ☐ Baie
- ☐ Anse
- ☐ Golfe
- ☐ Havre
- ☐ Cap – Pointe
- ☐ Promontoire
- ☐ Delta
- ☐ Estuaire
- ☐ Aber – Ria
- ☐ Littoral sableux
- ☐ Côte rocheuse
- ☐ Littoral sableux et rocheux
- ☐ Zone intertidale
- ☐ Dune et système dunaire
- ☐ Îlots rocheux isolés
- ☐ Littoral vaseux
- ☐ Fleuve littoral
- ☐ Lagune littorale
- ☐ Bassin – Étang littoral
- ☐ Étang littoral asséché
- ☐ Courant de vidange d'étang littoral
- ☐ Marais maritime
- ☐ Saline – Etang salé
- ☐ Mangrove
- ☐ Marigot
- ☐ Chott
- ☐ Sebkha
- ☐ Récif corallien
- ☐ Récif frangeant
- ☐ Barrière récifale
- ☐ Lagon
- ☐ Îles barrières
- ☐ Canyon sous-marin
- ☐ Grotte sous-marine
- ☐ Falaise sous-marine

- ☐ Coulée volcanique sous-marine
- ☐ Pillow-lava
- ☐ Guyot

Aménagements littoraux

- ☐ Épis
- ☐ Gabion
- ☐ Perré
- ☐ Écran éolien
- ☐ Sentier littoral
- ☐ Plantations spécifiques
- ☐ Palissade
- ☐ Planches – Palplanches
- ☐ Zone protégée
- ☐ Itinéraire de cheminement balisé
- ☐ Contraintes de circulation
- ☐ Zone interdite
- ☐ Clôture de protection
- ☐ Construction (phare, sémaphore, station météo, blockhaus...)
- ☐ Digue littorale
- ☐ Digue et ancien moulin de marée
- ☐ Marais salants en activité
- ☐ Anciens marais salants
- ☐ Polder
- ☐ Prés salés
- ☐ Etier

Autres éléments descriptifs du contexte littoral et marin de la réserve non mentionnés dans la liste ci-dessus. Nommer et décrire si besoin ?

Nature du substratum rocheux des fonds marins ?
Nommer et décrire ?



Dans les schistes de la Réserve naturelle François Le Bail – Île de Groix (Morbihan)

Questionnement complémentaire de proximité

Quels sont les éléments de contexte littoral et marin, observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnés pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve

Vos remarques et commentaires
sur l'un ou l'autre point mentionné
ci-dessus !

→ Voir aussi les autres
questionnements

Q-1 /4 Contexte anthropique général - Aménagements

Nombreux sont les territoires qui portent la marque des activités humaines : activités actuelles ou passées. Un certain nombre d'endroits sont, par exemple, marqués par la présence d'anciennes carrières qui provoquent un affleurement de la ou des roches et par la même, permettent leur identification précise et les structures qui s'y associent.

Questionnement Q-1 /4

Identifier, selon la liste typologique suivante, les différents éléments du contexte anthropique qui caractérisent votre territoire.

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-1 /4

Sur votre territoire, peut-on observer ?

- ☐ Terres agricoles en cultures
- ☐ Terres agricoles en pâturages
- ☐ Pelouses – Landes
- ☐ Bois – Forêt
- ☐ RTM (restauration de terrains de montagne)
- ☐ Coupe forestière pare-feu
- ☐ Maison forestière
- ☐ Piste forestière
- ☐ Sentier
- ☐ Sentier de randonnée balisé (type GR)
- ☐ Habitations
- ☐ Installations agricoles en activité
- ☐ Installations agricoles abandonnées
- ☐ Installations industrielles en activité
- ☐ Installations industrielles abandonnées
- ☐ Routes
- ☐ Talus de bord de route
- ☐ Voie de chemin de fer
- ☐ Talus de voie de chemin de fer
- ☐ Ancienne voie ferrée
- ☐ Ancienne voie ferrée aménagée
- ☐ Tunnel
- ☐ Pont - Viaduc
- ☐ Merlon
- ☐ Carrière
- (Hauteur du front de taille)
- (Longueur du front de taille)
- ☐ Ancienne carrière
- ☐ Carrière en activité
- ☐ Centre d'enfouissement technique (déchets)

- ☐ Ancienne carrière souterraine
- ☐ Ancienne mine
- ☐ Entrée de mine
- ☐ Puits de mine
- ☐ Galerie
- ☐ Terril
- ☐ Ancien four
- ☐ Ancienne base militaire
- ☐ Aménagements
- ☐ Aménagements pour visite
- ☐ Zone d'interdiction de passage
- ☐ Escaliers – Rambardes
- ☐ Rampes d'accès handicapés
- ☐ Trottoirs de cheminement
- ☐ Aménagements pédagogiques
- ☐ Point de vue aménagé
- ☐ Panneau d'interprétation
- ☐ Sentier d'interprétation
- ☐ Local d'accueil du public
- ☐ Maison de la réserve
- ☐ Musée de site
- ☐ Gîte – Hôtellerie
- ☐ Aménagement de sécurité
- ☐ Clôtures
- ☐ Ouvrages paravalanches
- ☐ Filets anti-chutes de pierres
- ☐ Site préhistorique
- ☐ Site préhistorique souterrain
- ☐ Site préhistorique lacustre
- ☐ Site préhistorique littoral

Autres éléments descriptifs du contexte anthropique de la réserve non mentionnés dans la liste ci-dessus. Nommer et décrire si besoin ?

Questionnement complémentaire de proximité

Quels sont les éléments du contexte anthropique, observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnés pour leur intérêt spécifique ? Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve.

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !
--> Voir aussi les autres questionnements

Architecture et formes

Q-2 / Aspects morphologiques et structuraux des terrains

Ce qui crée, ce qui déforme et ce qui use !

Après avoir proposé une première découverte d'un territoire au travers de ses grandes caractéristiques géographiques générales, les questionnements suivants s'attachent à préciser les aspects géomorphologiques et structuraux des terrains concernés.

* Géomorphologie

La géomorphologie est la science qui étudie les formes du relief terrestre à différentes échelles. Elle s'appuie sur la nature des roches du substrat, leur disposition dans le sous-sol et à l'affleurement, les phénomènes tectoniques qui les ont mis en place, l'érosion qui les sculpte au quotidien ainsi que l'observation des dépôts de surface (colluvions, alluvions ou dépôts éoliens) plus ou moins importants.

* Géologie structurale

La géologie structurale est la science qui étudie la disposition des terrains les uns par rapport aux autres, dans le sous-sol et à l'affleurement, ainsi que les phénomènes tectoniques qui les ont déformés et mis en place.

Ces regards croisés permettent de faire le tour de l'ensemble des morphologies, des structures et des objets géologiques que l'on peut rencontrer dans le contexte de la France métropolitaine et par-delà les mers. Il exclut les aspects très spécifiques de certaines régions du Grand Nord ou des déserts.

Il permet de passer en revue et de préciser, avec un vocabulaire adapté, les éléments qui caractérisent un territoire :

- par son appartenance à un contexte structural général, d'ordre, le plus souvent régional,
- et, par l'observation des morphologies, des structures et des objets géologiques qui le caractérisent *in situ* à différentes échelles.

Les observations et les descriptions font, de ce fait, appel :

- à la disposition des terrains dans le sous-sol et à l'affleurement : géologie structurale, tectonique,
- et à la morphologie de surface (formes, sites, objets géologiques...), à la fois héritière de la nature des roches, de la tectonique et de l'érosion.

Il est important, quelle que soit la localisation d'un territoire donné, de passer en revue toutes les typologies de structures et de morphologies, car beaucoup d'entre elles sont à cheval sur différents contextes !

Dans chaque rubrique les listes typologiques associent structures, morphologies et objets, car la hiérarchisation entre ces trois critères d'approche serait difficile à faire de façon exacte et non utile au niveau de l'analyse d'un territoire. L'important étant d'arriver à préciser l'ensemble de ses particularités, à différentes échelles.



Pli en genou de la pointe Sainte-Barbe – Saint-Jean-de-Luz (Pyrénées Atlantiques)

Q-2 /0 Contexte géologique régional et local

Un espace naturel n'est jamais seul, isolé ! Il s'inscrit dans un ensemble régional né d'une histoire géologique au fil du temps.

Pour comprendre un territoire, il est donc important de savoir dans quelle province géologique (Bassin aquitain, Massif armoricain, Causses, Corse alpine, Arc antillais, etc.) il se situe. Les littoraux, comme les îles de nature continentale, appartiennent aussi à ces ensembles régionaux : Massif armoricain pour Ouessant et Groix, Bassin aquitain pour Oléron, par exemple.

De façon plus précise, un territoire appartient à un contexte local, marqué par une histoire géologique spécifique (Pays de Bray, Dombes, Limagne, Cantal, chaîne des Puys, collines sous-vosgiennes, Queyras, etc.). Son approche géologique nécessite d'en identifier et d'en préciser l'appartenance.

Il est donc nécessaire de situer tout espace naturel dans son contexte géologique territorial. La liste typologique suivante ne nomme que les très grandes unités. A chaque espace naturel de se situer le plus précisément possible !

Questionnement Q-2 /0

Identifier, selon la liste typologique suivante, la (ou les) province géologique régionale dans laquelle votre territoire se situe ?.

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /0

- | | |
|---|--|
| ☐ Flandres | ☐ Landes |
| ☐ Ardennes | ☐ Pyrénées |
| ☐ Boulonnais | ☐ Alpes |
| ☐ Bassin parisien | ☐ Massif cristallin alpin |
| ☐ Littoral Manche | ☐ Préalpes – Chaînes subalpines |
| ☐ Pays de Caux | ☐ Chaîne provençale |
| ☐ Picardie | ☐ Jura |
| ☐ Champagne | ☐ Fossé bressan |
| ☐ Lorraine | ☐ Sillon rhodanien |
| ☐ Île-de-France | ☐ Delta Camargue |
| ☐ Bourgogne | ☐ Littoral Côte d'Azur |
| ☐ Massif vosgien | ☐ Littoral languedocien |
| ☐ Alsace – Fossé rhénan | ☐ Océan (Nom) |
| ☐ Massif armoricain | ☐ Arc des Antilles |
| ☐ Massif central | ☐ Guadeloupe |
| ☐ Volcanisme du Massif central | ☐ Martinique |
| ☐ Limagne | ☐ Guyane |
| ☐ Morvan | ☐ Île de la Réunion |
| ☐ Causses | ☐ Mayotte |
| ☐ Montagne noire | ☐ Nouvelle Calédonie |
| ☐ Corse hercynienne | ☐ Polynésie |
| ☐ Corse alpine | ☐ Terres australes |
| ☐ Poitou | |
| ☐ Bassin aquitain | |
| ☐ Littoral atlantique | |

Autre province géologique non mentionnée dans la liste ci-dessus.
Nommer et décrire si besoin ?

Questionnement complémentaire

A quelle entité géologique locale plus précise votre territoire appartient-il ?

Exemples : Pays de Bray, Hurepoix, Avesnois, Faucigny, Aubrac, Sologne...

Exemple pour la réserve des Gorges de Daluis : Dôme du Barrot en bordure du Massif du Mercantour – Alpes du Sud

Nommer / Décrire.

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !
--> Voir aussi les autres questionnements

Q-2 /1 Grandes structures géologiques régionales

Cette liste propose un regard sur le contexte morphologique et structural régional dans lequel se situe un territoire donné. Elle vient en complément du questionnement précédent. Un territoire, quelle que soit sa superficie, appartient à un ensemble plus vaste qu'il est important d'appréhender dans ses grandes lignes morphologiques et structurales : bassin sédimentaire, plateau, région montagneuse, bassin d'effondrement, région volcanique, zone littorale, espace marin, etc.

Cet ensemble peut être plus ou moins marqué par des structures géologiques particulières à relativement grande échelle, telles que des plissements, des failles, un relief de cuesta, etc.

Questionnement Q-2 /1

Identifier, selon la liste typologique suivante, les grandes lignes structurales caractérisant la région dans laquelle votre territoire se situe.

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /1

- | | |
|---|--|
| ☐ Bassin sédimentaire | ☐ Zone (bassin) de subsidence |
| ☐ Bassin sédimentaire ancien | ☐ Chevauchement |
| ☐ Structure aclinale (horizontale) | ☐ Nappe de charriage |
| ☐ Structure monoclinale à faible pendage | ☐ Klippe |
| ☐ Cuvette synclinale | ☐ Complexe plutonique régional |
| ☐ Bombement anticlinal | ☐ Massif plutonique intrusif |
| ☐ Grand plateau structural | ☐ Domaine de métamorphisme régional |
| ☐ Relief de cuesta (ou côte) | ☐ Astroblème |
| ☐ Boutonnière | ☐ Région volcanique récente |
| ☐ Socle hercynien | ☐ Région volcanique ancienne |
| ☐ Socle antéhercynien | ☐ Île volcanique |
| ☐ Pénéplaine = surface d'aplanissement | ☐ Mer épicontinentale |
| ☐ Structure plissée | ☐ Plateau continental |
| ☐ Structure synclinale | ☐ Marge continentale passive |
| ☐ Structure anticlinale | ☐ Marge continentale active |
| ☐ Relief jurassien | ☐ Zone de subduction active |
| ☐ Structure tectonique inversée | ☐ Zone océanique |
| ☐ Structure faillée | ☐ Point chaud |
| ☐ Champ de failles | |
| ☐ Horst | |
| ☐ Graben - Fossé d'effondrement | |

Autres éléments descriptifs des grandes lignes structurales de la région non mentionnés dans la liste ci-dessus.
Nommer et décrire si besoin ?



Dans la Réserve naturelle des Gorges de Daluis (Alpes-Maritimes)

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-dessus !

→ Voir aussi les autres questionnements

Q-2 /2 Structures géologiques à l'échelle du territoire

Dans cette rubrique, le regard et l'analyse se précisent pour observer les structures et les morphologies, non plus dans un contexte général ou régional, mais *in situ*, à l'échelle du territoire. On peut, bien évidemment, y retrouver des éléments communs avec le questionnaire précédent, en particulier pour les réserves qui couvrent un grand territoire.

La nature des roches, principalement par leur mode de formation et de mise en place, induit fortement des différences morphologiques et structurales que l'on peut rencontrer en arpentant un territoire. Des roches comme les calcaires seront le plus souvent marquées par une stratification apparente liée à leur origine sédimentaire, alors que des granites se présenteront en massifs plus ou moins circonscrits. Dans un bassin sédimentaire, par exemple, des déformations tectoniques légères et de grande amplitude, auront pu incliner et soulever les terrains, par la suite redécoupés par l'érosion en relief de cuesta et associés à des buttes témoins, etc.

La Terre bouge. Des forces colossales sont en jeu. Les continents s'écartent ou se rapprochent. Certains entrent en collision. Des montagnes se soulèvent. Les roches cassent ou se plissent.

Reliefs, plis, failles, bassins d'effondrement, etc. Certains territoires peuvent par ailleurs être marqués par un choc d'origine céleste, cratère d'impact, astroblème !

Questionnement Q-2 /2

Identifier, selon la liste typologique suivante, les structures et morphologies générales liées à la tectonique et au mode de gisement des roches observables sur votre territoire.

☐ Cocher la case si réponse positive

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !

→ Voir aussi les autres questionnements

- | | |
|---|--|
| ☐ Couche sédimentaire | ☐ Structure synclinale |
| ☐ Succession de couches sédimentaires | ☐ Synclinal perché |
| ☐ Strates – Bancs rocheux | ☐ Anticlinal |
| ☐ Récif corallien fossile | ☐ Structure anticlinale |
| ☐ Contact entre couches géologiques | ☐ Pli (échelle kilo, hecto, décamétrique) |
| ☐ Contact entre étages géologiques | ☐ Pli droit |
| ☐ Couches en concordance | ☐ Pli déversé |
| ☐ Contact anormal | ☐ Pli couché |
| ☐ Terrains en discordance | ☐ Structure tectonique inversée |
| ☐ Structure aclinale (horizontale) | ☐ Pli-faille |
| ☐ Structure monoclinale à faible pendage | ☐ Plis en chevrons |
| ☐ Bombement anticlinal, Cuvette synclinale | ☐ Charnière de pli |
| ☐ Boutonnière | ☐ Flanc de pli |
| ☐ Plateau structural | ☐ Couches redressées |
| ☐ Cuesta (ou côte) | ☐ Couches verticales |
| ☐ Front de cuesta | ☐ Val |
| ☐ Revers de cuesta | ☐ Val perché |
| ☐ Butte témoin | ☐ Mont |
| ☐ Terrains plissés | ☐ Crêt |
| ☐ Synclinal | ☐ Cluse ou clue |
| | ☐ Diaclase |
| | ☐ Faille |
| | ☐ Faille majeure |

- ☐ Faille normale
- ☐ Faille inverse
- ☐ Faille décrochante (coulissante)
- ☐ Miroir de faille
- ☐ Plan de faille
- ☐ Escarpement faillé
- ☐ Structure faillée
- ☐ Champ de failles
- ☐ Horst
- ☐ Graben - Fossé d'effondrement
- ☐ Zone (bassin) de subsidence
- ☐ Nappe de charriage
- ☐ Chevauchement
- ☐ Ecaille tectonique
- ☐ Nappe de charriage
- ☐ Front de nappe de charriage
- ☐ klippe
- ☐ Fenêtre tectonique

- ☐ Bassin intra-montagneux
- ☐ Massif plutonique – granitique intrusif
- ☐ Dos de baleine
- ☐ Inselberg
- ☐ Pain de sucre
- ☐ Métamorphisme de contact
- ☐ Série métamorphique régionale
- ☐ Diapir
- ☐ Astroblème

Autres éléments descriptifs des structures géologiques et morphologies observables sur votre territoire, non mentionnés dans la liste ci-dessus.
Nommer et décrire si besoin ?

Liste typologique Q-2 /2

Questionnement complémentaire de proximité

Quelles sont les structures et morphologies observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnées pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve.



Dans la Réserve naturelle des Partias (Hautes-Alpes)

Q-2 /3 Contexte sismique

La Terre bouge ! Les déformations tectoniques s'effectuent au fil du temps, au rythme des séismes. Les plus forts d'entre eux peuvent provoquer des déplacements de plusieurs mètres, de compartiments de l'écorce terrestre de plusieurs centaines de kilomètres de long. Indépendamment de la prévention du risque, nécessaire à la protection des populations, la connaissance des séismes participe totalement à l'approche géologique d'un territoire, ces derniers étant un des principaux moteurs de son histoire structurale. De nombreuses régions métropolitaines ou d'outre-mer sont sujettes aux séismes. Il est donc important de recenser les différents épisodes ayant affecté un territoire.

Questionnement Q-2 /3

Des séismes ont-ils été ressentis sur votre territoire ?

Depuis le 1^{er} janvier 2000 ?

Date – Localisation épicentre – Magnitude Richter – Degré MKS – Dégâts

Dans le 20^e siècle ?

Date – Localisation épicentre – Magnitude Richter – Degré MKS – Dégâts

Dans l'histoire antérieure ?

Date – Localisation – Magnitude évaluée – Degré MKS – Dégâts

Questionnement complémentaire

Des postes de surveillance sismique sont-ils implantés sur votre territoire ou à proximité ? Nommer / Localiser / Quel réseau ? / Décrire.

Q-2 /4 Structures et morphologies liées au volcanisme

Issu des profondeurs de la croûte et du manteau, les magmas apportent à la surface de nouvelles roches façonnant sans cesse les paysages concernés, les marquant par de nombreuses structures et morphologies associées telles que des cônes et des cratères, des coulées, des dépôts liés à des activités explosives, des dykes, et autant de formes de reliefs et d'objets géologiques très spécifiques etc.

Questionnement Q-2 /4

Identifier, selon la liste typologique suivante, les structures et morphologies liées au volcanisme observables sur votre territoire.

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /4

- ☐ Stratovolcan
- ☐ Cône volcanique
- ☐ Dôme volcanique
- ☐ Cumulo-dôme
- ☐ Cratère
- ☐ Cratères emboîtés
- ☐ Cratère égueulé
- ☐ Cratère adventif
- ☐ Barranco
- ☐ Hornito de dégazage
- ☐ Cheminée volcanique
- ☐ Pit crater
- ☐ Diatrème
- ☐ Suc
- ☐ Aiguille d'extrusion
- ☐ Neck – Culot volcanique
- ☐ Pipe
- ☐ Cratère d'effondrement
- ☐ Caldeira
- ☐ Coulée
- ☐ Coulée aa
- ☐ Coulée pahoehoe
- ☐ Tunnel de lave
- ☐ Orgues

- ☐ Lave en coussin – Pillow-lava
- ☐ Cheire
- ☐ Dépôt pyroclastique
- ☐ Dépôt de cendres
- ☐ Lahar
- ☐ Maar
- ☐ Lac volcanique
- ☐ Trapps
- ☐ Plateau volcanique
- ☐ Planèze
- ☐ Filon-couche = sill
- ☐ Dyke
- ☐ Ring dyke
- ☐ Geyser
- ☐ Solfatares
- ☐ Fumerolles
- ☐ Mofettes
- ☐ Event
- ☐ Géothermie

Autres éléments descriptifs des structures et morphologies volcaniques observables sur votre territoire, non mentionnés dans la liste ci-dessus.

Nommer et décrire si besoin ?

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !
--> Voir aussi les autres questionnements

Questionnement complémentaire de proximité

Quelles sont les structures et morphologies volcaniques, observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnées pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve.

Q-2 /5 Morphologies liées à l'érosion générale

Principal facteur sculpteur de paysages à différentes échelles, l'érosion est d'abord et avant tout le fait de l'eau : eau qui ruisselle et s'écoule, eau qui altère, eau qui dissout. Et la gravité s'en mêle ! Certes il existe d'autres facteurs d'érosion tel que le vent, les variations de température, mais cependant beaucoup moins marquant dans la plupart des paysages, en particulier en région tempérée, sauf, bien-sûr, au niveau des systèmes dunaires littoraux. Localement, elle est gelée et sculpte les paysages glaciaires ! Ailleurs, elle se fait secrète et attaque les roches en profondeur : univers karstique ! Les questionnements suivants **Q-2/6** et **Q-2/7** permettent de faire le point sur ces morphologies d'érosion spécifiques.

Questionnement Q-2 /5

Identifier, selon la liste typologique suivante, les morphologies d'érosion observables sur votre territoire.

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /5

- | | |
|---|---|
| ☐ Surface structurale | ☐ Altération en boules |
| ☐ Dalle | ☐ Entonnoir de dissolution |
| ☐ Aiguille | ☐ Effondrement |
| ☐ Arche | ☐ Fontis |
| ☐ Tunnel naturel | ☐ Glacier rocheux |
| ☐ Ravin | ☐ Paysage ruiniforme |
| ☐ Éboulement | ☐ Badlands |
| ☐ Éboulis | ☐ Ravine |
| ☐ Glissement de terrain | ☐ Ruffes |
| ☐ Casse | ☐ Robines |
| ☐ Pierrier | ☐ Cheminée de fée |
| ☐ Cône d'éboulis | ☐ Demoiselle coiffée |
| ☐ Tablier d'éboulis | ☐ Bilboquet – champignon rocheux |
| ☐ Laves rocheuses | ☐ Chicot rocheux |
| ☐ Chirat | ☐ Pénitent |
| ☐ Coulée de solifluction | ☐ Pinnacle |
| ☐ Dépôts colluviaux | ☐ Cannelures |
| ☐ Caverne | ☐ Canyon encaissé |
| ☐ Abri sous roche | ☐ Bassin de réception de torrent |
| ☐ Chaos rocheux | ☐ Canal d'écoulement de torrent |
| ☐ Clap | ☐ Cône de déjection de torrent |
| ☐ Arène granitique | ☐ Marmite de géant |
| ☐ Chaos granitique | |
| ☐ Taffoni | |
| ☐ Alvéolisation de surface | |
| ☐ Chaos de grès | |
| ☐ Table de grès | |

Autres éléments descriptifs des structures et morphologies d'érosion observables sur votre territoire, non mentionnés dans la liste ci-dessus.
Nommer et décrire si besoin ?



Rochers de Moures dans le parc du Luberon (Alpes-de-Haute-Provence)

Questionnement complémentaire de proximité

Quelles sont les morphologies d'érosion, observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnées pour leur intérêt spécifique ? Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve.

Q-2 /6 Morphologies karstiques

Dolines, avens, grottes, stalactites, lapiez, résurgences, etc. On entend par morphologies karstiques toutes les formes de surface – exokarst – ou souterraines – endokarst – liées à l'action dissolvante de l'eau sur les roches carbonatées : calcaires et dolomies. Il s'agit donc de structures d'érosion particulières se traduisant principalement par un univers souterrain, terrain d'aventure des spéléologues.

Questionnement Q-2 /6

Quelles morphologies karstiques sont observables sur votre territoire ?

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /6

☐ Exokarst

- ☐ Morphologies karstiques de surface
- ☐ Causse
- ☐ Lapiez = lapiaz
- ☐ Diaclase béante
- ☐ Poljé
- ☐ Doline = Sotch = Lavogne
- ☐ Aven = ouverture de gouffre
- ☐ Relief ruiniforme
- ☐ Chicot rocheux
- ☐ Reculée = Bout du monde
- ☐ Canyon
- ☐ Source vauclusienne
- ☐ Source intermittente
- ☐ Exsurgence
- ☐ Résurgence
- ☐ Cascade en queue de cheval
- ☐ Gour sur cours d'eau
- ☐ Vasque
- ☐ Pertes en rivière – Bîmes (Loire)
- ☐ Karst ouvert à l'air libre
- ☐ Fontaine pétrifiante
- ☐ Source pétrifiante
- ☐ Tufière
- ☐ Baume
- ☐ Cavité – Abri-sous-roche
- ☐ Poche d'argile de décalcification

☐ Endokarst

- ☐ Morphologies karstiques souterraines
- ☐ Grotte
- ☐ Gouffre
- ☐ Stalactite
- ☐ Stalagmite
- ☐ Colonne
- ☐ Draperie
- ☐ Concrétions
- ☐ Siphon
- ☐ Rivière souterraine
- ☐ Lac souterrain
- ☐ Gour
- ☐ Excentrique
- ☐ Perle des cavernes
- ☐ Paléokarst

***Autres éléments descriptifs** des morphologies karstiques observables sur votre territoire, non mentionnés dans la liste ci-dessus.*

Nommer et décrire si besoin ?

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !
 --> Voir aussi les autres questionnements

Questionnement complémentaire de proximité

Quelles sont les morphologies karstiques, observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnées pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve

Q-2 /7 Morphologies glaciaires

En région froide, à plus ou moins haute altitude, selon les latitudes et les climats, se développent des glaciers qui s'écoulent vers les parties basses des reliefs. Puissants rabots, ils sculptent les roches sur leur passage et façonnent des morphologies caractéristiques. Parmi celles-ci, on peut distinguer celles correspondant aux glaciers actuels, en particulier en haute montagne, et celles héritées des époques des grandes glaciations quaternaires, dans des territoires aujourd'hui totalement abandonnés par les glaces.

Questionnement Q-2 /7

Quelles morphologies glaciaires actuelles ou héritées sont observables sur votre réserve ?

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /7

- ☐ Morphologie glaciaire active / actuelle
- ☐ Glacier
- ☐ Glacier blanc
- ☐ Glacier noir
- ☐ Langue glaciaire
- ☐ Vitesse d'écoulement du glacier
- ☐ Calotte glaciaire
- ☐ Cirque glaciaire
- ☐ Rimaye
- ☐ Crevasses
- ☐ Sérac
- ☐ Torrent glaciaire
- ☐ Moulin
- ☐ Bédière
- ☐ Blocs rocheux sur glacier
- ☐ Bandes de Forbes
- ☐ Moraine
- ☐ Moraine frontale
- ☐ Moraine latérale
- ☐ Moraine médiane
- ☐ Torrent sur-glaciaire
- ☐ Torrent sous-glaciaire
- ☐ Couloir d'avalanche

- ☐ Morphologie glaciaire héritée
- ☐ Ancienne vallée glaciaire
- ☐ Auge glaciaire – vallée en U
- ☐ Verrou morainique
- ☐ Verrou glaciaire
- ☐ Ancien cirque glaciaire
- ☐ Trimline
- ☐ Roches striées
- ☐ Roches moutonnées
- ☐ Poli glaciaire
- ☐ Bloc erratique
- ☐ Lac d'origine glaciaire
- ☐ Ancienne moraine (âge)
- ☐ Ancienne moraine frontale (âge)
- ☐ Ancienne moraine latérale (âge)
- ☐ Moraine du petit âge glaciaire
- ☐ Dépôts fluvio-glaciaires
- ☐ Esker
- ☐ Drumlin
- ☐ Pozzine

Autres éléments descriptifs des morphologies glaciaires observables sur votre territoire, non mentionnés dans la liste ci-dessus.

Nommer et décrire si besoin ?



Massif de la Meije – Oisans (Hautes-Alpes)

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !

--> Voir aussi les autres questionnements

Questionnement complémentaire de proximité

Quelles sont les morphologies glaciaires actuelles ou héritées, observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnées pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve.

Q-2 /8 Morphologies alluvionnaires des cours d'eau

Les matériaux arrachés par l'érosion sont ensuite transportés, puis déposés de-ci, de-là, plus ou moins loin de leurs lieux d'origine. Ils donnent ou ont donné naissance à des formes d'accumulation, bancs de sable, cônes d'éboulis, terrasses alluviales, etc., ensemble de dépôts souvent marqués par des figures sédimentaires qui traduisent le contexte de leur formation.

Questionnement Q-2 /8

Quelles morphologies de cours d'eau et alluvionnaires sont-elles observables sur votre territoire ?

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /8

- | | |
|---|--|
| ☐ Dépôts alluvionnaires actuels | ☐ Terrasses alluviales étagées |
| ☐ Plage de rivière | ☐ Stratifications des alluvions |
| ☐ Banc de sable | ☐ Alluvions granulo-classés |
| ☐ Banc de graviers | ☐ Stratifications obliques |
| ☐ Banc de galets | ☐ Rides de courant – Ripple-mark |
| ☐ Dépôt de vase | ☐ Flute cast |
| ☐ Chenaux en tresses | ☐ Placer |
| ☐ Chenaux anastomosés | ☐ Fentes de rétraction – dessiccation |
| ☐ Méandre | |
| ☐ Méandre libre | |
| ☐ Méandre encaissé | |
| ☐ Méandre abandonné | |
| ☐ Bras mort | |
| ☐ Ile sur cours d'eau | |
| ☐ Terrasse alluviale | |
| ☐ Terrasses alluviales emboîtées | |

Autres éléments descriptifs des morphologies alluvionnaires observables sur votre territoire, non mentionnés dans la liste ci-dessus.
Nommer et décrire si besoin ?

Questionnement complémentaire de proximité

Quelles sont les morphologies alluvionnaires observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnées pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve.

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !

→ Voir aussi les autres questionnements

Q-2 /9 Plages littorales : sable, galets et vase

La plus grande plage d'Europe constitue le littoral landais sur 200 kilomètre de long, entre la pointe de la Grave et la Chambre d'Amour au sud de l'embouchure de l'Adour, au Pays basque. Les sables issus de l'érosion de roches dures riches en quartz telles que les granites, sont transportés par les rivières et les fleuves jusqu'à leur embouchure. Ils sont alors en partie repris par les courants de dérive littorale qui les étalent le long des côtes en plages. Les matériaux plus fins, tels que les particules argileuses sont, dans leur presque totalité, évacués au large, en pleine mer. Cependant certains se déposent sur le littoral, sous forme de vases souvent à l'origine de milieux particuliers.

Quant aux galets, ils naissent pour la plupart de la fracturation in situ des roches en place. Ceux du littoral du Pays de Caux proviennent des silex de la craie, libérés de la roche lors de sa dissolution.

Questionnement Q-2 /9

Quelles morphologies littorales de plage (sables-galets-vases) sont-elles observables sur votre territoire ? ☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /9

- | | |
|---|---|
| ☐ Plage de sable | ☐ Plage de galets |
| ☐ Plage littorale ouverte | ☐ Flèche de galets |
| ☐ Plage de fond de baie | ☐ Cordon de galets |
| ☐ Plage dominée par des dunes | ☐ Ancienne plage perchée |
| ☐ Plage dominée par un littoral rocheux | ☐ Etendue vaseuse |
| ☐ Affleurements du socle rocheux au sein de la plage | ☐ Slikke |
| ☐ Blocs rocheux sur plage | ☐ Schorre |
| ☐ Grès de plage – Beach-rock | ☐ Micro-falaise |
| ☐ Cordon littoral sableux | ☐ Wadden |
| ☐ Baïne | ☐ Chenal de marée |
| ☐ Lido | ☐ Bouchon vaseux |
| ☐ Ouverture du lido (passe, grau) | ☐ Sédiments thixotropiques |
| ☐ Isthme | ☐ Alluvions d'origine marine |
| ☐ Flèche - poulier | ☐ Alluvions d'origine fluviale |
| ☐ Tombolo | ☐ Massifs à hermelles |
| ☐ Double tombolo | |
| ☐ Rides de plage | |
| ☐ Source sur la plage | |
| ☐ Présence de tourbe | |

Autres éléments descriptifs des morphologies de plage observables sur votre territoire, non mentionnés dans la liste ci-dessus.
Nommer et décrire si besoin ?



Sable et galets sur la plage d'Omaha beach (Calvados)

Questionnement complémentaire de proximité

Quelles sont les morphologies de plage observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnées pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve.

Q-2 /10 Systèmes dunaires littoraux

Le vent qui vient du large souffle avec vigueur sur les côtes. Sur les plages de grande largeur, le sable est sec en partie haute. Les grains n'y sont pas collés par l'eau et le vent les déplace en direction de la terre. Les uns après les autres, ils se mettent en mouvement par petits bonds successifs. D'autres s'envolent quand le vent souffle en rafale. En arrière de la plage, le vent rencontre des reliefs et de la végétation qui lui barrent le chemin. Il faiblit et son pouvoir de transport diminue. Les grains s'arrêtent, s'accumulent et forment un tas : ainsi naissent les dunes littorales. La croissance d'une grande dune nécessite des vents forts et réguliers, ainsi qu'une importante réserve d'alimentation en sable.

Une dune s'édifie perpendiculairement à la direction du vent et présente un profil transversal dissymétrique avec une pente douce du côté du vent et une pente plus raide coté terre. La dune bordière délimite le haut de la plage par un bourrelet sableux de un à quelques mètres de haut. Sa base correspond à la haute mer et peut être endommagée lors des tempêtes. En arrière de ce premier cordon, on peut voir se développer un champ de dunes montrant des formes différentes : dunes alignées, dunes paraboliques, dunes en râteau, etc. plus ou moins fixées par la végétation. Certains édifices anciens sont totalement végétalisés et fixés alors que d'autres évoluent rapidement.

Questionnement Q-2 /10

Quelles morphologies dunaires sont observables sur votre territoire ?

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /10

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !

→ Voir aussi les autres questionnements

- | | |
|---|--|
| ☐ Dunes littorales | ☐ Dunes à couvert forestier |
| ☐ Dune isolée (hauteur de la dune) | ☐ Dunes perchées |
| ☐ Dune élémentaire | ☐ Dunes en étoiles |
| ☐ Dune transversale | ☐ Dunes en râteau |
| ☐ Dune longitudinale | ☐ Caoudeyre |
| ☐ Dune parabolique | ☐ Cavité (cuvette) de déflation |
| ☐ Barkhane | |
| ☐ Nebka | |
| ☐ Ensemble de dunes (surface du système dunaire) | |
| ☐ Dunes entravées | |
| ☐ Dunes dégagées | |
| ☐ Dunes végétalisées | |

Autres éléments descriptifs des morphologies dunaires observables sur votre territoire, non mentionnés dans la liste
Nommer et décrire si besoin ?

Questionnement complémentaire de proximité

Quelles sont les morphologies dunaires observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnées pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve

Q-2 /11 Côtes rocheuses

Les littoraux rocheux se développent là où les assauts de la mer se confrontent directement avec les terres émergées. On peut y retrouver la plupart des morphologies caractéristiques des aires continentales. Il existe cependant des formes très spécifiques au contexte côtier, les unes liées à la remontée récente du niveau marin dans d'anciennes vallées, ria, aber ou calanque, les autres liées à la violence des assauts de tempêtes et au recul de la côte, platiers, falaises vives, etc. Le découpage des roches par l'activité de la mer est aussi l'occasion de mettre en évidence de belles structures, telles que des plis, des failles, des chaos, des stratifications, etc.

Il est donc nécessaire, pour décrire ce type de territoire, de passer en revue l'ensemble des morphologies citées dans les rubriques précédentes.

Questionnement Q-2 /11

Quelles morphologies littorales de côtes rocheuses sont-elles observables sur votre territoire ?

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /11

- ☐ Côte rocheuse à falaise basse
- ☐ Côte rocheuse à falaise haute (hauteur de la falaise)
- ☐ Falaise verticale
- ☐ Falaise à forte pente
- ☐ Falaise vive
- ☐ Falaise morte
- ☐ Source dans la falaise
- ☐ Calanques
- ☐ Falaise à faible pente
- ☐ Eboulements en pied de falaise
- ☐ Chaos rocheux littoral
- ☐ Chaos granitique littoral
- ☐ Vallée suspendue
- ☐ Vallée suspendue – Valleuse
- ☐ Aiguille isolée

- ☐ Arche littorale
- ☐ Chicots rocheux isolés
- ☐ Estran rocheux
- ☐ Platier
- ☐ Lapiatz littoral
- ☐ Banquette de concrétion algaire
- ☐ Cavité karstique sur falaise
- ☐ Grotte marine
- ☐ Souffleur

Autres éléments descriptifs des structures et morphologies volcaniques observables sur votre territoire, non mentionnés dans la liste
Nommer et décrire si besoin ?



Falaise de craie sur le littoral du Pays de Caux – Etretat (Seine-Maritime)

Questionnement complémentaire de proximité

Quelles sont les structures et morphologies littorales de côtes rocheuses, observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnées pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve

Q-2 /12 Structures et figurés rocheux particuliers

A petite et moyenne échelle

A une échelle généralement beaucoup plus petite que les éléments de questionnement précédents, il est important de pouvoir identifier, sur chaque territoire, les différentes structures et figurés rocheux spécifiques visibles au niveau des affleurements.

Questionnement Q-2 /12

Quels figurés rocheux particuliers (sédimentaires ou autres) sont-ils observables sur votre territoire? Ce questionnement est repris en Q-3, associé à chaque entité géologique précise du territoire.

☐ Cocher la case si réponse positive

Liste typologique Q-2 /12

- | | |
|--|--|
| ☐ Fentes de tension (en échelons) | ☐ Stratifications obliques fossiles |
| ☐ Figure de gélifraction | ☐ Faux plis en chevrons |
| ☐ Fente en coin | ☐ Ruffes |
| ☐ Fentes de dessiccation fossiles | ☐ Nodule |
| ☐ Fentes polygonales fossiles | ☐ Septaria |
| ☐ Gouttes de pluie fossiles | ☐ Poupée de loess |
| ☐ Filon (nature) | ☐ Poupée de grès – gogote |
| ☐ Veines (nature) | ☐ Terriers fossiles |
| ☐ Géode (nature) | ☐ Galets perforés |
| ☐ Cristaux (nature) | ☐ Pierres calcaires trouées |
| ☐ Pseudomorphose | ☐ Schistosité |
| ☐ Cristaux de pegmatite (nature) | ☐ Micro-plissements |
| ☐ Enclave dans roche magmatique (crapaud) | ☐ Stylolites |
| ☐ Nodule de péridotite | ☐ Orientation des minéraux |
| ☐ Laves en coussins fossiles | ☐ Linéations |
| ☐ Figures sédimentaires fossiles | ☐ Fluage |
| ☐ Rides de courants fossiles | ☐ Petits plissements |
| ☐ Ripple-marks fossiles | ☐ Paléosol |
| ☐ Flutes cast fossiles | ☐ Cuirasse (fer, latérite, bauxite) |
| ☐ Traces de bioturbation fossiles | |
| ☐ Chenal fossile | |
| ☐ Litage de la roche | |
| ☐ Sédiments granulo-classés | |
| ☐ Varves | |
| ☐ Stratifications obliques fossiles | |

Vos remarques et commentaires sur l'un ou l'autre point mentionné ci-contre !

→ Voir aussi les autres questionnements

Autres éléments descriptifs des structures et figurés rocheux observables sur votre territoire, non mentionnées dans la liste ci-dessus.

Nommer et décrire si besoin ?

Questionnement complémentaire de proximité

Quelles sont les structures et figurés rocheux observables à proximité de la réserve, mais en dehors de son territoire, susceptibles d'être mentionnés pour leur intérêt spécifique ?

Se référer à la liste ci-dessus ou autre !

Nommer / Décrire / Localisation / Distance approximative de la réserve.

Et sous la terre devinez ce qu'il y a ?

Q-3 / Identification des terrains, des roches et des fossiles Sous-sol d'un territoire

Après avoir décrypté la géographie, les morphologies et l'aspect structural d'un territoire, son étude géologique passe par l'identification précise de la nature des terrains qui en constituent le sous-sol.

C'est cette démarche que vous propose ce chapitre en lien direct avec un principe de questionnement systématique, type base de données. De façon sans doute plus importante que pour les démarches précédentes, celle-ci nécessite différents registres de connaissances croisées : roches, minéraux, fossiles, repères temporels et carte géologique. Les généralités sur ces thèmes sont abordées dans la première partie de ce document, sous les titres : « Roches et fossiles » « Espace et temps : Géologie à la carte ».

La démarche proposée consiste principalement dans l'utilisation de la carte géologique en corrélation avec les observations des terrains : en un mot, ce que nous dit la carte et comment on l'interprète ! L'accompagnement par un spécialiste s'avérera sans doute le plus souvent nécessaire.

Préambule important !

Comme expliqué dans le chapitre consacré à la carte géologique, cette dernière ne décrit que les ensembles rocheux constituant la partie supérieure du sous-sol. Or de nombreux affleurements – parois, falaises, cavités, tranchées, fronts de taille d'anciennes carrières ou actuelles – présentent des affleurements verticaux avec parfois une succession de niveaux rocheux de natures et d'âges différents. Dans ces cas précis, seul le niveau supérieur est mentionné sur la carte. Cependant celle-ci peut apporter des renseignements utiles car les couches sous-jacentes peuvent, suivant les déformations des terrains, affleurer à d'autres endroits dans le territoire étudié, ou à l'extérieur de celui-ci.

Des actions à mener de front !

Méthodologie pour l'identification des différentes unités rocheuses constituant le sous-sol d'un territoire :

- **Lire et décoder la carte géologique.**

Elle informe sur la nature du premier niveau rocheux constituant le sous-sol de l'endroit considéré, abstraction faite du sol dans le sens pédologique du terme.

- **Arpenter le territoire ! Géologie de terrain !**

Repérer les affleurements et identifier les roches qui les constituent.

Il est vrai que certains territoires ne montrent aucun affleurement !

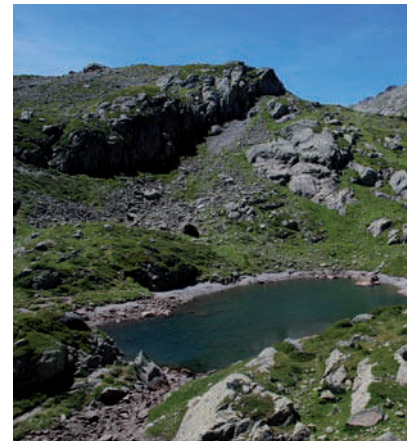
De toute façon, la simple observation des affleurements et des échantillons prélevés sur ces derniers ne suffira pas en général à les identifier précisément. Elle devra être complétée d'informations complémentaires et si besoin d'une étude microscopique et physico-chimique en laboratoire.

- **Rechercher des informations complémentaires**

Banques de données, livres, guides régionaux, bibliographie dans des parutions scientifiques traitant de la région, etc.

- **Faire appel aux spécialistes**

Ces différentes approches sont à mener conjointement.



Le lac des Chéserys – Réserve naturelle des Aiguilles Rouges (Haute-Savoie)

Remarque !

Aucun cadre de démarche ne peut correspondre à tous les cas de figure. Il est donc important d'adapter les réponses pour la meilleure approche possible du territoire concerné !

Certaines réserves naturelles à caractère géologique ou autre possèdent de nombreux sites dispersés et riches. On peut alors envisager que chaque site corresponde à un questionnement indépendant !

Progression de la démarche

La plupart des informations sont notées sur la carte, sa légende et la notice associée.

Q-3 /0 Questionnement préliminaire

Q-3 /1 Recensement global de l'ensemble des entités constituant le sous-sol du territoire

Q-3 /2 Description approfondie de chaque entité du sous-sol recensée

Cette approche plus approfondie permet de préciser la nature de chaque entité géologique du sous-sol. Il est donc nécessaire d'ouvrir successivement une rubrique d'informations spécifique pour chacune d'entre-elles.

Q-3/20 Première identification succincte des terrains

Q-3/21 Aspect des affleurements

Q-3/22 Nature des roches

Q-3/23 Minéraux particuliers

Q-3/24 Présence de fossiles

Q-3/25 Structures et figurés rocheux particuliers

Questionnements complémentaires

Q-3/26 Symboles cartographiques

Q-3/27 Perméabilité des terrains

Q-3/28 Informations complémentaires

Les listes typologiques Q-3/A/B/C/D, associées au questionnement Q-3 sont regroupées à la fin de ce cahier en page 106.



Les rhyolites de la Réserve naturelle de la presqu'île de Scandola, vue de la mer (Corse)

Q-3 /0 Informations préliminaires

Déplier la carte géologique !

Ces premiers questionnements ont pour but de donner des clefs générales, à partir desquelles des observateurs extérieurs pourront rechercher directement des informations. L'analyse de ces documents (cartes, mémoires, comptes-rendus d'observation, etc.) permettent de réaliser la suite de la démarche.

Questionnement Q-3 /00

Nom et N° de la (ou des) carte géologique 1/50 000 correspondant à votre territoire

Exemple : feuille n° 700 – BELLEY

Autre feuille – autre nom

Le territoire a-t-il été cartographié géologiquement sur un (des) autre document ?

A quelle échelle ?

- Nom du (des) document ? Echelle(s) ? Comment se le (les) procurer ?

Questionnement Q-3 /01

A-t-il été procédé à une (des) observation géologique du terrain in situ ?

Dans un premier temps, incrémenter simplement le fait que cette démarche scientifique a été réalisée. **OUI / NON**

Puis répondre en fonction des possibilités

- Qui a procédé à cette démarche ? Préciser
- Campagne(s) de terrain – Préciser
- Des rapports ont-ils été produits ? Préciser
- Lister quelques documents décrivant tout ou partie de la géologie du territoire.

NB : Pour certaines réserves à fort potentiel géologique, le nombre de communications, mémoires, sujets de recherche et thèses est tel que ce recensement est quasiment impossible ! Il faut alors adapter les réponses et ne mentionner que les documents essentiels et très référents.



Contact entre le Permien (pélites rouges) – et le Trias (grès clairs) en amont de la Réserve naturelle des Gorges de Daluis (Alpes-Maritimes)

Q-3 /1 Recensement des différentes entités géologiques constituant le sous-sol de votre territoire

Cette première approche consiste simplement dans le fait de recenser les différentes entités géologiques qui constituent le sous-sol de la réserve pour en dresser une liste exhaustive reprise ensuite, entité par entité, pour les décrire plus précisément.

Attention certaines unités ne sont pas représentées sur la carte, mais cependant visibles sur le terrain, car situées en dessous d'une autre dans un affleurement vertical par exemple (falaise, paroi, front de taille, espace souterrain, etc.). Il est nécessaire de les prendre en compte.

Questionnement Q-3 /1

Lister l'ensemble des entités géologiques – terrains - correspondant au sous-sol de votre territoire, avec, pour chacune, la codification et le nom tels qu'inscrits dans la légende de la carte géologique. (voir Cahier de géologie 1^{re} partie page 60)

Exemple de réponse possible pour des terrains sédimentaires

Feuille n° 700 – BELLEY (voir Cahier de géologie 1^{re} partie page 64)

Dans ce cas, ce sont les étages qui sont indiqués sur la légende de la carte :

- j 5c Oxfordien supérieur
- j 2 Bathonien
- j 1c Bajocien supérieur
- j 1b Bajocien moyen
- j 1a Bajocien inférieur

Exemple de réponse possible dans des terrains métamorphiques et cristallophyliens

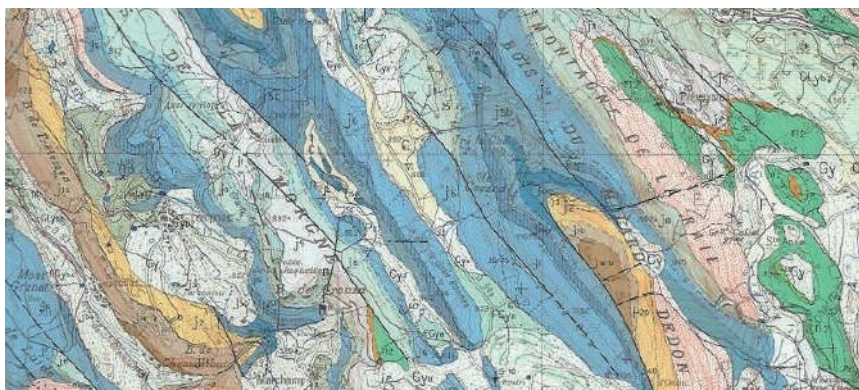
Feuille n° 72 – CHERBOURG (voir Cahier de géologie 1^{re} partie page 62)

Dans ce cas, ce sont les roches qui sont indiquées sauf pour le Sénonien (de nature sédimentaire)

- Y_{1e} Granite de Flamanville
- S4b-a- Y_{1e} Auréole métamorphique du granite de Flamanville
- Y₃ Microgranite
- C7-4 Sénonien décalcifié
- LP Limon d'origine loessique

Suite à ce questionnaire il vous est déjà possible, au moins en partie, de cocher un certain nombre d'informations sur les listes typologiques :

Q-3-A Echelle des temps géologiques (voir page 106)
et **Q-3-B** Roches et sédiments. (voir page 107)



Une ou plusieurs cartes pour chaque territoire

Q-3 /2 Description approfondie de chaque entité géologique précitée constituant le sous-sol du territoire

Cette approche plus approfondie permet de préciser la nature de chaque entité géologique. Elle se réfère à la fois à la carte, à la lecture de la notice, à des listes typologiques, aux observations de terrain et à d'autres sources. Il est donc nécessaire d'ouvrir une rubrique de questionnement séparée pour chaque entité. Et ainsi de suite.... Pour les différentes entités géologiques... avec reprise du questionnement pour chacune.

La codification par rapport à une liste typologique est une nécessité pour incrémenter une base de données et pouvoir ensuite s'y référer lors d'une recherche par critères spécifiques.

Questionnement Q-3 /20

Première identification succincte des terrains

Pour chaque entité géologique, donner la nature, telle que décrite dans la légende de la carte, ainsi que l'âge, l'ère, le système et la série auquel il appartient. Pour ce faire se référer à la carte.

Exemple de réponse :

J₂ : Bathonien

calcaires à taches, calcaires à silex, « choin », marno-calcaires

Mésozoïque – Jurassique – Dogger – Bathonien (-168 à -166 Millions d'années)

Exemple de réponse :

Y_{1e} : Granite de Flamanville

Paléozoïque – Dévonien moyen (-393 à -387 Millions d'années)

Dans ce cas il s'agit d'un massif granitique et non d'une formation sédimentaire.

L'information est à rechercher dans la notice où on peut lire : orogénèse mésodévonienne ce qui la localise sur l'échelle des temps géologiques.



Réserve naturelle de la presqu'île de Crozon (Finistère). Schistes et quartzites de Plougastel - Site de la Fraternité.

© Sophie Coat – Communauté de communes de la presqu'île de Crozon

Cocher les listes typologiques associées :

Q-3-A Echelle des temps géologiques (voir page 106)
et **Q-3-B** Roches et sédiments. (voir page 107)

Questionnement Q-3 /21

Aspect des affleurements

Pour chaque formation géologique (J₂ : Bathonien, par exemple) cocher la case *ad hoc* et préciser, dans la mesure du possible, l'importance, la typologie et la répartition des affleurements.

- ☐ Aucun affleurement
- ☐ Un seul ☐ Quelques-uns ☐ Nombreux affleurements
- ☐ Grandes surfaces d'affleurement
- ☐ Affleurements accessibles ☐ Affleurements inaccessibles

Ne mentionner que les affleurements caractéristiques, importants et référents. Dans certains cas, ils peuvent être très petits car ce sont les seuls ou bien qu'ils possèdent un intérêt spécifique

Affleurement référent 1

Décrire – géo-référence

Typologie de l'affleurement (chaos, bancs, lapiaz, verticalité, horizontalité, etc.)

Nom du lieu si connu – nom de la carrière (par exemple).

Affleurement référent 2 idem.....

Pour certains affleurements : ne pas hésiter à donner la longueur et la hauteur du front de taille. Décrire au mieux.

Eventuellement cartographier les affleurements !

Questionnement Q-3 /22**Nature des roches**

Pour chaque formation géologique : rechercher la nature précise des roches et/ou des alluvions, des sédiments constituant l'entité géologique, affleurant ou non.

Pour ce faire, se référer à la notice de la carte, à d'autres sources documentaires, à la compétence d'un spécialiste.

Précisions sur la nature de la roche de la formation.

Noter les infos spécifiques.

Cocher (ou compléter) la liste typologique

Q-3/B Roches et sédiments (voir page 106).



Cristaux de Halite –Sel gemme
© Gaëlle Guyétant

Questionnement Q-3 /23**Minéraux particuliers**

Pour chaque formation géologique: préciser la présence de « minéraux particuliers », macro ou microscopiques.

Pour ce faire se référer à la notice de la carte, à d'autres sources documentaires, à la compétence d'un spécialiste.

Précisions sur la présence de minéraux et de cristaux. Ne noter que ce qui est particulier et non les grains de quartz ou de mica des granites !

Noter les infos spécifiques.

Cocher la liste typologique

Q-3/C Minéraux et cristaux (voir page 109).

Questionnement Q-3 /24**Présence de fossiles**

Pour chaque formation géologique : lister les grandes catégories de fossiles, macro ou microscopiques, visibles sur les affleurements ou répertoriés dans les roches, sans pour autant être forcément visibles à l'affleurement.

Pour ce faire, se référer à la notice de la carte, à d'autres sources documentaires, à la compétence d'un spécialiste.

Pour chaque formation géologique : lister les fossiles spécifiques / caractéristiques / référents d'un étage / ou qu'il vous paraît nécessaire de mentionner de façon précise, etc. Ne noter que ce qui est particulier et non tous les fossiles !

Cocher la liste typologique

Q-3/D Fossiles et fossilisation (voir page 109).

Questionnement Q-3 /25

Structures et figurés rocheux particuliers

Pour chaque formation géologique : préciser la présence de structures (éléments – objets – trace de phénomènes – modelés – figurés) géologiques particulières visibles sur les affleurements.

Pour ce faire, se référer à la notice de la carte, à d'autres sources documentaires, à la compétence d'un spécialiste et à la liste typologique **Q-2/12**

Ce questionnement précise, avec la même liste d'appel, mais pour chaque entité du sous-sol, les questionnements abordés de façon générale pour l'ensemble du territoire, en **Q-2/12** (voir page 96)

Décrire en quelques mots les structures et les figurés rocheux particuliers rencontrés sur votre territoire

Compléter si besoin la liste typologique **Q-2/12** (voir page 96).

QUESTIONNEMENTS ANNEXES

Questionnement Q-3 /26

Symboles cartographiques

Pour chaque formation géologique: quels sont les objets et autres particularités correspondant au sous-sol de la réserve et mentionnés par des symboles sur la carte géologique et répertoriés en légende.

Exemples :

- Grotte
- Pendage à 20°
- Sondage de plus de 10 m
- Entrée de galerie de mine de fer abandonnée

Questionnement Q-3 /27

Perméabilité des terrains

Pour chaque entité géologique : préciser, dans la mesure du possible, la perméabilité des terrains.

Pour ce faire : se référer à la notice de la carte géologique qui généralement précise ce contexte pour la plupart des formations (rubrique hydrogéologie), ou à d'autres sources documentaires.

Est-elle :

Perméable en grand ? Perméable en petit ? Imperméable ?

La formation contient-elle un aquifère ? OUI NON

La formation correspond-elle à un niveau de sources ? OUI NON



Lapiaz calcaire – Réserve naturelle de Sixt-Passy (Haute-Savoie) © Julien Heuret

Questionnement Q-3 /28

Informations complémentaires

Pour chaque formation géologique : rechercher et décrire les quelques informations complémentaires importantes à connaître :

- décrites sur la notice associée à la carte (synthèse de la notice)
- révélées par d'autres sources (spécialiste, observations de terrain, autres documentations, etc.)
- Informations complémentaires, etc.

Valeurs, richesses et patrimoine

Q-4 / Objets géologiques remarquables

Vos propositions

Pour chaque *paysage, structure, site, roche, minéral ou fossile, toute formation ou entité rocheuse*, à une échelle ou à une autre, il est important de se poser la question de son intérêt spécifique à un titre ou à un autre.

Pensez-vous que tel objet ou telle entité géologique possède un intérêt particulier, même minime, à titre scientifique, pédagogique, esthétique, historique, culturel, autre ?

En un mot se poser la question et identifier ce qui vous semble remarquable !

Cet *objet géologique* vous semble-t-il *intéressant* ?

Est-il qualifiable d'« *objet géologique remarquable* » ?

Au-delà de la subtilité des qualificatifs, la démarche est importante car elle permet de pointer et de nommer les particularités et les richesses géologiques d'un territoire, si besoin de les protéger et de les valoriser. Il est alors nécessaire, après avoir repéré et identifié un objet, de le décrire et d'en faire *valider l'importance* !

Faites-vous aider si besoin !

Comme pour les autres disciplines des sciences de la nature, la chose n'est pas toujours facile pour une personne non spécialiste. Il est alors nécessaire de faire appel au *géologue*.

Repérer les objets géologiques remarquables est aussi fondamental pour les intégrer à votre *plan de gestion* :

- premièrement dans la phase de diagnostic du territoire pour avoir un état des lieux le plus complet possible,
- et ensuite dans la définition des objectifs de gestion, en termes d'études, de conservation, de protection et de valorisation auprès de différents publics.

Parmi les objets géologiques, certains, par leur richesse spécifique ou leur rareté, ont une valeur exceptionnelle. Ils entrent alors dans le domaine du patrimoine géologique, à connaître et impérativement conserver et protéger. Un *Inventaire National du Patrimoine Géologique (INPG)* est aujourd'hui en cours. Savoir si votre territoire est concerné par cet inventaire est aussi chose importante ! Pour en savoir plus et connaître le patrimoine identifié dans votre région, n'hésitez pas à vous rapprocher de votre DREAL.

Questionnement Q-4 /1 – Inventaire National du Patrimoine Géologique

Le territoire de votre réserve est-il en rapport direct ou de proximité avec un site de l'Inventaire National du Patrimoine Géologique de votre région ?

Pour vous en informer : contacter votre DREAL

☐ Oui ☐ Non

Si Oui

☐ Tout ou partie d'un site de l'Inventaire

☐ Un site de l'Inventaire à proximité de votre territoire

Dans les deux cas de figure

Code et nom du site

Intérêt patrimonial * - ** - ***

Intérêt géologique principal

Autre / Texte libre

Q-4 /2 Questionnement – Intérêt spécifique et « remarquable »

Pensez-vous que sur le territoire de votre réserve, parmi les éléments que vous avez observés, des « *objets géologiques* », paysages, panoramas, morphologies, structures tectoniques, sédimentaires ou autres, affleurements, roches, minéraux, fossiles, présentent un intérêt particulier, qui aille au-delà du simple contexte géologique, et soient susceptibles d'être remarqués et signalés :

- à titre scientifique,
- à titre pédagogique,
- à titre esthétique,
- à titre historique / culturel,
- à un autre titre ?

Si oui, les citer, les situer, les décrire en justifiant vos propositions selon des critères tels que :

- esthétique des lieux ou de l'objet,
- sujet d'études scientifiques en cours ou anciennes,
- aspect démonstratif de l'objet,
- démarche pédagogique pour quels publics, par quels médias,
- exemplarité / rareté / unicité du site ou de l'objet,
- lisibilité / état de conservation,
- autre.

N'ayez pas peur de faire des suggestions et des propositions !

Questionnement Q-4 /3 – Comment valider et faire remonter les informations.

Vous venez de finir le recensement de vos suggestions « d'objets géologiques remarquables ». Il est alors nécessaire de valider vos suggestions et de faire remonter l'information.

Pour valider, vous pouvez contacter :

- le ou les géologues compétents sur votre territoire (universitaires ou autres),
- le géologue de votre CSRPN (Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel),
- votre CRPG (Commission Régionale du Patrimoine Géologique), auprès de la DREAL
- la commission Patrimoine géologique de RNF,

Faire remonter l'information :

- en incrémentant la base de données adaptée,
- et en informant la commission Patrimoine géologique de RNF.

Et utiliser la démarche :

- pour enrichir votre plan de gestion en matière de connaissance, de conservation, de protection et de valorisation du contexte géologique.

En ayant fait le tour des questionnements Q-1, Q-2, Q-3 et Q-4, vous aurez, en grande partie, fait le tour de la géologie de votre réserve, démarche nécessaire pour :

- l'appréhender dans sa globalité environnementale,
- déceler ses éventuelles richesses méconnues,
- incrémenter une base de données à caractère géologique,
- aider à la rédaction du plan de gestion,
- envisager des actions de conservation, de valorisation et pédagogiques.



Chaos de grès du parc régional de la Haute Vallée de Chevreuse (Yvelines)

Q-3/A Echelle des temps géologiques Ère – système – série – étage

Identifier, selon la liste typologique suivante les ères – systèmes – séries – étages – des roches (affleurant ou non) constituant le sous-sol de votre territoire.

Les différentes informations s'additionneront au fur et à mesure de l'analyse des différents terrains.

☐ Cocher la case si réponse positive

☐ **PRÉCAMBRIEN**

☐ **ARCHÉEN**

Autre / Etage à préciser

☐ **PROTÉROZOÏQUE**

Autre / Etage à préciser

☐ **PALÉOZOÏQUE**

(Ere Primaire)

☐ **CAMBRIEN**

Autre / Etage à préciser

☐ **ORDOVICIEN**

Autre / Etage à préciser

☐ **SILURIEN**

Autre / Etage à préciser

☐ **DÉVONIEN**

Autre / Etage à préciser

☐ **CARBONIFÈRE**

Autre / Etage à préciser

☐ **PERMIEN**

Autre / Etage à préciser

☐ **MÉSOZOÏQUE**

(Ere Secondaire)

☐ **TRIAS**

☐ Induien

☐ Olénékien

☐ Ladinien

☐ Anisien

☐ Carnien

☐ Norien

☐ Rhétien

Autre / Etage à préciser

☐ **JURASSIQUE**

☐ **Jurassique inférieur**

☐ Hettangien

☐ Sinémurien

☐ Pliensbachien

☐ Toarcien

Autre / Etage à préciser

☐ **Jurassique moyen**

☐ Aalénien

☐ Bajocien

☐ Bathonien

☐ Callovien

Autre / Etage à préciser

☐ **Jurassique supérieur**

☐ Oxfordien

☐ Kimméridgien

☐ Tithonien

Autre / Etage à préciser

☐ **CRÉTACÉ**

☐ **Crétacé inférieur**

☐ Berriasien

☐ Valanginien

☐ Hauterivien

☐ Barrémien

☐ Urgonien

☐ Aptien

☐ Albien

Autre / Etage à préciser

☐ **Crétacé supérieur**

☐ Cénomanien

☐ Turonien

☐ Coniacien

☐ Santonien

☐ Campanien

☐ Maastrichien

Autre / Etage à préciser

☐ **CÉNOZOÏQUE**

(Eres Tertiaire et Quaternaire réunies)

☐ **PALEOGENE**

☐ **Paléocène**

☐ Danien

☐ Selandien

☐ Thanétien

Autre / Etage à préciser

☐ **Eocène**

☐ Yprésien

☐ Lutétien

☐ Bartonien

☐ Priabonien

Autre / Etage à préciser

☐ **NÉOGENE**

☐ **Oligocène**

☐ Rupélien

☐ Chattien

Autre / Etage à préciser

☐ **Miocène**

☐ Aquitanien

☐ Burdigalien

☐ Langhien

☐ Serravalien

☐ Tortonien

☐ Messinien

Autre / Etage à préciser

☐ **Pliocène**

Autre / Etage à préciser

☐ **QUATÉNAIRE**

Autre / Etage à préciser

Vos remarques
et commentaires
sur l'un ou l'autre point
mentionné ci-contre !

Q-3/B Roches et sédiments

Identifier, selon la liste typologique suivante, les roches et sédiments constituant le sous-sol (affleurant ou non) de votre territoire. Les différentes informations s'additionneront au fur et à mesure de l'analyse des différents terrains.

☐ Cocher la case si réponse positive

☐ Roches sédimentaires

- ☐ Alios
- ☐ Alluvions
- ☐ Anhydrite
- ☐ Anthracite
- ☐ Argile
- ☐ Argile verte
- ☐ Argile blanche
- ☐ Argile bariolée
- ☐ Argile de décalcification
- ☐ Argile à silex
- ☐ Argilite
- ☐ Arkose
- ☐ Bauxite
- ☐ Brèche
- ☐ Brèche calcaire
- ☐ Calcaire
- ☐ Calcaire à entroques
- ☐ Calcaire oolithique
- ☐ Calcaire dolomitique
- ☐ Calcaire gréseux
- ☐ Calcaire lithographique
- ☐ Calcaire crayeux
- ☐ Calcaire grossier
- ☐ Calcaire argileux
- ☐ Calcaire à silex
- ☐ Calcaire récifal
- ☐ Chailles
- ☐ Charbon
- ☐ Conglomérat
- ☐ Craie
- ☐ Craie argileuse
- ☐ Craie glauconieuse
- ☐ Craie à silex
- ☐ Craie argileuse
- ☐ Diatomite
- ☐ Dolomie
- ☐ Evaporite
- ☐ Faluns
- ☐ Flysch
- ☐ Gaize
- ☐ Banc de galets
- ☐ Grauwacke
- ☐ Grès
- ☐ Grès à ciment calcaire
- ☐ Grès à ciment siliceux
- ☐ Grès ferrugineux
- ☐ Grès feldspathique (cf Arkose)
- ☐ Grès micacé (cf Psammite)

- ☐ Grès quartzite
- ☐ Grès siliceux
- ☐ Grès de plage / Beach rock
- ☐ Grès des Landes (cf Alios)
- ☐ Gypse
- ☐ Halite (cf Sel gemme)
- ☐ Houille
- ☐ Kaolin
- ☐ Lignite
- ☐ Limon
- ☐ Loess
- ☐ Lumachelle
- ☐ Marne
- ☐ Marne à huîtres
- ☐ Meulière
- ☐ Meulière caverneuse
- ☐ Minette
- ☐ Molasse
- ☐ Ocre
- ☐ Phosphorite
- ☐ Poudingue
- ☐ Pélites
- ☐ Pétrole
- ☐ Radiolarite
- ☐ Sable (voir liste des sables)
- ☐ Sable ocreux
- ☐ Silex
- ☐ Sylvinite
- ☐ Tillite
- ☐ Tourbe
- ☐ Travertin
- ☐ Tuf calcaire
- ☐ Tuffeau

Autre à préciser

☐ Roches métamorphiques

- ☐ Amphibolite
- ☐ Ardoise
- ☐ Calcschiste
- ☐ Chloritoschiste
- ☐ Cipolin
- ☐ Cornéenne
- ☐ Eclogite
- ☐ Eclogite à grenats
- ☐ Gneiss
- ☐ Orthogneiss
- ☐ Paragneiss
- ☐ Gneiss œillé

*Vos remarques
et commentaires
sur l'un ou l'autre point
mentionné ci-contre !*

- ☐ Gneiss rubané
- ☐ Impactite
- ☐ Leptynite
- ☐ Marbre
- ☐ Micaschiste
- ☐ Quartzite
- ☐ Schiste
- ☐ Schiste ardoisier
- ☐ Schiste lustré
- ☐ Serpentinite
- ☐ Variolite

Autre à préciser

☐ **Roches magmatiques plutoniques**

- ☐ Diorite
- ☐ Diorite orbiculaire
- ☐ Dolérite
- ☐ Gabbro
- ☐ Granite
- ☐ Granite d'anatexie
- ☐ Granite porphyroïde
- ☐ Granodiorite
- ☐ Lherzolite
- ☐ Pegmatite
- ☐ Péridotite
- ☐ Syénite

Autre à préciser

☐ **Roches magmatiques volcaniques**

- ☐ Andésite
- ☐ Basalte
- ☐ Basalte à olivine
- ☐ Bombe volcanique
- ☐ Brèche pyroclastique
- ☐ Carbonatite
- ☐ Cinérite
- ☐ Dacite
- ☐ Domite
- ☐ Doréite
- ☐ Ignimbrite
- ☐ Lave
- ☐ Lahar
- ☐ Obsidienne
- ☐ Phonolite
- ☐ (Pierre) Ponce volcanique
- ☐ Pouzzolane
- ☐ Rhyolite
- ☐ Sancyite
- ☐ Scories volcaniques
- ☐ Trachyandésite
- ☐ Trachyte
- ☐ Tuf volcanique
- ☐ Variolite

Autre à préciser

☐ **Sédiments meubles**

☐ *Sables - classe des arénites*

- ☐ Sable fin - sablon
- ☐ Sable pélitique
- ☐ Sable grossier
- ☐ Sable quartzeux
- ☐ Sable micacé
- ☐ Sable mélangé
- ☐ Sable coquillier
- ☐ Sable calcaire
- ☐ Sable corallien
- ☐ Sable volcanique
- ☐ Cordon de coquillages
- ☐ Arène granitique

Autre à préciser

☐ *Galets / graviers - classe des rudites*

- ☐ Une seule nature de galets / graviers
- ☐ Mélange de galets / graviers
- ☐ Galets / graviers de silex
- ☐ Galets / graviers de granite
- ☐ Galets / graviers de gneiss
- ☐ Galets / graviers de basalte
- ☐ Galets / graviers de variolite
- ☐ Galets / graviers de roches volcaniques
- ☐ Galets / graviers de schiste
- ☐ Galets / graviers de calcaire
- ☐ Galets / graviers de grès
- ☐ Galets / graviers de quartzite
- ☐ Grave

Autre (s) nature de galets / graviers

☐ *Vases/sédiments très fins classe des pélites/lutites*

- ☐ Vase argileuse
- ☐ Vase argilo-calcaire
- ☐ Tangue
- ☐ Bri
- ☐ Vase (sombre) à fraction organique
- ☐ Bioherme à hermelles
- ☐ Glaise
- ☐ Cendres volcaniques

Autre à préciser

☐ **Matériaux d'origine anthropique**

- ☐ Déchets d'industries extractives
- ☐ Ordures ménagères
- ☐ Terrassements
- ☐ Remblais

Autre à préciser

*Vos remarques
et commentaires
sur l'un ou l'autre point
mentionné ci-contre !*

Q-3/C Minéraux et cristaux

Identifier, selon la liste typologique suivante les minéraux et cristaux observables sur votre territoire et présentant un intérêt particulier à un titre ou à un autre : spécificité, patrimonialité, pédagogie, taille, esthétique... Ne pas mentionner les minéraux courants comme les grains de quartz d'un granite, par exemple !

Les différentes informations s'additionneront au fur et à mesure de l'analyse des différents terrains.

☐ Cocher la case si réponse positive

- ☐ Cristaux
- ☐ Albite
- ☐ Améthyste
- ☐ Amiante
- ☐ Aragonite
- ☐ Barytine
- ☐ Biotite
- ☐ Calcite
- ☐ Chlorite
- ☐ Cordiérite
- ☐ Pyrolusite
- ☐ Dendrites de pyrolusite
- ☐ Disthène
- ☐ Epidote
- ☐ Feldspath
- ☐ Feldspath alcalin
- ☐ Feldspath calcosodique
- ☐ Glaucothane

- ☐ Grenat
- ☐ Hématite
- ☐ Illite
- ☐ Kaolinite
- ☐ Magnétite
- ☐ Marcassite
- ☐ Muscovite
- ☐ Olivine
- ☐ Orthose
- ☐ Plagioclase
- ☐ Pyrite
- ☐ Pyroxène
- ☐ Quartz
- ☐ Staurotide
- ☐ Zircon
- ☐ Silice

Autre à préciser

Vos remarques
et commentaires
sur l'un ou l'autre point
mentionné ci-contre !

Q-3/D Fossiles et fossilisation

Identifier, selon la liste typologique suivante les fossiles observables sur votre territoire et présentant un intérêt particulier à un titre ou à un autre : spécificité, historique, patrimonialité, pédagogie, taille, esthétique... Ne pas tout mentionner !

☐ Cocher la case si réponse positive

Présence de fossiles

☐ OUI / ☐ NON

Type de fossile et de fossilisation

- ☐ Traces
- ☐ Piste
- ☐ Traces de bioturbation
- ☐ Empreintes
- ☐ Ossements
- ☐ Squelette
- ☐ Œufs
- ☐ Rostres
- ☐ Dents
- ☐ Coquilles
- ☐ Moulage
- ☐ Moulage interne
- ☐ Moulage externe
- ☐ Ambre
- ☐ Récif

- ☐ Bioherme
- ☐ Microfossiles
- ☐ Tests
- ☐ Articles
- ☐ Fragments

Autre à préciser

☐ Protistes fossiles

- ☐ Stromatolithes
- ☐ Coccolites
- ☐ Foraminifères
- ☐ Nummulites
- ☐ Miliolites
- ☐ Globigérines
- ☐ Fusulines
- ☐ Diatomées
- ☐ Radiolaires

Autre à préciser

- ☐ **Invertébrés fossiles**
- ☐ **Spongiaires**
- ☐ **Cnidaires**
- ☐ Corail

Autre à préciser

- ☐ **Graptolites**
- ☐ **Pistes d' helminthoïdes**
- ☐ **Mollusques**
- ☐ **Lamellibranches**

(Mollusques bivalves)

- ☐ Huître
- ☐ Gryphée
- ☐ Pecten
- ☐ Cardium

Autre à préciser

- ☐ **Rudistes**

- ☐ Hippurites

Autre à préciser

- ☐ **Gastéropodes**

- ☐ Natica
- ☐ Turritelle
- ☐ Cérith

Autre à préciser

- ☐ **Céphalopodes**

- ☐ Nautilite
- ☐ Ammonite
- ☐ Goniatite
- ☐ Orthocère
- ☐ Bélemnite
- ☐ Rostre de Bélemnite

Autre à préciser

- ☐ **Echinodermes**

- ☐ Crinoïdes - Encrines
- ☐ Entroques
- ☐ Calice d'encrine
- ☐ Echinides = oursins
- ☐ Spicules
- ☐ Oursin régulier
- ☐ Oursin irrégulier
- ☐ Oursin plat
- ☐ Etoiles de mer
- ☐ Ophiures

Autre à préciser

- ☐ **Arthropodes**

- ☐ **Crustacés**

- ☐ Trilobite

Autre à préciser

- ☐ **Insectes**

A préciser

- ☐ **Myriapodes**

A préciser

- ☐ **Végétaux fossiles**

- ☐ **Algues**
- ☐ **Mousses**
- ☐ **Ptéridophytes**

- ☐ Fougères
- ☐ Cordaïtes
- ☐ Sigillaires
- ☐ Calamites

Autre à préciser

- ☐ **Végétaux supérieurs**

- ☐ Tronc
- ☐ Bois fossile silicifié
- ☐ Feuille
- ☐ Fruit
- ☐ Cône

Autre à préciser

- ☐ **Vertébrés (et autres cordés)**

A préciser

- ☐ **Poissons**

- ☐ Agnates
- ☐ Placodermes
- ☐ Téléostéens
- ☐ Dents de requin

Autre à préciser

- ☐ **Amphibiens**

- ☐ Grenouille

Autre à préciser

- ☐ **Reptiles**

- ☐ Chéloniens
- ☐ Lézards
- ☐ Crocodiliens
- ☐ Serpents

Autre à préciser

- ☐ **Reptiles mammaliens**

- ☐ **Reptiles dinosauriens**

- ☐ Pré-dinosauriens
- ☐ Dinosauriens
- ☐ Dinosaurien ornithischien
- ☐ Dinosaurien saurischien
- ☐ Ossements
- ☐ Œufs
- ☐ Empreintes - piste

*Vos remarques
et commentaires
sur l'un ou l'autre point
mentionné ci-contre !*

- ☐ Empreinte tridactyle
- ☐ Empreinte pentadactyle
- ☐ Ptérosaures
- ☐ Plésiosaures
- ☐ Ichtyosaures
- ☐ Archéoptéryx

Autre à préciser

- ☐ **Oiseaux**
- ☐ Archéoptéryx
- ☐ Squelette d'oiseaux
- ☐ Plumes
- ☐ Traces de pas

Autre à préciser

- ☐ **Mammifères**
- ☐ Mammifère terrestre

Autre à préciser

- ☐ Mammifère marin
- ☐ Sirénien
- ☐ Baleine

Autre à préciser

- ☐ **Hominidé**

A préciser



Dans la Réserve naturelle de la Moselle sauvage (Meurthe-et-Moselle)

Handwriting practice lines on page 117.



Remerciements

Les réserves naturelles forment le premier réseau d'espaces protégés de France métropolitaine et d'outre-mer : en nombre (plus de 300), en surface (près de 3 millions d'hectares), en diversité des paysages et milieux naturels.

Près de 700 professionnels œuvrent à connaître, protéger et gérer ces espaces, ainsi qu'à sensibiliser les habitants, usagers et visiteurs à leur beauté, à leur fragilité, à la nécessité de leur sauvegarde. Mais qui connaît tout ce dévouement, tout cet enthousiasme, toute cette compétence ?

Les Cahiers de RNF veulent les faire connaître et reconnaître.

Publiés depuis 2013 pour rendre compte de leurs travaux, ils sont disponibles uniquement en version électronique et sont diffusés gratuitement.

Ce volume « Cahier de géologie » est le numéro 6 des Cahiers de RNF. Il est le fruit d'une collaboration entre François Michel qui en est l'auteur principal et la commission Patrimoine géologique de RNF. Document technique et méthodologique, il a été décidé de le proposer en version imprimée.

Le Cahier de géologie a été réalisé avec le soutien financier de la région Île-de-France et du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, et la contribution technique du Bureau de Recherches géologiques et minières qui met gracieusement à disposition les cartes géologiques.

Il bénéficie de l'implication de membres du réseau et de l'équipe permanente de RNF qui ont, depuis le lancement de ce projet, envoyé des illustrations, relu ou testé la méthode descriptive, participé aux échanges lors des séances de la commission Patrimoine géologique de RNF ou de son comité de pilotage, ou se sont investis dans la rédaction au sein du comité technique.

Réserves Naturelles de France les remercie chacun pour leur investissement.

Réserves Naturelles de France remercie également les conservatoires d'espaces naturels et le Muséum national d'Histoire naturelle pour leurs relectures et leurs conseils.

Directeur de la publication : Arnaud Collin, Directeur de RNF.

Rédacteur en chef : Gaëlle Guyétant, Présidente de la commission Patrimoine géologique.

Comité technique du Cahier de géologie : Christine Balme, Gaëlle Guyétant, Micheline Hanzo, Joëlle Riss, Karine Michéa, Jacques Avoine, Yves Gilly.

Appuyé de : Blandine Cassagne, Anne-Lise Giommi, Max Jonin, Bernard Laumonier, Emilia Buenaventas.

Ce document a été réalisé avec l'appui financier de la région Île-de-France et du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.

Réalisation : Studio Préférences – **Impression :** 500 ex. sur papier recyclé
Date d'impression : septembre 2015

N° ISBN 978-2-9544868-9-4



CS 67524
21075 Dijon cedex

Téléphone :
03 80 48 91 00
Télécopie :
03 80 48 91 01

rnf@espaces-naturels.fr
reserves-naturelles.org