

LE D

Matériaux rocheux, dynamisme de la planète : géologie. Intimité secrète des profondeurs : géophysique. Contours des territoires, empreinte humaine : géographie. Mesure des distances, calcul des surfaces : géométrie. Formes des reliefs, dessin des paysages : géomorphologie. Géo... comme Gê, la déesse Terre au Panthéon hellénique ! ● F. Michel

GÉOLOGIE

FONDEMENT DES HABITATS,
DES ESPÈCES ET DES

SOMMAIRE

- 21 Géologie, j'aime ton nom !
- 22 Tout l'intérêt des géologues
- 24 Le recours à la géologie pour gérer et réaménager un site
- 25 Les paysages sont marqués par leur roche
- 26 Trouver les chemins de l'eau souterraine
- 28 Jacques Avoine : « Les cailloux ne se reproduisent pas, ils sont condamnés à disparaître »
- 29 Benoît Fritsch : Comment nous avons découvert que notre site abritait du patrimoine géologique
- 31 Intégrer la dimension géologique dans le plan de gestion
- 32 Trois outils juridiques pour protéger le patrimoine géologique
- 33 Guy Martini : « La protection *in situ*, une si bonne idée ? »
- 33 Stratégie d'éducation au Grand site du Puy Mary

Géologie, j'aime ton nom !

Pour nous, Terriens de la planète « Gê », la géologie correspond aux fondements 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 et son histoire depuis sa formation, il y a environ 4,6 milliards d'années. Tout autour de nous est sous-tendu par un contexte géologique, aucun environnement n'y échappe.

Le barrage est construit là où les roches qui referment la vallée permettent son ancrage avec, en amont, un sous-sol suffisamment imperméable pour permettre l'implantation d'un lac. 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 ? Tel monde souterrain n'a pu se développer que par la lente action de l'érosion sur des roches calcaires... Les exemples ne manquent pas, et pour cause, tout territoire est implanté sur un substratum géologique. Le découvrir : tel est l'enjeu !

N'ayez pas peur ! La géologie : c'est beau. Certes, cette science n'est pas toujours d'approche facile. Elle nécessite souvent de nombreux préacquis. Elle est à la fois matériaux, phénomènes et histoire. Pour décoder, il faut entrer dans l'univers de l'espace-temps. Au fil des ères, 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 de-

puis des centaines de millions d'années bouleversent les géographies planétaires. « L'univers est éternel, les mondes naissent et meurent, ce qui est la mer peut devenir la terre. Tout change tout le temps » affirmait déjà Aristote, 350 ans avant notre ère.

En matière de contexte géologique, on peut chapitrer chacun de nos environnements selon que le sous-sol y est plus ou moins visible, voire non visible. Souvent la géologie se fait discrète. 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 la découvrir et y faire référence. En matière de sous-sol : aucun territoire n'est banal. Il a quelque chose à nous expliquer pour le connaître, le protéger et le faire découvrir.

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

Ce dossier vous invite à entrer en géologie... Laissez-vous tenter. ●

François Michel

Géologue, auteur, consultant pour le Centre technique de matériaux naturels de construction
 francoismichel@club-internet.fr



Conseil général du Val d'Oise



VAL D'OISE

Tout l'intérêt des géologues

L'avis de

Christian Montenat

Ex-directeur de l'institut géologique Albert-de-Lapparent
Ex-directeur de recherche au CNRS

« Nous ne sommes pas des prestataires »

L'institut Albert-de-Lapparent a prêté main forte aux gestionnaires de terrain. Nous sommes intervenus à Vigney-Longuesse (cf. article ci-contre). Notre rôle a consisté à sélectionner des « spots », c'est-à-dire à définir ce qu'il fallait mettre en valeur dans cette grande carrière devenue réserve.

En tant qu'école formant des ingénieurs, nos motivations sont celles de géologues travaillant dans le domaine de la recherche et de l'enseignement supérieur professionnel. Nous ne sommes pas des prestataires de services. Plusieurs aspects ont motivé notre intervention. En premier lieu, il nous semble important de vulgariser la géologie. C'est une manière d'affirmer son impact socio-économique et de contribuer au recrutement d'élèves de bon niveau. Nous avons aussi besoin de disposer de lieux de travaux pratiques permettant à nos étudiants d'acquérir un entraînement de terrain.

Par ailleurs, certains sites, et c'est le cas à Vigney ou Auvers-sur-Oise, sont des « monuments historiques ». Ils racontent une page de l'histoire de la Terre. Ils appartiennent aussi à l'histoire de la science géologique. Elle y a forgé certains de ses concepts et fait évoluer certaines de ses idées.

Nous ne pouvons pas, non plus, rester indifférents aux efforts accomplis pour aménager le site. C'est peu fréquent. Ensuite il faut aussi faire fonctionner ces sites, les animer, les faire visiter, susciter l'intérêt. Il faut donc un minimum de moyens de fonctionnement et de personnel. C'est là, assurément, le point faible de l'opération. ●

christian.montenat@nordnet.fr

Propriété du conseil général du Val d'Oise, la carrière de Vigney-Longuesse (21 ha) est classée Espace naturel sensible. Territoire à fort enjeu géologique, l'endroit fut sujet à controverses scientifiques pendant plus de cent cinquante ans. La carrière a été exploitée pour son calcaire du Danien (un co-stratotype du niveau de l'ère tertiaire [-65 Ma] très peu visible en Europe). Elle abrite une faune fossile considérable et d'anciens récifs coralliens sont encore visibles.

En 2001, c'est la collaboration avec des experts des sciences de la Terre qui va permettre d'en orienter la gestion. Ainsi, notamment, l'expertise de géologues de l'institut géologique Albert-de-Lapparent (Cergy) empêche le remblaiement du site en fin d'exploitation. Sur leur avis, les gestionnaires obtiennent le maintien des fronts de taille les plus intéressants et la conservation du patrimoine bâti d'intérêt sur la carrière, dont le local du carrier construit en partie avec la pierre du site. Une modification de l'arrêté préfectoral de remise en état par le carrier, lequel a définitivement cessé son activité fin 2001, sera alors nécessaire. Deux ans plus tard, en 2003, le premier plan de gestion du site est établi par un groupement d'études faisant intervenir



Repères

INFO PÉDAGOGIQUE

L'aménagement de la carrière de Vigny-Longuesse par le conseil général a représenté plus de 330 000 euros d'investissement, hors acquisition. La carrière accueille aujourd'hui de 4 à 5 000 personnes par an, avec une grande majorité de scolaires, issus du Val d'Oise, mais aussi de tous les départements limitrophes. L'aménagement de ce site, reconnu, et régulièrement fréquenté par des géologues du monde entier, confirme la demande sociale de sites supports pour des sorties pédagogiques, notamment en Île-de-France.



Conseil général du Val d'Oise

▲ Un exemple de mollusque fossile présent sur le site – un campanile – une des 350 espèces de fossiles recensées.

écologues mais aussi géologues. Ils proposent des équipements tels que bac à échantillons, observatoire, belvédère de lecture du paysage et aménagement d'une quinzaine de points d'observation. En 2006 puis 2009, lors du chantier d'aménagement du site, c'est encore l'intervention de géologues experts (Institut Lasalle) qui va permettre de surveiller les travaux de dégagement des coupes, d'orienter les terrassements, puis d'assurer la valorisation pédagogique du site (panneaux...). De même, ils rédigent le contenu d'un livret scientifique destiné à former les enseignants en SVT afin qu'ils organisent leurs sorties scolaires sur site.

L'intérêt majeur du site a justifié son classement en réserve naturelle régionale en octobre 2009. Ce classement permet de travailler avec le Conseil scientifique régional du patrimoine naturel, en particulier les géologues, notamment pour la rédaction du nouveau plan de gestion de la réserve depuis avril 2012. Celui-ci devrait permettre une évaluation régulière de cette gestion à partir d'une liste d'indicateurs. ●

Sébastien Girard

Responsable du service Trame verte et bleue
Conseil général Val d'Oise
sebastien.girard@valdoise.fr

Géosciences. Sciences descriptives (naturelles) ou « exactes » (physico-chimiques) s'intéressant au fonctionnement et à l'évolution de la Terre solide et de ses enveloppes fluides. Dans le registre des sciences naturelles, on peut citer la géologie, la minéralogie, la paléontologie. Dans le registre des sciences « exactes » : la géochimie, la géophysique, la géodésie... L'océanologie ou la météorologie font également partie des géosciences au sens large.

Géologie. Sous-ensemble des géosciences regroupant les sciences descriptives des objets *in situ* de la Terre solide. Il en est ainsi de la tectonique, la pétrologie, la stratigraphie, la sédimentologie, l'hydrogéologie... La géologie, discipline fondatrice des sciences de la nature dans l'Antiquité, a évolué au cours du 20^e siècle en une science expérimentale s'appuyant sur la géochimie et la géophysique.

Géomorphologie. Discipline des géosciences qui s'intéresse à la formation et à l'évolution géologique des paysages. Pour certains de ces aspects, notamment géodésiques (la mesure et la quantification de la géométrie de la surface terrestre), la géomorphologie est une sous-partie de la géographie physique. Pour le reste (datations, évolution sur des longues périodes de temps), c'est plutôt de la géologie.

Paléontologie. Discipline des géosciences qui s'intéresse aux messages portés par les fossiles : les étapes et les modalités de l'évolution de la vie (affinité avec la biologie), les rapports entre la biodiversité et les changements de l'environnement au cours des temps géologiques, la reconstitution des paléogéographies disparues...

Archéologie. Étude des vestiges de civilisations disparues. Contrairement à la géologie, l'archéologie est une science humaine et non pas une science naturelle. Cela dit, elle utilise des techniques de fouille et de datation qui reposent sur des connaissances de sédimentologie, pédologie, minéralogie, géochronologie, hydrogéologie...

Pédologie. Discipline des géosciences à la frontière entre la sédimentologie et la biologie. Elle consiste en l'étude des sols, du point de vue géologique (histoire et évolution) ou agronomique (rendements et adaptations agricoles).

Minéralogie. Discipline des géosciences qui étudie les minéraux, d'un point de vue systématique et d'un point de vue physico-chimique. Cette discipline a de fortes implications dans l'industrie des matériaux (métallurgie, minéralurgie).

Géosite. Site géologique bien circonscrit et d'importance patrimoniale. Pour cette raison, il est potentiellement inscrit sur l'inventaire du patrimoine géologique, vaste chantier sur lequel sont actifs un certain nombre de pays.

Géotope. Parfois confondu avec Géosite. Si on fait un parallèle avec biotope, c'est plutôt un ensemble géographique à importance géologique, par exemple un paysage (une falaise, une vallée...) dont on peut se servir pour illustrer l'évolution géologique d'un territoire.

Géoparc. Label de l'Unesco attribué à un territoire dégagant une activité et des retombées économiques autour de la géologie. Le premier géoparc à avoir obtenu ce label est français : la Réserve nationale géologique de Haute Provence. ●

Jean-Yves Reynaud Professeur de géologie - Université de Lille
jean-yves.reynaud@univ-lille1.fr



Pour se former

L'Aten offre une formation : Géomorphologie, milieux et monde minéral, des paysages qui se transforment. L'objectif est de mieux prendre en compte le sous-sol dans la gestion des milieux et des sites. Ce stage apporte des éléments utiles à la rédaction des plans de gestion. Cinq jours qui permettent d'apprendre à observer les roches, repérer les éléments morphologiques principaux, d'aborder les interactions entre vivant et minéral, la composition des sols, la notion de temps... Aucune connaissance préalable n'est requise. Les publics concernés sont autant les chargés d'entretien du milieu naturel et les responsables de travaux que les chargés de mission patrimoine naturel, ou responsables scientifiques. ● En savoir plus : formation.espaces-naturels.fr



Labellisé Grand site de France en 2004, l'Aven d'Orgnac est protégé selon la loi 1930 sur les sites classés. Son réaménagement a été effectué dans le cadre d'une Opération grand site.

Philippe Crochet



AVEN D'ORGNAC

Le recours à la géologie pour gérer et réaménager un site

L'approche géologique a montré que la suppression des surfaces étanchées des parkings limitait les taux de CO₂ dans l'Aven.

Les échelles des temps géologiques se comptent en millions d'années. Aussi, la prise en compte des évolutions minérales est-elle rarement considérée comme pertinente pour la gestion des espaces naturels. L'exemple de l'Aven d'Orgnac montre au contraire combien une approche géologique peut être fructueuse quand elle intègre les différents domaines de l'hydrogéologie, la géochimie et plus généralement de l'étude des transferts dans les roches terrestres. Elle a par exemple conduit à modifier les conditions d'accès au site par le public et à réaménager totalement les surfaces de parkings.

Comprendre. L'approche des processus géologiques du site a, en effet, permis de percevoir que l'Aven d'Orgnac reste géologiquement actif.

Les géologues ont construit le modèle de fonctionnement actuel, lequel est également lié à l'impact de la fréquentation estivale par le public. Pour ce qui est de la dyna-

mique des transferts gazeux par exemple, les scientifiques ont pu mettre en évidence que celle-ci est très active avec une forte saisonnalité : l'été, deux tonnes de CO₂ biogénique issu du sol sont exportées par jour à l'ouverture de l'Aven, l'hiver l'air extérieur pénètre par l'entrée naturelle et ventile

L'Aven d'Orgnac.

La dissolution des calcaires d'âge secondaire par des écoulements souterrains a, au Quaternaire, creusé des réseaux de grands vides souterrains. Ornés de concrétions remarquables dans les parties hautes, partiellement colmatés d'argiles plus bas, ils constituent un ensemble totalement minéral. C'est aussi un aquifère karstique actif où une zone d'infiltration surmonte une zone noyée drainée jusque dans la Cèze. En crue centennale, l'eau envahit les salles basses suggérant un lien entre les grands dépôts argileux et ce type d'événement.

par convection les grands volumes souterrains.

Un suivi continu de l'environnement et des expérimentations ont contribué à la fois au contrôle des impacts anthropiques sur le milieu et à la construction d'un modèle de fonctionnement actuel. Le travail intègre des phénomènes microclimatiques aux échelles quotidienne jusqu'à pluriannuelle.

Réaménager le site. Ce modèle a guidé le réaménagement complet du site. Les mesures et bilans de CO₂ ont montré qu'un surconfinement du milieu souterrain (surfaces étanchées de parkings ou de bâtiments, clôture partielle des entrées naturelles) augmentait les taux de CO₂ vers des valeurs inédites et limites pour la visite. Cette évolution a été stoppée en restituant les entrées naturelles et des surfaces du karst aptes à l'échange hydrique et gazeux avec les cavités. La visite souterraine grand public a été restreinte à une zone dont l'accès est faci-

lité par un ascenseur, son impact sur le milieu est diminué par un éclairage sectorisé utilisant les sources lumineuses les mieux adaptées.

Les phénomènes géologiques sont des déterminants importants dans le milieu karstique mais aussi plus largement dans tous les sites dont le substratum est un lieu d'échange ou de transfert à différentes échelles de temps.

Les modèles en géologie fournissent ainsi des informations pertinentes pour la gestion raisonnée des milieux : identification des volumes ou surfaces à protéger, échelle de temps des phénomènes, évaluation et discrimination entre évolutions naturelles et impacts anthropiques.

Les incertitudes sur les effets des évolutions climatiques nécessitent d'intégrer pleinement la géologie environnementale à la réflexion sur l'avenir d'un espace naturel. ●

François Bourges GEConseil
mel@geconseil.com

Pierre Genthon IRD
pierre.genthon@ird.fr

Les paysages sont marqués par leur roche

La géologie fait les paysages, son empreinte influence également habitats et espèces. À l'exemple de la serpentinite dont la composition chimique n'autorise aucun arbre.

La morphologie et l'allure de nos paysages résultent de l'interaction d'un ensemble de facteurs. À la base de tout : le soubassement, rocheux ou alluvial. Ainsi, pas de zones humides, de peupliers ou de canards sur des platiers calcaires ; pas plus que l'on ne trouve des chênes et lézards verts sur des argiles. C'est ainsi que les délimitations d'appellations viticoles tiennent compte du sous-sol. L'AOC Chablis n'est attribuée que pour des terrains calcaires abritant un fossile particulier : une petite huître, *Exogyra virgula*, datant du Kimméridgien, à savoir du Jurassique supérieur (env. 155 millions d'années). Certes la pente, l'exposition, le sol..., tout ce qui définit le climat d'un vin intervient, mais la seule chose qui différencie les Côtes de Nuits des Côtes de Beaune, c'est la roche.

C'est encore la roche qui est à l'origine de la première réserve mondiale dans la forêt de Fontainebleau. Sa végétation et ses paysages sont dus au mélange de sables à gros blocs de grès qui émergent de manière irrégulière, source d'inspiration pour les peintres de l'École de Barbizon. En 1836, les coupes de vieilles futaies sont ajournées tandis que c'est à titre artistique que, en 1861, onze ans avant le Parc national de Yellowstone, la première réserve voit le jour (1 000 ha).

D'autres exemples encore ? En Aveyron, à une petite dizaine de kilomètres de Decazeville,



Patrick De Wever

Venue du manteau terrestre, la serpentinite est composée de métaux toxiques.

Le mont Wolf, en Aveyron, contraste par sa nudité : quelques herbes, ni arbres, ni construction. Alors qu'à sa périphérie, la présence des habitations le dispute à celle des arbres.

la région boisée laisse soudainement apparaître une colline, une seule, sans un arbre, sans une maison. Cette colline chauve, nommée Puy de Wolf (commune de Firmi) est constituée d'une roche verte, avec de jolies moirures plus sombres ou jaunâtres. Cette pierre fut utilisée au Moyen-Âge pour construire notamment la fontaine du cloître de Conques. Elle ressemble à une peau de serpent, d'où son nom : serpentinite. Il s'agit d'une partie du manteau terrestre transformée par circulation de fluides hydrothermaux. La serpentinite ne permet pas aux arbres de pousser du fait de sa composition chimique : déficience en potassium et relative déficience du calcium par rapport au magnésium, mais aussi, sans doute, présence de métaux toxiques (nickel, chrome, cobalt). Les sols de serpentinite sont impropres à l'agriculture. Le sous-sol est donc en relation avec le paysage et ne permet pas toujours à l'homme de le façonner à son gré.

Constitué de roches issues du manteau terrestre, le Puy de Wolf n'est pas pour autant un volcan. La flore de cette colline, du fait des serpentinites est tout à fait particulière et de ce fait inscrite sur le réseau Natura 2000. Ces 134 hectares constitueraient le gisement de serpentinite le plus important d'Europe. Elle date d'environ 400 millions d'années et témoigne de la fermeture d'un ancien océan.

Dans cette lande couverte de genêts purgatifs, se trouve une curiosité : le « Tabouret de Firmi », plante endémique en forme de candélabre et à petites fleurs blanches... unique au monde. À peine plus répandue, la Marguerite du midi comme l'Euphorbe de Coste. Pour se défendre de la toxicité de la roche, ces plantes ont développé des défenses particulières et bloquent les éléments toxiques dans leurs racines.

Quelques autres collines possèdent une telle roche. Ainsi dans le Nord de l'Ardèche (au

nord d'Annonay), se remarque le Suc de Clava. Sur ce site la roche est également riche en chrome, cobalt, cuivre et nickel, supposés être des poisons pour les plantes. La végétation est très particulière et justifie son classement en zone Natura 2000. Seul le pin sylvestre semble s'accommoder de ce chimisme, les chênes, frênes élevés ou autres sorbiers des oiseleurs... ne dépassent pas quelques dizaines de centimètres de hauteur.

Aux limites du territoire national, dans la plaine du Pô, s'illustre aussi le Mont Pelé dont la dénomination est sans ambiguïté. Au Japon enfin, plusieurs montagnes de serpentinite sont appelées *Bozuyama*, *bozu* signifiant soit une tête chauve soit un moine bouddhiste, ce qui revient au même ; et *yama*, montagne. La géologie fait les paysages, son empreinte influence également habitats et espèces, ce n'est plus à démontrer. ●

Patrick De Wever

Professeur MNHN
patrick.de-wever@mnhn.fr



L'eau dans la grotte de Bournillon en crue 2012.

Serge Caillault

VERCORS



Trouver les chemins de l'eau souterraine

Des questions comme la pollution, la contamination des ressources en eau prennent de l'importance... Pour connaître les chemins de l'eau, s'adjoindre le concours d'hydrogéologues, de spéléologues, de géologues... Exemple dans le Haut-Vercors.

Pour qui gère un espace naturel, il est utile et simple de connaître les chemins de l'eau, des cours d'eau. *Google Earth* suffit largement pour ce faire. Dans les régions calcaires cependant, les régions karstiques comme on dit, c'est une tout autre affaire.

Prenons l'exemple des Hauts plateaux du Vercors (réserve naturelle), la photo aérienne ne révèle que rochers nus, forêts maigres, pelouses bien grillées à la fin de l'été. Mais où passe l'eau de la pluie ?

On connaît le principe. L'eau s'infiltre par les fissures de la roche, s'enfonce sous les prairies, et sous les arbres. Elle part pour un voyage inconnu dans les ténèbres, dans les profondeurs du calcaire, par un cheminement qu'elle a trouvé, agrandi elle-même vers un point de sortie au débouché du calcaire, au contact d'une vallée.

La recherche du chemin suivi par l'eau souterraine est un problème très difficile. Sa solution exige la collaboration de plusieurs acteurs.

L'hydrogéologue s'intéresse à l'eau sou-

teraine. Il part des sources, faciles à trouver. Pour les Hauts plateaux du Vercors, elles sont dans les gorges de la Bourne : la grotte de Bournillon, énorme par son porche et ses débits, les sources d'Arbois plus discrètes, la grotte de la Luire perchée sur le bord du plateau et une dernière enfin, bien cachée : le Siphon d'Arbois qui ne coule que quelques heures par an.

L'hydrogéologue essaye aussi de délimiter le bassin versant de la source, c'est-à-dire l'ensemble des points du plateau pour lesquels l'eau de pluie sort à la source. Pour cela, il s'appuie sur les apports des spéléologues et des géologues. Les spéléologues sont censés connaître les entrailles de la Terre. Ils doivent savoir, eux, où passe l'eau, quels sont ses lieux d'enfoncement, ses cheminements, ses confluences, ses collecteurs. Ils sont les derniers explorateurs de la planète, arpentant patiemment les chaos calcaires à la recherche de fissures qui donneraient accès aux gouffres, aux réseaux souter-

rains qu'ils convoitent. En réalité, si les spéléos connaissent bien certaines parties du monde souterrain, on peut dire que la plus grande part leur échappe encore : elle reste à explorer.

D'ailleurs, que connaît-on sur les Hauts plateaux ? Plusieurs gouffres ont été explorés qui rejoignent le bas des calcaires mais sans offrir d'accès à des rivières souterraines. Néanmoins, le réseau de la Luire (Saint-Agnan-en-Vercors, Drôme), le plus grand du Vercors pour le développement (53 km), offre une vue fascinante mais fragmentaire sur les circulations souterraines.

Les spéléos pratiquent aussi des traçages permettant de connecter un point de la surface avec une source. Mais si ces traçages jouent le rôle de vérification, ils ne fournissent pas le détail du chemin de l'eau.

Ces explorateurs apportent aussi une connaissance supplémentaire : leurs topographies des gouffres révèlent des éléments sur leur structuration.

Si l'eau coule à l'air libre dans les gale-



Repères

INFO PÉDAGOGIQUE

Urgonien. Division du Crétacé inférieur située au-dessous du Néocomien.

Hauterivien. Troisième étage stratigraphique du Crétacé inférieur, entre $-136,4 \pm 2,0$ et $-130 \pm 1,5$ million d'années.

Talweg. Correspond à la ligne qui rejoint les points les plus bas d'une vallée.

ries (on dit vadose), c'est la pesanteur qui guide l'eau. On constate alors que l'eau descend assez verticalement dans les calcaires du Vercors qui sont très fissurés. Et quand les fissures ne permettent pas à l'eau de traverser les bancs, elle se contente de suivre les joints de strate. En revanche, si les conduits sont noyés, l'eau qui est sous pression suit la ligne la plus droite possible vers l'exutoire en empruntant les calcaires fissurés.

Le rôle majeur du géologue. Ce sont les patients levés des géologues de terrain, leur connaissance des épaisseurs des couches, des pendages et des fractures qui permettent d'imaginer le mieux les chemins de l'eau. Mais quelle est la règle du jeu ? Quelles conditions géologiques permettent d'affirmer l'existence d'un cours d'eau souterrain et d'en localiser l'itinéraire ?

Dans le Vercors nord, l'établissement de la carte des lignes de niveau du toit de l'Hauterivien permettrait de répondre à ces questions.

En effet, la limite inférieure de la couche calcaire principale, l'Urgonien, est imperméable. Il s'agit en général des marno-calcaires de l'Hauterivien. Cette couche imperméable joue donc le rôle de surface de drainage (comme le sol dans les pays non calcaires). Si on connaissait la forme topographique du toit de l'Hauterivien avec les lignes de niveaux correspondantes, il suffirait de repérer les talwegs, autrement dit les creux de cette surface, pour savoir où l'eau coule dans ces creux.

S'il existe des cuvettes, il suffit de repérer les déversoirs, donc les niveaux piézométriques.

Avec ce document hypothétique, on pourrait dessiner le chevelu hydrographique souterrain en une heure de travail. Mais ce document n'existe pas. Il reste à construire et là, il faudra plus qu'une heure de travail.

Dans le sud Vercors, une complication

apparaît car l'Urgonien cesse d'être bien individualisé, la couche devient plus complexe. On n'est pas sûr de savoir à quel niveau géologique l'eau se cale pour couler. Il faut alors réfléchir un peu plus et les traçages sont utiles.

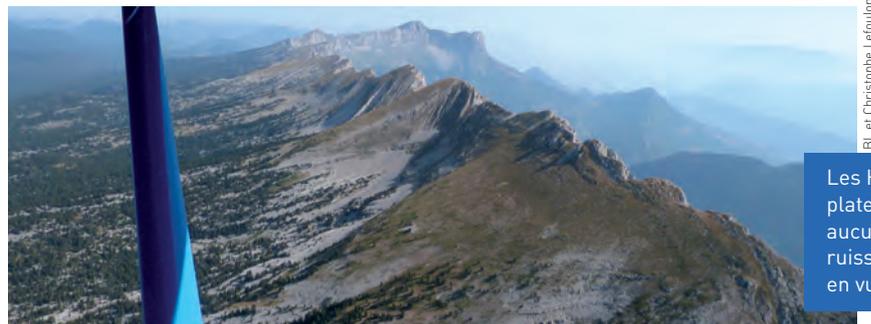
Les cartes n'existent pas. Pourquoi ces cartes pour le tracé des chemins de l'eau n'existent pas ? Le lever d'une carte est chose lourde, dévoreuse de temps et d'énergie. Les cartes géographiques ont été les premières car elles intéressaient les militaires. Ont suivi les cartes géologiques, très utiles pour la recherche de minéraux, elles intéressaient les mineurs. Mais les enjeux économiques de la connaissance des chemins de l'eau karstique sont bien plus petits, ce qui explique que ces cartes n'ont pas encore été levées. L'hydrogéologue doit donner des résultats rapidement. Il s'intéresse plus à l'eau qu'à la géologie et ne consacre pas assez de temps à ces cartes.

Pourtant, des questions comme la pollution, la contamination des ressources en eau, commencent à prendre de l'im-

portance. Il semble donc probable que ces cartes finiront par être levées et publiées. Elles devront être construites par des géologues confirmés. Les études géologiques déjà faites constituent une bonne base. Ainsi, on voit facilement que les coupes levées par Hubert Arnaud sur le Vercors sud permettraient, si elles étaient prolongées vers le bas jusqu'au toit de l'Hauterivien, de construire les fameuses cartes qui demandent précision et travail. Les gestionnaires d'espaces karstiques devraient prendre conscience que la partie invisible de ces régions n'est pas moins intéressante que la partie visible. Le cheminement de l'eau souterraine reste partiellement mystérieux sous les Hauts plateaux du Vercors et dans un grand nombre de régions calcaires. Ces espaces des ténèbres ne devraient-ils pas faire l'objet, tout autant que les espaces ensoleillés, des soins attentifs de leurs gestionnaires ? ●

Baudouin Lismonde Spéléologue

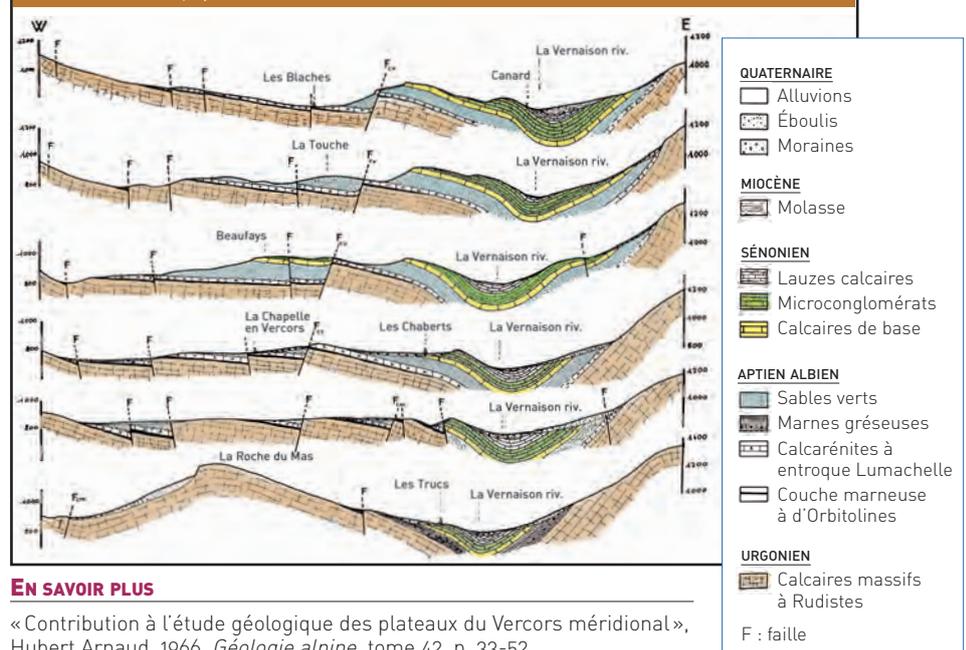
Membre du comité scientifique du PNR Vercors et de RN Hauts Plateaux
baudouin.lismonde@wanadoo.fr



BL et Christophe Lefoulon

Les Hauts plateaux : aucun ruisseau en vue !

Exemple de coupes géologiques rapprochées utiles pour la constitution des cartes. Hubert Arnaud, 1966.



EN SAVOIR PLUS

« Contribution à l'étude géologique des plateaux du Vercors méridional », Hubert Arnaud, 1966, *Géologie alpine*, tome 42, p. 33-52.



La vallée Chaudefour.

François Michel



ENTRETIEN AVEC

JACQUES AVOINE

Enseignant-chercheur à l'université de Caen, Jacques Avoine est géologue. Il est également responsable de l'association Patrimoine géologique de Normandie et président de la commission Patrimoine géologique de Réserves naturelles de France. Ses activités, professionnelles ou non, le conduisent aussi à partager sa passion de la géologie avec le grand public.

« Les cailloux **ne se reproduisent pas,** ils sont condamnés à disparaître »

Suivre la trace d'un oiseau dans le ciel, c'est à la fois fugitif et sensible. Nul besoin d'être savant pour apprécier la magie d'un tel moment. Pouvez-vous ressentir des émotions similaires en contemplant une pierre ?

L'animal vit quelques semaines, quelques années, il se reproduit, l'espèce se perpétue ou, éventuellement, elle est menacée... Avec la pierre, il en est de même. Elle a une histoire, elle vient des profondeurs de la Terre. Entre la pierre et l'oiseau, nous ne sommes pas dans la même échelle temporelle mais tous deux sont vivants. La pierre a une vie propre ; pour la saisir il faut s'inscrire dans une part d'imaginaire. Or, faire partager cet imaginaire à un public, le rendre réceptif, c'est passionnant. Même si entrer dans la géologie contemplative n'est pas facile et que cela nécessite un médiateur.

La géologie serait un moyen de sensibiliser le public à l'environnement... quels

messages faites-vous passer lors de vos animations ?

Cette discipline remet l'homme à son échelle. C'est le Temps qu'on touche du doigt. Le temps de la Terre qui est notre maison mère. On réalise que rien n'est immuable. Le calcaire devient sable...

C'est aussi tout un voyage. Quand on présente un affleurement, des roches, un relief... on raconte l'Histoire. On explique comment les choses en sont arrivées là. Montrez un fossile dans un calcaire, c'est fabuleux ! Vous pouvez évoquer la mer dans laquelle l'animal a vécu. Vous pouvez parler du climat, peut-être tropical... Les roches permettent de reconstituer l'environnement passé. L'homme est un élément parmi d'autres dans la nature.

Émotion et pédagogie, seraient-ce les deux raisons pour lesquelles il faut protéger les cailloux ?

Protéger les cailloux, c'est également travailler pour les générations futures. Si l'on

souhaite pouvoir continuer à étudier ces objets – la science évolue et on ne sait pas tout – il faut les protéger. Cela ne se renouvelle pas, un caillou. Cela ne se reproduit pas. Essayons de tout faire pour éviter qu'il disparaisse.

Il faut donc réfléchir avant de détruire, y compris la géologie ordinaire ?

Certains objets géologiques ont plus de valeur que d'autres. Un granit n'a pas de valeur particulière. D'autres roches au contraire sont très menacées par la prédation ou, principalement, par la dégradation naturelle, par l'érosion. Mais la géologie ordinaire mérite d'être préservée parce qu'elle est le substrat de la végétation, des espèces, et qu'elle « fait » le paysage. On voit aussi que certaines roches ont une composition chimique un peu particulière qui permet à un type précis de plantes de pousser.

On ne peut pas imaginer de tout conserver mais avant de construire un bâtiment par

exemple, il est bon de s'interroger sur ce que l'on détruit et en quel pourcentage. Il faut réfléchir sur la manière dont, ce faisant on modifie le paysage... Et puis, il y a des règles de base : dans les réserves naturelles, on ne construit rien. Quand on prélève des roches, on fait attention à ne pas trop prélever. Et surtout ne pas jeter !

Avez-vous d'autres arguments pour sensibiliser sur l'importance de ce patrimoine ultime ?

Dans les parcs par exemple, nous arrivons à sensibiliser les élus à l'intérêt des cailloux en passant par le biais du bâti. Nous faisons la relation entre le patrimoine bâti, le patrimoine culturel et le patrimoine naturel biologique. C'est facile... Mais plus globalement, l'idée qu'un caillou ne repousse pas est assez forte pour convaincre de la nécessité de sa préservation. ●

Recueilli par Moune Poli

EN SAVOIR PLUS avoinej@ao1.com

Comment nous avons découvert que notre site abritait du patrimoine géologique

Quand la Réserve naturelle nationale du Bois du parc a été créée, les enjeux géologiques n'étaient même pas évoqués. Il s'agit pourtant d'un patrimoine rare que les gestionnaires ont ainsi découvert.



Garde technicien animateur à la Réserve naturelle du Bois du parc

ENTRETIEN AVEC
BENOÎT FRITSCH

La Réserve naturelle du Bois du parc n'a pas le titre de réserve géologique ; pourtant, vous vous préoccupez principalement de la protection de ce patrimoine. Comment expliquez-vous cet état de fait ?

La réserve a été créée en 1979. À cette époque, il était question d'étendre une carrière existante et l'on envisageait la déforestation de tout un secteur. Les riverains et usagers se sont opposés à ce projet en mettant en avant des intérêts floristique et faunistique. Aujourd'hui, ce serait différent, on ne verrait pas que cet aspect des choses. La géologie serait même sur le devant de la scène. En effet, là où nous sommes, l'Yonne a creusé son lit dans un calcaire dur : un calcaire corallien. Elle a mis en évidence un récif fossilisé. Dans toute la vallée, les falaises révèlent les écosystèmes naturels qui s'y sont fixés. Cette réserve naturelle nationale n'a pas le titre de réserve géologique. Elle le mérite pourtant.

Mais alors... comment avez-vous pris conscience que vous abritiez un patrimoine géologique à préserver ?

Nous avons simplement ouvert les yeux, vu que des géologues, des universitaires, fréquentaient notre site pour sa

richesse géologique. Ils y faisaient des recherches. D'évidence, il y avait là un potentiel et il fallait comprendre lequel. Nous avons fouillé la bibliographie pour nous apercevoir qu'il existait toute une littérature sur le sujet. En effet, à l'occasion de l'ouverture de la carrière, en 1967, le site avait été décrit avec précision.

C'est un peu paradoxal... la création d'une exploitation, donc l'aliénation de la roche, a été le révélateur des richesses patrimoniales.

On peut même ajouter que tout ce qui a été extrait pendant l'exploitation de la carrière a définitivement disparu. Cependant, cette entreprise a également permis de rafraîchir une paroi de la falaise. Et donc de faire évoluer les connaissances sur le patrimoine géologique.

Revenons en arrière... Vous avez pris conscience que votre réserve abritait des richesses géologiques. Comment êtes-vous passé de cette prise de conscience à la mise en place d'une protection effective ?

Celle-ci ne s'est faite véritablement qu'à partir du moment où nous avons travaillé avec des scientifiques. Et nous avons mis beaucoup de temps puisque la première étude géologique de la réserve naturelle n'a été effectuée qu'en 2001, au moment de la mise en œuvre du plan de gestion. Cette description géologique du site, confiée à l'université de Dijon,



Prudence et observation sont de mise lors des travaux de sécurité sur les parois des falaises qui peuvent mettre à jour des objets géologiques.

nous a permis de nous apercevoir que nous travaillions seuls. Leur bibliographie faisait souvent référence aux mêmes personnes, celles qui avaient décrit le site dans les années 1970, or nous n'avions pas pris contact avec elles. Nous avons évolué de manière cloisonnée : d'un côté les scientifiques, de l'autre les gestionnaires. Depuis, nous essayons de faire tomber ces cloisons.

Vous avez donc acquis une formation de géologue...

Non. Nous n'avons pas, en interne, les connaissances et les compétences suffisantes pour appréhender, et donc gérer, ce patrimoine exceptionnel. Personnellement, j'ai beaucoup lu, creusé... mais mon interprétation reste encore trop superficielle. Quand je me penche sur des descriptions géologiques, j'avoue avoir encore du mal. C'est pour cela

“ En l’absence de perturbations, les polypiers ont été fossilisés en position de vie. C’est assez peu fréquent.

que nous développons un partenariat et un relationnel très fort avec les géologues.

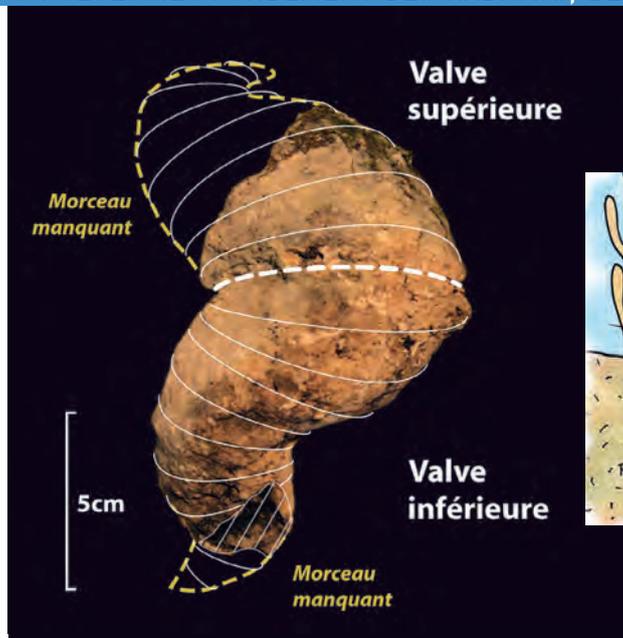
Concrètement comment cela se décline-t-il ?

Nous avons proposé à un géologue, un ancien professeur de l’université de Dijon qui apparaissait régulièrement dans les publications, de faire partie du comité de gestion de la réserve naturelle. Je l’interroge très souvent.

Comment savoir si un site abrite du patrimoine géologique ?

Il faut faire un inventaire puis une évaluation. On peut également avoir la puce à l’oreille en observant sur le terrain. S’il y a des affleurements, des stratifications... Ensuite, il faut avoir la volonté de travailler sur ce thème méconnu ou mésestimé; et pour cela, il faut aller vers les spécialistes. Il faut aller sur le terrain avec eux, afin qu’ils nous donnent leur lecture des falaises, de la paroi, des fossiles.

Nous, professionnels de la nature, on voit ce qui pousse tandis que le géologue pose son regard sur une cavité, il explique pourquoi, là, il y a un fossile; pourquoi, ici, le terrain est rempli de sédiments. Il en déduit qu’auparavant il y avait tel type de milieu... Ces gens-là savent faire parler la roche. Ensuite, il incombe au gestionnaire de se réapproprier les informations, de les traduire et de les vulgariser. Cela suppose un gros effort de la part du professionnel de la nature.



reservenaturelle-boisduparc@orange.fr

O. Girard - CENB



Lors d’une purge (photo page précédente), un fossile est mis à jour. Il est accroché à la paroi, sous un bloc. Délicatement prélevé puis mis en valeur, il nous raconte son histoire...

Mon site abrite-t-il du patrimoine géologique ?

GRANDS CRITÈRES D’ANALYSE

Description géologique

Phénomène :

Niveau stratigraphique : ère, période, étage, âge absolu

Intérêts géologiques

Intérêt principal	Note/3
Rareté du site	Note/3
Intérêt secondaire	Note/3
Intérêt pédagogique	Note/3
Intérêt annexe	Note/3
Intérêt pour l’histoire de la géologie	Note/3
Intérêt touristique et/ou économique :	

Vulnérabilité

Menace anthropique	Note/3
Vulnérabilité naturelle	Note/3

Extrait de *Vade-mecum pour l’inventaire du patrimoine géologique national*, P. De Wever, Y. Le Nechet, A. Cornée, Mémoire hors série n°12, Société géologique de France, 2006, 162 p. À télécharger : <http://mic.fr/72>

Comment sait-on si cette roche a de la valeur, c’est-à-dire s’il s’agit de patrimoine géologique ?

Il existe des outils d’évaluation, notamment le *Vade-mecum* établi par le Muséum. Celui-ci propose de renseigner un certain nombre de critères et d’indicateurs pour aboutir à une notation finale. Mais il faut reconnaître que, là encore, l’appui d’un géologue est nécessaire. Sinon, on peut s’appuyer sur l’inventaire du patrimoine géologique piloté dans chaque

région de France par les Dreal. Il faut également prendre en compte l’élément « rareté » car c’est lui aussi qui confère une valeur à ce patrimoine. Chez nous, par exemple, en l’absence de perturbations, les polypiers ont été fossilisés en position de vie. C’est assez peu fréquent en France.

Faut-il également évaluer le degré des menaces ?

Tout à fait. Celles-ci peuvent être d’origine naturelle ou anthropique. Nous avons procédé

à cette évaluation sur notre site et constaté qu’il y avait peu d’érosion, car nous sommes en présence d’un calcaire très dur. En revanche, nous sommes soumis à quelques prélèvements sauvages. Il est d’ailleurs dommage que notre décret de création ne permette pas une protection réglementaire de ce patrimoine. Juridiquement, nous n’avons pas d’outil adéquat pour verbaliser.

Conseillez-vous à d’autres gestionnaires d’espaces naturels, pour qui l’intérêt géologique de leur site est moins évident, de s’intéresser à la question ?

C’est indispensable car il s’agit d’un patrimoine ultime. Une érosion... et ce patrimoine disparaît *ad vitam æternam*. Notre formation et notre instinct ne nous amènent pas à nous pencher si naturellement sur la géologie. Disons... que nous sommes plus attirés par le vivant. Pourtant cette science est utile, ne serait-ce que pour comprendre comment fonctionne un site, comment il a évolué : à l’origine de la flore, de la faune, de tout... il y a la roche. ●

Recueilli par Moune Poli



Le vrai challenge pour ce site du Conservatoire des espaces naturels a été de ne privilégier ni les enjeux géologiques, ni les enjeux environnementaux. Le plan de gestion intègre l'ensemble de ces dimensions.

NORD-PAS-DE-CALAIS

Intégrer la dimension géologique dans le plan de gestion

Pourquoi intégrer géologie et patrimoine géologique dans son plan de gestion ? Et pourquoi pas ? Notre responsabilité n'est-elle pas de considérer le patrimoine naturel dans son ensemble ? Prenons l'exemple de la Réserve naturelle régionale de la forteresse de Mimoyecques. Un ancien site militaire souterrain creusé dans le massif crayeux du nord du Boulonnais (62). Un lieu de mémoire fréquenté chaque année par 10 000 visiteurs et près de 400 chauves-souris, qui en ont fait l'un des plus importants sites d'hibernation au nord de Paris. Le premier réflexe serait de nous concentrer sur la protection des chiroptères. Il serait logique de considérer le contexte géologique, la craie, comme étant le support déterminant leurs conditions de vie dans les souterrains. Logique aussi de l'utiliser comme outil pédagogique, pour expliquer ce lien au grand public. Mais la géologie a d'autres facettes.

Géologie, un enjeu. Envisager la géologie comme un enjeu naturaliste à part entière, pour ses dimensions esthétique, pédagogique, scientifique... n'est pas toujours facile et rien ne vaut les échanges avec des géologues qui ont la connaissance nécessaire pour cela. C'est ce que nous avons fait. Quand, en 2007, l'inventaire du patrimoine géologique a été engagé, le Conservatoire d'espaces naturels et la Dreal



Pose du grillage pare-éboulis sur le front de taille au-dessus de l'entrée des souterrains sur la Réserve naturelle régionale de la forteresse de Mimoyecques par une entreprise spécialisée dans les travaux en hauteur. Cette opération répond à un double objectif de conservation du patrimoine géologique et de sécurisation : empêcher la chute de blocs sur les visiteurs et limiter le recul de la paroi.

Nord-Pas-de-Calais se sont associés aux scientifiques locaux. Il a alors été démontré que Mimoyecques était non seulement un site géologique mais également un site patrimonial : le front de taille qui surplombe l'entrée des souterrains expose des niveaux de marnes d'origine volcanique¹, utilisées à l'échelle du bassin parisien (France-Angleterre), et permet de reconstituer une partie de l'histoire de la mer, de la craie au Crétacé supérieur. Le conservatoire a donc saisi l'argument pour protéger le site dès 2008. Le plan de ges-

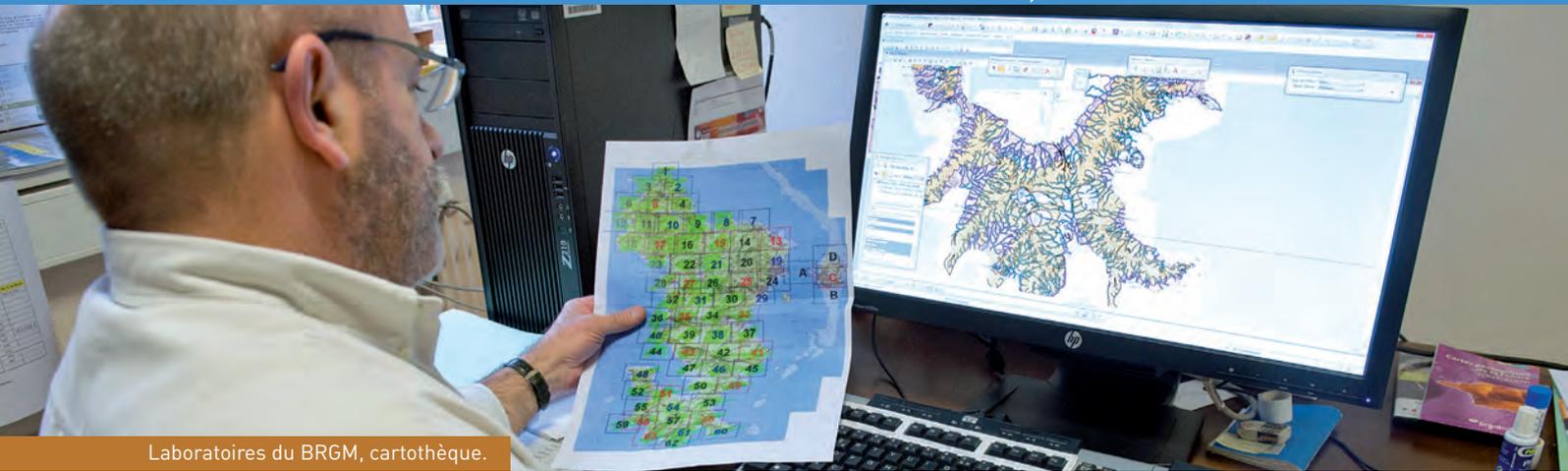
tion pouvait-il l'ignorer ? L'étape suivante a consisté à associer les données concernant le contexte géologique avec les enjeux du plan de gestion afin de définir des moyens d'action. Ce n'est pas tout en effet, de connaître la constitution d'une roche ou d'identifier la présence d'une faille, encore faut-il connaître les processus géologiques en cours et les menaces naturelles ou anthropiques qui pèsent sur cette géodiversité : développement de la végétation, érosion, pillage, aménagement... Le plan de gestion a donc intégré ces préoccupations. Sur

le front de taille, la problématique majeure est de concilier conservation, face à une érosion importante, et contraintes de sécurité, inhérentes à la valorisation touristique du site. Pour cela, une expertise a été commandée à un bureau d'étude géotechnique afin qu'il évalue la dynamique et la dangerosité du front et qu'il propose les solutions les plus adaptées.

Actions. À partir de 2009, plusieurs opérations ont été engagées : pose d'un grillage pare-éboulis, débroussaillages et purges annuels sur et aux pieds des parois rocheuses, suivi régulier de la stabilité, mise en valeur des aspects les plus pédagogiques du front par la pose d'un panneau. Depuis, chaque année, des visites guidées sont organisées sur la thématique Patrimoines croisés, associant histoire, chauves-souris et géologie. Le challenge consiste à considérer le site dans son ensemble. Ne privilégier aucun des enjeux mais protéger et valoriser chacun d'eux, pour leur valeur intrinsèque et pour les relations qu'ils entretiennent. ●
Gaëlle Guyétant
CEN Nord-Pas-de-Calais

1. Les marnes sont des roches sédimentaires composées de calcaires et d'argiles. À Mimoyecques, la fraction calcaire correspond à la craie tandis que la fraction argileuse provient de la transformation de dépôts de cendres volcaniques en différentes argiles.

gaelle.guyétant@espaces-naturels.fr



Laboratoires du BRGM, cartotheque.

Laurent Mignaux - METL-Medde

Trois outils juridiques pour protéger le patrimoine géologique

EN COURS

L'inventaire du patrimoine géologique

Il identifie l'ensemble des sites et objets d'intérêt géologique. • Il collecte et saisit leurs caractéristiques sur des fiches appropriées. • Il hiérarchise et valide les sites à vocation patrimoniale. • Il évalue leur vulnérabilité et les besoins en matière de protection. Cet inventaire sera intégré dans le Système d'information sur la nature et les paysages mis en place par le ministère de l'Écologie. Ces données seront mises à la disposition des citoyens. • <http://mic.fr/adfw>

1 • **Le site inscrit ou classé** est protégé au vu de critères artistiques, historiques, scientifiques ou de son caractère légendaire ou pittoresque. Environ un tiers des sites et monuments naturels classés sont de nature géologique, comme les Gorges du Verdon (83), les Demoiselles coiffées du Sauze (05), ou encore les Pénitents des Mées (04). La loi du 21 avril 1906¹ repose sur un processus de reconnaissance sociale de valeurs exceptionnelles liées à des lieux de beauté ou de mémoire.

Le ministère en charge de l'écologie vise à ce que la surface classée passe de 1,5 à 2 % du territoire métropolitain d'ici vingt ans.

2 • **La réserve naturelle.** Nationale, régionale ou de Corse², une réserve naturelle (RN) protège le patrimoine naturel terrestre et marin. La finalité d'une RN peut être la conservation du sol, des eaux, des gisements de minéraux et de fossiles, au vu de critères tels que la préservation de formations géologiques, géomorphologiques ou spéléologiques remarquables. Quatorze réserves naturelles nationales sont spécifiquement liées à la protection d'objets géologiques comme celles de Sainte-Victoire (13), de l'Astroblème

de Rochechouart-Chassenon (87) ou de la Désirade (97).

Sauf autorisation du préfet, il est interdit de détruire ou modifier l'état ou l'aspect d'une RN et chaque RN a sa réglementation (ex: interdire des travaux, des activités minières, autoriser des fouilles) et une gouvernance dédiée: un gestionnaire élabore un plan de gestion dont la réalisation est suivie par un comité consultatif et un conseil scientifique. La RN permet la gestion unique de sites géologiques.

• **L'arrêté préfectoral de protection de géotope (APPG).** La loi Grenelle II (art. L.411-1 code de l'Environnement) interdit de détruire, altérer, dégrader un site d'intérêt géologique; d'en prélever, détruire, dégrader les fossiles, minéraux, concrétions, quand un intérêt scientifique particulier ou les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation du site.

La dégradation est punie de six mois d'emprisonnement et 15 000 euros d'amende (amende doublée si l'infraction est commise en RN ou en cœur de parc national). Un décret attendu déterminera comment établir la liste de sites concernés par cette interdiction et, en cas de risque de dégradation, comment les protéger par un APPG réglementant les activités.

La liste sera établie en tenant compte des critères de l'Inventaire national du patrimoine géologique ou en reprenant les sites des inventaires régionaux. •

Marianne Giron Medde

Marianne.Giron@developpement-durable.gouv.fr

1. Renforcée par la loi du 2 mai 1930.

2. On compte 165 réserves naturelles nationales créées par l'État, 6 réserves naturelles de Corse créées par la collectivité de Corse, 119 réserves naturelles régionales créées par des conseils régionaux.



Un vade-mecum Géologie pour quoi faire ?

Véritable cahier technique, ce vade-mecum créé par RNF se veut être un support concret et très illustré pour inciter chaque gestionnaire de réserve à prendre en compte la géologie de son territoire, afin d'enrichir la base Serena avec de nouvelles données, pour aider à la rédaction des plans de gestion, pour repérer d'éventuels nouveaux objets géologiques patrimoniaux, et pour inviter à des actions de sensibilisation et de vulgarisation. Publication RNF, il sera prêt fin 2013/début 2014. Contacter Karine Michéa (RNF). • **François Michel**



L'avis de

Guy Martini

Directeur de la Réserve géologique Haute Provence
Expert international Geopark Unesco¹



AUVERGNE

Stratégie d'éducation

La protection *in situ*, une si bonne idée ?

Comme pour l'objet culturel ou naturel, l'objet géologique est un élément de mémoire ; de la mémoire de la Terre.

La prise de conscience pour la protection des sites géologiques a été initiée vers 1978. En 1991, une étape fondamentale aboutissait à sa patrimonialisation avec l'adoption de la Déclaration internationale des droits de la mémoire de la Terre. Et, nourries des concepts sur la nouvelle muséologie développés par Georges-Henri Rivière, les réflexions sur ce nouveau patrimoine géologique ont aussi porté sur sa muséalisation.

Ainsi la protection *in situ* a été un concept de base du patrimoine géologique.

En effet, arraché de son contexte d'origine, celui-ci se retrouve isolé, porteur d'une simple information sur sa matérialité et coupé de son paléo-environnement dans lequel il trouve tout son sens. Un des premiers musées de site fut construit, en 1980, sur la Réserve géologique de Haute Provence, pour protéger les restes d'un ichtyosaure vieux de 175 millions d'années.

À partir de cette initiative, les expériences de protection *in situ* se sont multipliées dans le monde entier.

Or, avec un recul d'une trentaine d'années, l'analyse de ces musées de site montre que la roche ou le fossile, ainsi protégé des éléments climatiques et des possibles détériorations anthropiques, a quand même subi une altération voire une dégradation.

Ce constat doit nous conduire à de nouvelles interrogations liées à l'échelle de temps propre à ce patrimoine. La prolongation de la « durée de vie » d'un fossile protégé *in situ* sur une période de 100, 200 voire 500 ans est-elle réellement sémantiquement satisfaisante et cohérente ; quand la spécificité même de ce patrimoine nous permet de penser le temps en millions d'années ? ●

rghp.guymartini@hotmail.com

1. Guy Martini est également membre du bureau *Unesco-Global Geopark Network*

La compréhension d'un site est le meilleur outil de protection. Le Grand site du Puy Mary décline cette maxime auprès de ses 500 000 visiteurs chaque été.



Pierrick Robert

Au cœur du volcan du Cantal, plus grand volcan d'Europe, le Grand site du Puy Mary a récemment été labellisé Grand site de France.

pensée en français, anglais, néerlandais ou allemand par des animatrices diplômées d'État et salariées du grand site (une animation est adaptée aux petits).

En 2012, une collaboration avec le Parc naturel régional des volcans

La compréhension d'un site est le meilleur outil de protection. C'est pourquoi le Grand site du Puy Mary a placé les services d'accueil et de découverte au premier plan de ses actions.

Un travail de fond a été initié avec des structures scientifiques et pédagogiques locales (BRGM, association Volcan terre d'éveil, Muséum des volcans, Biome...) aboutissant à la création d'un livret pédagogique. Celui-ci intègre une carte géologique simplifiée et situe les éléments paysagers d'intérêt géologique.

Par ailleurs, au travers d'une installation-spectacle, la maison de site du Pas de Peyrol raconte le volcan : ses formations, transformations, son aspect actuel. Dans un espace intime, le visiteur découvre des projections vidéo et sonores. Enfin, des animations thématiques, en majorité gratuites, sont proposées au public, aux écoles et centres de loisirs. Depuis 2007, celle organisée au sommet du Puy Mary vise à présenter la genèse du massif. À la demande, elle est dis-

d'Auvergne a fait naître une exposition temporaire Pierres de volcans dans la maison de site de Dienne. La muséographie définitive approfondira cette thématique de la rencontre fusionnelle entre l'homme et la pierre, de la matière brute jusqu'à ses différents usages. Elle donnera lieu à une exposition permanente interactive, ludique et sensible organisée autour d'une carte géologique en relief.

La connaissance du volcan cantalien s'est ainsi largement intensifiée ces dernières années.

Aujourd'hui, le grand site souhaite créer un réseau de sites géologiques et géomorphologiques, améliorant leur connaissance propre et proposant des aménagements pédagogiques et d'accessibilité pour les visiteurs : lacs de lave, bombes volcaniques, éboulis, orgues basaltiques... Le premier site vient d'être réalisé sur les cascades du Sartre et de la Roche (Cheylade). ●

Bertrand Gauvrit

Directeur du Grand site du Puy Mary
bertrandgauvrit@puymary.fr