

# Pour un inventaire des géotopes du canton du Valais

par Ralph Lugon<sup>1</sup> & Emmanuel Reynard<sup>2</sup>

Bull. Murithienne 121: 83-97

## ZUSAMMENFASSUNG

### Für ein Inventar der Geotope im Kanton Wallis

Geotope sind geologische oder geomorphologische Objekte von einem interessanten wissenschaftlichen Wert, und zwar zum besseren Verständnis der Geschichte, der Erde, der Arten und des Klimas. Viele Geotope stellen auch ökologische, historische oder kulturelle, ja sozioökonomische und ästhetisch-landschaftliche Werte dar. Die Geologie und die Geomorphologie des Kantons Wallis ist ausserordentlich reichhaltig und vielgestaltig. Leider erfährt dieses Naturerbe nicht die notwendige Anerkennung. Auch wird es viel zu wenig an ein Publikum vermittelt. Oft werden bedeutende Geotope aus Unkenntnis beschädigt oder zerstört. Die Untersuchung skizziert die Situation der Geotope im Wallis und schlägt mögliche Wege vor, wie dieses bisher verkannte kulturelle und wissenschaftliche Erbe aufgewertet werden könnte.

Schlüsselwörter Geotope, Geologie, Geomorphologie, Natur- und Landschaftschutz, Wallis

## RÉSUMÉ

### Pour un inventaire des géotopes du canton du Valais

Les géotopes sont des objets géologiques ou géomorphologiques qui présentent une valeur scientifique intéressante pour la compréhension de l'histoire de la Terre, des espèces et du climat. Bon nombre de géotopes ont également une valeur écologique, historique et culturelle, socio-économique ou encore esthétique et paysagère. La géologie et la géomorphologie du canton du Valais sont extrêmement riches et diversifiées. Ce patrimoine naturel souffre d'un manque de reconnaissance. Il est également peu valorisé auprès du grand public. Des géotopes d'une grande importance sont parfois endommagés ou détruits par simple ignorance. Notre étude dresse une esquisse de la situation des géotopes en Valais et propose quelques pistes de réflexion pour faire connaître et défendre ce patrimoine dont la valeur scientifique et culturelle a plutôt été occultée jusqu'à présent. Un inventaire national non officiel, et donc sans force légale, recense trente-sept objets d'importance nationale en Valais. Nous défendons l'idée qu'un inventaire systématique et officiel des géotopes valaisans d'importance cantonale et nationale est une nécessité, non seulement pour protéger les objets rares et vulnérables, mais aussi pour valoriser ce patrimoine géomorphologique et géologique méconnu.

Mots clés Géotope, patrimoine géologique et géomorphologique, protection de la nature et du paysage, Valais

<sup>1</sup> Ralph Lugon  
Institut universitaire Kurt Bösch, Alpes, environnement et société, Case postale 4176, CH – 1950 Sion 4  
ralph.lugon@iukb.ch

<sup>2</sup> Emmanuel Reynard  
Institut de Géographie, Université de Lausanne, BFSH 2, CH – 1015 Lausanne  
emmanuel.reynard@igul.unil.ch



## INTRODUCTION

En août 2002, le Service des forêts et du paysage (SFP) de l'Etat du Valais nous a invités à réaliser une expertise scientifique sur les géotopes du canton du Valais. Cette étude visait quatre objectifs principaux :

- définir une typologie des géotopes du canton du Valais;
- dresser un premier état des lieux de la situation des géotopes;
- fournir une première liste des géotopes déjà protégés par des arrêtés de classement cantonaux ou figurant dans un inventaire fédéral;
- apporter des propositions pour un projet d'inventaire des géotopes valaisans.

Cet article résume les principaux résultats de cette recherche (LUGON *et al.* 2003).

Le propos est organisé en cinq parties. Dans un premier temps, nous définissons le terme «géotope». Nous précisons les objectifs d'un inventaire de géotopes du canton. Puis, nous proposons une typologie en dix catégories, sur la base de la littérature existante. Nous dressons ensuite un rapide état des lieux de la protection actuelle des géotopes, avant d'esquisser quelques recommandations pour un futur inventaire cantonal.

### «Géotope», un terme difficile à définir

#### Qu'est-ce qu'un géotope ?

Contrairement au mot «biotope», le terme «géotope» est encore peu connu en dehors des cercles spécialisés. Deux types de définitions existent dans la littérature scientifique (REYNARD 2003) :

Selon la définition restrictive, les géotopes sont des objets géologiques ou géomorphologiques qui présentent une valeur scientifique intéressante pour la compréhension de l'histoire de la Terre, des espèces et du climat (GRANDGIRARD 1997, 1999). STRASSER *et al.* (1995) proposent la définition suivante :

« Les géotopes sont des portions de territoire dotées d'une valeur pour les sciences de la Terre. Ce terme comprend donc des montagnes, des collines, des vallées, des vallums morainiques, des ravins, des grottes, des phénomènes karstiques, des berges et rivages, des carrières, des gravières, des mines, des portions de routes ou de chemins ou des blocs erratiques, des sites qui apportent des informations indiscutables et caractéristiques sur une situation ou un événement que la Terre a connus au cours des temps géologiques ou sur l'histoire de la vie et du climat. Les géotopes permettent de comprendre l'évolution spatio-temporelle d'une région, la signification des processus superficiels et l'importance des roches en tant qu'élément de l'édification du

paysage. Les géotopes, dans ce sens, sont des monuments naturels d'une grande importance, voire même indispensables, aussi bien pour le public que pour la science. »

Certains auteurs adoptent une définition plus large, qui considère comme géotope (ou géosite) tout objet géologique ou géomorphologique présentant une valeur scientifique, historico-culturelle, esthétique ou encore socio-économique. Selon cette approche, défendue par exemple par PANIZZA & PIACENTE (1993, 2003), ce qui fait la valeur d'un géotope n'est pas seulement lié à ses caractéristiques scientifiques, mais également au contexte dans lequel il se situe, à son utilisation et sa valorisation au cours de l'histoire, à sa « beauté », etc.

Il n'existe pas de taille standard pour les géotopes, ni de taille minimale ou maximale. Certains géotopes sont ponctuels (un bloc erratique, un stratotype) et d'autres plus étendus (un glacier rocheux, une nappe de charriage). Un stratotype pourra par exemple couvrir quelques décimètres carrés, alors que certains géotopes géomorphologiques constituent des paysages de grande taille (une marge proglaciaire, un complexe morainique). Les géotopes doivent toutefois être bien délimités et se distinguer des secteurs environnants. Il n'est ainsi pas pertinent de considérer le Valais ou la Suisse comme un seul grand géotope, malgré leur grande valeur globale pour la compréhension de l'histoire géologique des Alpes.

Les géotopes actifs permettent d'observer les processus responsables de l'évolution du relief. C'est le cas des zones alluviales, de tous les phénomènes liés à la dynamique des versants (lave torrentielle, cône d'éboulis) et aussi des sources thermales. Parfois, les processus dynamiques peuvent être reconstitués artificiellement, par exemple lors des revitalisations de cours d'eau (création de méandres, de bras morts). La conservation des géotopes actifs pose des problèmes liés à la dangerosité des processus en action et à leur possible auto-destruction par les processus érosifs (HOOKE 1994).

Les géotopes passifs n'ont plus de liens avec les processus et les conditions géologiques et climatiques responsables de leur formation. C'est par exemple le cas des traces de dinosaures, des rides de courant sur une dalle de grès, des moraines de basse altitude, des glaciers rocheux fossiles. Ces géotopes constituent des témoins ou des archives de l'histoire de la Terre. Ils ne sont pas renouvelables : une modification de leurs caractéristiques (destruction, prélèvement) est irréversible.

Tous les géotopes ne sont pas naturels ; certains sont créés par les activités de l'Homme. On parle alors de géotopes artificiels : gravières, carrières, affleurements mis à jour par des chantiers. Dans ces cas se pose le problème de la disparition ou de la protection du géotope en cas de comblement (carrière, gravière) et en lien avec l'avancement d'un chantier (autoroute). On retrouve ici les mêmes problématiques qui se posent lors de découvertes archéologiques.

## La valeur des géotopes

Seuls les objets géologiques ou géomorphologiques de valeur constituent des géotopes. Cette valeur est déterminée sur la base de deux types de caractéristiques : scientifiques et non scientifiques. D'un point de vue scientifique, peuvent être considérés comme géotopes des objets qui permettent de reconstituer l'histoire de la Terre, des espèces et du climat, ainsi que les sites qui permettent d'observer l'activité des processus actuels. La sélection des sites d'intérêt se base essentiellement sur trois critères discriminants (GRANDGIRARD 1999) :

- **La rareté** : ce critère doit être évalué en fonction d'un espace de référence ; il concerne autant la rareté absolue d'un type d'objet (les œufs de dinosaures sont rares en Suisse) que sa rareté relative à l'espace de référence (un bloc erratique d'une pétrographie donnée peut être rare dans une région, mais abondant dans une autre ; il pourra constituer un géotope dans le premier cas, mais certainement pas dans le second cas).
- **L'intégrité** : il s'agit du degré de préservation des caractéristiques originelles. Un objet qui n'a pas subi d'atteintes, naturelles (érosion) ou humaines, aura plus de valeur qu'un objet fortement dégradé.
- **La représentativité** : ce critère concerne le caractère exemplaire de l'objet (une moraine considérée comme géotope est-elle représentative des principaux types de moraines du canton ?), sa valeur didactique ou encore sa lisibilité (le pli couché sommital de la Dent de Morcles est facilement lisible dans le paysage).

A ces caractéristiques scientifiques s'ajoutent des valeurs non scientifiques que l'on peut regrouper en quatre grandes catégories (PANIZZA & PIACENTE 2003, REYNARD 2004) :

- **La valeur écologique**. Bon nombre de géotopes constituent également des biotopes, par exemple des moraines qui favorisent la présence de marais et de zones humides, des zones alluviales ou encore certains escarpements favorables aux espèces séchées.
- **La valeur historique et culturelle**. Certains géotopes peuvent être le siège d'implantations humaines (l'abri sous roche de Tanay, mines, voies historiques dans des parois, bisses suspendus le long d'affleurements calcaires, châteaux perchés sur des sites stratégiques tels que des verrous glaciaires, etc.). Il s'agit là d'une valeur archéologique ou historique. Certains sites géologiques ou géomorphologiques ont également une valeur symbolique ou religieuse ; c'est le cas des pierres à cupules ou de certaines grottes utilisées comme lieux de culte (l'Ermitage de Longeborgne).
- **La valeur socio-économique**. Sous ce terme, nous regroupons tous les usages économiques d'un géotope. Il peut s'agir autant d'activités primaires (ex. tourbières, marnières, gravières, carrières, tuffières), secondaires (ex. géotopes favorables à l'implantation

d'infrastructures industrielles telles que des moulins (gorges), barrages (verrous glaciaires), etc.) et tertiaires (grottes touristiques, centres thermaux).

- **La valeur esthétique ou paysagère**. Les paysages sont des portions de l'espace perçues par un observateur, principalement par le sens de la vue (GRANDGIRARD 1997). De nombreux géotopes présentent des caractéristiques visuelles qui leur confèrent une grande valeur paysagère. On pense ainsi à certains glaciers, à certaines montagnes ou encore à certaines formes du relief telles que les cheminées de fée (Pyramides d'Euseigne), les cours d'eau à chenaux tressés (Rhône sauvage à Finges) ou à méandres (site marécageux du Val de Réchy) ou des étendues de lapiés (ex. lapiés de Tsanfleuron). De nombreux géotopes participent également à la création de paysages culturels : par exemple les paysages de cultures de vignes en terrasses du Valais central (verrou longitudinal de la colline de Montorge) ou la structuration de l'habitat déterminé par la défense contre les risques naturels dans certaines vallées (Lötschental, Val d'Hérens). Mais la perception de la valeur esthétique d'un géotope varie fortement d'un individu à l'autre. La valeur paysagère d'un géotope sera ainsi difficile à établir (REYNARD 2004).

## Pour un inventaire des géotopes valaisans

Le canton du Valais présente une géologie et une géomorphologie extrêmement riches et diversifiées (BURRI 1987). Les sites ayant un intérêt pour la reconstitution de l'histoire de la Terre et l'observation actuelle des processus sont extrêmement nombreux. Il n'est pas envisageable de les mettre tous sous protection. D'un autre côté, les activités humaines menacent certains sites, notamment en raison de l'urbanisation progressive du canton dans les zones de basse altitude. D'autres sont détruits par ignorance. Il s'agit donc de procéder à un inventaire des objets de valeur, puis d'évaluer la nécessité d'une mise sous protection des objets les plus remarquables. Un tel inventaire devrait à notre sens viser un double objectif : la protection d'objets rares (empreintes de dinosaures) ou vulnérables (zones alluviales actives, affleurements importants) et la valorisation du patrimoine géologique et géomorphologique du canton.

### Un patrimoine à protéger

Qu'est-ce qu'un géotope digne de protection ? A la limite, on pourrait répondre que tout le Valais est un géotope à protéger, tant le patrimoine géologique et géomorphologique du canton est varié et imposant et tant la région est importante en termes de connaissance de l'histoire de la Terre et des Alpes. Il ne s'agit toutefois pas de faire de la « protectionnisme » aiguë. Certains géotopes doivent être protégés pour éviter des déprédations, des



actes de vandalisme, des fouilles intempestives, des collectes illégales. D'autres ne nécessitent pas de protection en raison de l'abondance de la ressource (la plupart des minéraux, certains fossiles...).

La protection doit être ponctuelle et limitée dans l'espace. Il ne s'agit pas de considérer par exemple une vallée entière comme un géotope à protéger. Derrière la nécessité de protéger certains géotopes se cache également l'idée de gestion de certains sites (maintenir fraîche une coupe taillée dans une gravière, voire de réactivation de certains processus (revitalisation de zones alluviales).

Les menaces qui pèsent sur certains géotopes ont de multiples facettes, dont l'urbanisation (destructions par terrassements, modifications du paysage), l'agriculture (assèchement de zones humides), le tourisme (terrassements en altitude, comportement des touristes) l'extraction de matériaux, la collecte illégale (minéraux, fossiles, concrétions), le vandalisme (dans les grottes, mines). Les géotopes sont également menacés par certaines activités

de l'Etat et des communes, notamment la construction d'aménagements de protection (dans les zones alluviales, digues paravalanches) ou d'infrastructures de transport (autoroutes, chemins de fer). La menace principale provient du fait que les géotopes ne sont pas connus et par conséquent souvent détruits ou endommagés par simple ignorance.

### Un patrimoine à valoriser

Une bonne protection et gestion des géotopes passe donc aussi par la valorisation. Il s'agit de faire connaître la valeur du patrimoine géologique et géomorphologique du canton afin de mieux pouvoir le préserver. De nombreux géotopes ont en effet une fonction éducative et pédagogique. L'Illgraben, le Rhône sauvage de Finges, certains glissements de terrain, les éboulements du Rawilhorn ou de Derborence, la marge proglaciaire du glacier du Rhône ou du glacier du Trient, le glacier d'Aletsch,

Bulletin de la  
Société  
Maurienne  
121 • 2003  
Page 86



FIGURE 1 – Géotopes d'importance nationale, selon Assn 1999. Carte du Valais représentant les 37 objets retenus dans l'inventaire des géotopes d'importance nationale. Les grands périmètres ont été représentés par un point situé en leur centre. Les numéros se rapportent à la liste du tableau 1. – INSTITUT DE GÉOGRAPHIE, UNIVERSITÉ DE LAUSANNE

N°LOCALISATION	COMMUNES	BRÈVE DESCRIPTION
1 Glacier d'Aletsch	Naters, Ried-Mörel, Betten, Fiescherthal	Plus grand glacier d'Europe, IFP 1706
2 Petersgrat-Kanderfirn	BE/VS (Blatten)	Paysage glaciaire récemment déglacé
3, Glacier du Rhône	Oberwald	Front du glacier, marge glaciaire, IFP 1710
4 Grotte Jungfrauoch	Fieschertal	Grotte dans le permafrost, IFP 1706
5 Furggentaelti	Loèche-Les-Bains	Vallon périglaciaire, site expérimental en recherche périglaciaire
6 Loèche-les-Bains	Loèche-les-Bains	Sources thermales
7 Grotte des Chamois	Loèche-Les-Bains	Grotte avec spéléothèmes (excentriques)
8 Grube Leggenbach	Binn	Site minéralogiques type de 22 nouveaux minéraux, IFP 1701
9 Goppenstein	Ferden	Mine de plomb et zinc, IFP 1706
10 Ténéhet	Ayent	Réseau karstique souterrain ancien
11 Massaschlucht	Naters, Bitsch, Ried-Mörel	Gorges actives et fossiles, région riche en minéraux
12 Lapis di Bou	Savièse	Réseau karstique avec grotte englacée
13 Jolital	Niedergesteln	Vallée glaciaire suspendue, IFP 1706
14 Tsanfleuron	Savièse	Karst superficiel récemment déglacé
15 Eroulement de Sierre	Sierre, Salquenen, Loèche, Miège	Paysages caractéristiques d'un éroulement tardiglaciaire, IFP 1716
16 Eroulement de Derborence	Conthey, Ardon	Paysage caractéristique d'un éroulement historique, IFP 1713
17 Illgraben – Susten	Loèche	Bassin d'alimentation et cône d'alluvion d'un torrent de montagne, IFP 1716
18 Crête de Vaas – Granges	Sierre	Plus grande grotte dans le gypse de Suisse
19 Lac souterrain	St-Léonard	Grotte et lac souterrain dans le gypse
20 Blocs erratiques	Monthey, Collombey-Muraz	Groupes de blocs erratiques, dont le plus volumineux des Alpes (Pierre des Marmettes), IFP 1709
21 Carrière d'ardoises	Leytron	Carrière d'ardoises à bélemnites
22 Gondo	Zwischbergen	Filons aurifères et mines
23 Grand Cor – Poteu	Fully, Saillon	Réseau karstique avec le plus grand développement vertical de Suisse (2200 m)
24 Vallon de Réchy – Lona	Nax, St-Martin	Vallon périglaciaire avec zones alluviales et pergélisols, IFP 1718
25 Pyramides d'Euseigne	Héremence	Cheminée de fées, IFP 1708
26 Grubenkar	Saas Balen	Marge proglaciaire avec grande richesse de formes
27 La Méreune	Dorénaz	Mine de charbon
28 Carrière de Miéville	Vernayaz	Contact granites-mylonites
29 Golette – Salanfe	Salvan	Traces de dinosaures et mine d'arsenic
30 Gorge du Trient	Vernayaz, Martigny, Martigny-Combe, Salvan, Trient, Finhaut	Gorge de raccordement, IFP 1715
31 Moraines de Tortin	Nendaz	Moraine tardiglaciaire (stade Egesen – Dryas récent) dans le Valais Central
32 Eroulement de Randa	Randa	Gigantesque éroulement récent (1991)
33 Vieux-Emosson	Finhaut	Dalle à empreintes de dinosaures
34 Laves en coussins	Zermatt-Saas Fee	Laves en coussins presque intactes, IFP 1707
35 Gletschergarten Dossen	Zermatt	Marmites et formes glaciaires, IFP 1707
36 Dt Blanche – Cervin – Mont Rose	Zermatt, Ayer, Evolène	Site démonstratif de la géodynamique alpine, IFP 1707
37 Gornergletscher	Zermatt	Glacier polythermique et formes glaciaires, IFP 1707



les traces de dinosaures d'Emosson, les pyramides d'Euseigne sont autant d'éléments du paysage valaisan qui permettent d'expliquer une partie de l'histoire de la Terre, du climat ou encore de la formation des Alpes.

Il est reconnu que le public (adultes et enfants) connaît mal les Sciences de la Terre. Cette matière difficile n'est pas ou peu enseignée au niveau primaire et secondaire. De plus, la géologie et la géomorphologie sont des branches difficiles à expliquer sur les bancs d'école. Il est préférable de se rendre sur le terrain pour expliquer et faire connaître ces richesses naturelles. Le Valais a un fort potentiel dans ce domaine.

## La protection des géotopes en Suisse

Il n'y a pas en Suisse de législation spécifique sur la protection des géotopes (JORDAN 1999). Il n'existe donc pas de listes de géotopes protégés, comme il existe des listes d'espèces menacées ou de biotopes protégés. Quelques géotopes particuliers sont toutefois protégés en raison de leur très grande valeur pour la compréhension de l'histoire de la Terre. C'est par exemple le cas des empreintes de dinosaures du Vieux-Emosson. Ces géotopes protégés explicitement sont très peu nombreux. Plusieurs géotopes sont toutefois déjà protégés implicitement par des arrêtés de classement cantonaux, des inventaires fédéraux, des plans communaux d'affectation des zones. La colline de Gérondo est ainsi protégée pour sa participation au charme du paysage sierrois, mais pas comme témoin de l'éboulement tardiglaciaire de Finges (BURRI 1997). De même, le site de Derborence est une réserve intégrale de faune et de flore, mais ne bénéficie d'aucune reconnaissance en tant que témoin des éboulements du XVIII<sup>e</sup> siècle.

À la fin des années 1990, le Groupe de travail pour la protection des géotopes en Suisse, affilié à l'Académie Suisse des Sciences Naturelles (ASSN), a réalisé un inventaire des géotopes d'importance nationale (ASSN 1999) qui se présente sous forme d'une liste avec un bref argumentaire. Comme il s'agit d'un inventaire non officiel, ce dernier ne constitue pas une donnée contraignante pour les autorités fédérales, cantonales ou communales. Il n'a donc pas de force légale. Les objectifs étaient de sensibiliser l'opinion publique au concept de géotope et à la nécessité de les protéger, de proposer une base pour l'établissement d'inventaires cantonaux et une référence pouvant conduire, à terme, à la réalisation d'un inventaire fédéral systématique et officiel (GERBER & GSTEIGER 2000). Actuellement, un tel inventaire national officiel n'est pas à l'ordre du jour pour des questions financières.

Cette liste de géotopes d'importance nationale n'est pas exhaustive. Elle a été établie sur la base de propositions faites par des spécialistes de toute la Suisse. Sur les 401 géotopes retenus par le groupe de travail, 37 sont situés en Valais (Tabl. 1 et fig. 1). On remarque que l'inventaire mentionne huit géotopes spéléologiques (cavités ou karst superficiel) mais seulement quatre géotopes minéralogiques. Pourtant, le Valais possède un patrimoine minier

et minéralogique très riche et d'importance sur le plan national. Cet exemple montre bien le biais dû à la méthode de recensement basée sur la bonne volonté des personnes contactées. Cet inventaire n'est donc pas suffisant et une étude plus poussée et systématique sur les géotopes valaisans est ainsi justifiée.

Plusieurs cantons ont réalisé des inventaires de géotopes. C'est notamment le cas des cantons de Fribourg (GRANDGIRARD 1997), Thurgovie (NAEF 2000, HIPP 2003), St-Gall (STÜRM *et al.* 2003) et Schwyz (LIENERT 2003). Le canton de Thurgovie est exemplaire, puisque les autorités ont mis à profit l'inventaire cantonal pour valoriser le patrimoine géologique auprès des écoles, en réalisant une brochure vulgarisée expliquant l'histoire géologique du canton (NAEF 1999).

### Légendes des photos

**Géotopes d'importance nationale proposés par le Groupe de travail pour la protection des géotopes en Suisse, ASSN (1999). Voir la figure 1 pour la localisation des sites et le tableau 1 pour une brève description. Objet IFP: objet inscrit dans l'Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (OFEFP, 1977-1996).**

#### Page 89

**Photo 1**, site 33.– Le site à traces de dinosaures d'Emosson, commune de Finhaut: le seul véritable géotope protégé en tant que tel par un arrêté de classement cantonal.

PHOTO DANIELLE DECROUZÉ

**Photo 2**, site 25, objet IFP 1708.– Pyramides d'Euseigne, commune d'Héremence. L'un des géotopes valaisans les plus connus. Géotope géomorphologique et sédimentologique.

PHOTO EMMANUEL REYNARD

**Photo 3**, site 20, objet IFP 1709.– Pierre des Marmettes, commune de Monthey. L'histoire de la protection de ce bloc erratique est longue et complexe. Le bloc a finalement été acheté à son propriétaire par la Société helvétique des sciences naturelles en 1908, avec l'appui de la Confédération, du Canton du Valais et de nombreux donateurs. Ce célèbre bloc erratique devient ainsi le premier géotope valaisan protégé. – PHOTO JEAN-PIERRE PRALONG

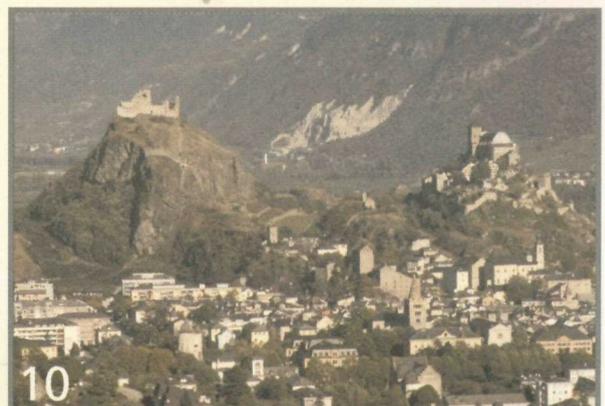
**Photo 4**, site 14.– Karst de Tsanfleuron, commune de Savièse. Géotope spéléologique et géomorphologique, exemple de karst superficiel récemment déglacé.

PHOTO EMMANUEL REYNARD

**Photo 5**, site 23.– Carrières et karst souterrain, commune de Saillon. Ce géotope minéralogique, stratigraphique et spéléologique illustre de nombreux phénomènes géologiques: l'entrée du Poteu, l'un des plus grands réseaux karstiques de Suisse, les sources et résurgences des eaux de la Sarvaz, les contacts entre le socle, les sédiments autochtones et le flanc inverse de la nappe de Morcles, les affleurements de marbre cipollin de Saillon dont la carrière est visible dans la forêt.

PHOTO JEAN-CLAUDE PRAZ





Légendes des photos

Page 90

**Photo 6**, site 18.– Grotte de la Crête de Vaas, commune de Siere. Il s'agit de la plus grande grotte dans le gypse de Suisse, qui constitue également un habitat particulier pour les chauve-souris (valeur écologique). Ce géotope est actuellement menacé par un projet d'extension de la plâtrière de Granges, auquel les organisations spéléologiques se sont opposées.– PHOTO PASCAL TACCHINI

**Photo 7**, site 32.– Eboulement de Randa. Cet éboulement récent est le témoin de l'évolution actuelle des versants alpins. Il a une valeur didactique et permet de renforcer une culture du risque dans les vallées alpines.

PHOTO EMMANUEL REYNARD

**Géotopes représentatifs des différentes typologies, inscrits dans l'Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (OFEFP, 1977-1996).**

**Photo 8**, objet IFP 1707.– Marge proglaciaire des glaciers de Ferpècle et du Mont-Miné, commune d'Evolène; également inscrit à l'inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale (OFEFP, 1991c, objet 131). Ce sandur est un exemple de géotope actif permettant l'observation de la mise en place des dépôts fluvio-glaciaires. Ce genre de géotope évolue au cours du temps et peut être difficile à conserver.– PHOTO EMMANUEL REYNARD

**Photo 9**, objet IFP 1503/1713.– Pli sommital de la Dent de Morcles, communes de Collonges, Fully (VS), Lavey-Morcles et Bex (VD). Ce géotope structural a une haute valeur pédagogique en raison de sa grande lisibilité dans le paysage. Sachant qu'il s'agit d'un petit pli couché du flanc inverse de la nappe de Morcles, il permet de se rendre compte de l'ampleur de l'érosion de la chaîne alpine.

PHOTO EMMANUEL REYNARD

**Photo 10**, objet IFP 1705.– Collines de Valère et Tourbillon, commune de Sion. Géotope liant des intérêts scientifiques (collines de lithologie et origine tectonique différentes, verrous glaciaires, blocs erratiques, végétation des steppes valaisannes), historique, religieux (site de défense, église du XII<sup>e</sup> siècle) et esthétique.

PHOTO EMMANUEL REYNARD

Page 91

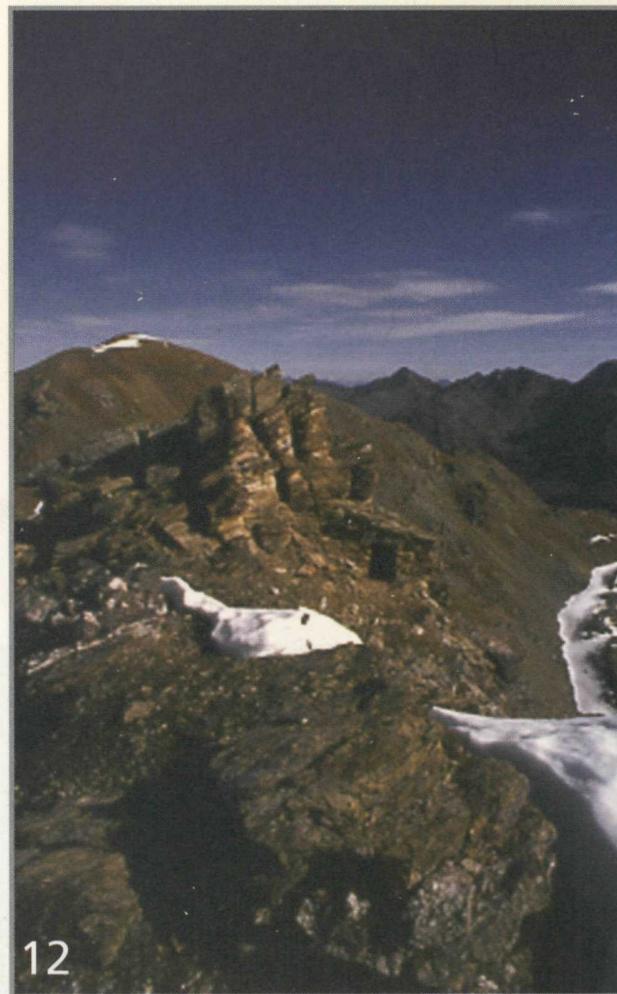
**Photo 11** – Géotope minéralogique. Cristaux de marécottite orange sur gypse incolore et rabéjacite jaune. Ce minéral extrêmement rare a été décrit pour la première fois dans le monde en 2003. Il a été découvert et étudié par le D<sup>r</sup> Nicolas Meisser, du Musée cantonal de géologie de Lausanne, dans l'ancienne mine d'uranium abandonnée de La Creusaz, au-dessus des Marécottes, commune de Salvan. Ce sulfate naturel d'uranyle ne se forme, en présence d'éléments chimiques spécifiques, que dans les conditions très particulières d'humidité, d'acidité et de température qui règnent dans certaines galeries de mines. Une seule autre occurrence mondiale de ce minéral est pour l'instant connue, dans les célèbres mines de Jachimov (Joachimstal) en Tchéquie. PHOTO STEFAN ANSERMET, largeur de l'image : 5 mm).

**Photo 12** – Géotope géohistorique : la mine de Plantorin ou de l'Omen Roso, communes d'Ayer et d'Oberems. Avec une altitude de 3100 m, cette mine de nickel exploitée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, est la plus haute de Suisse. Les travaux sont situés le long de la crête qui sépare le val d'Anniviers du val de Tourtemagne. On aperçoit sur cette image le baraquement en pierre sèche utilisé par les mineurs.

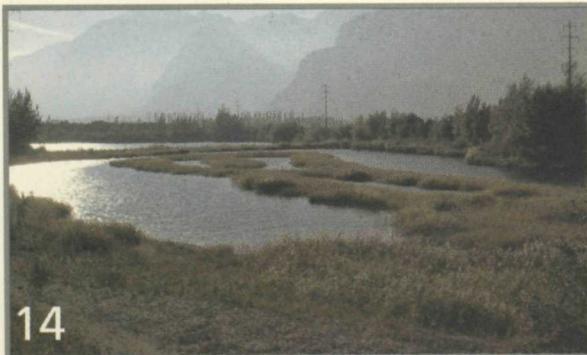
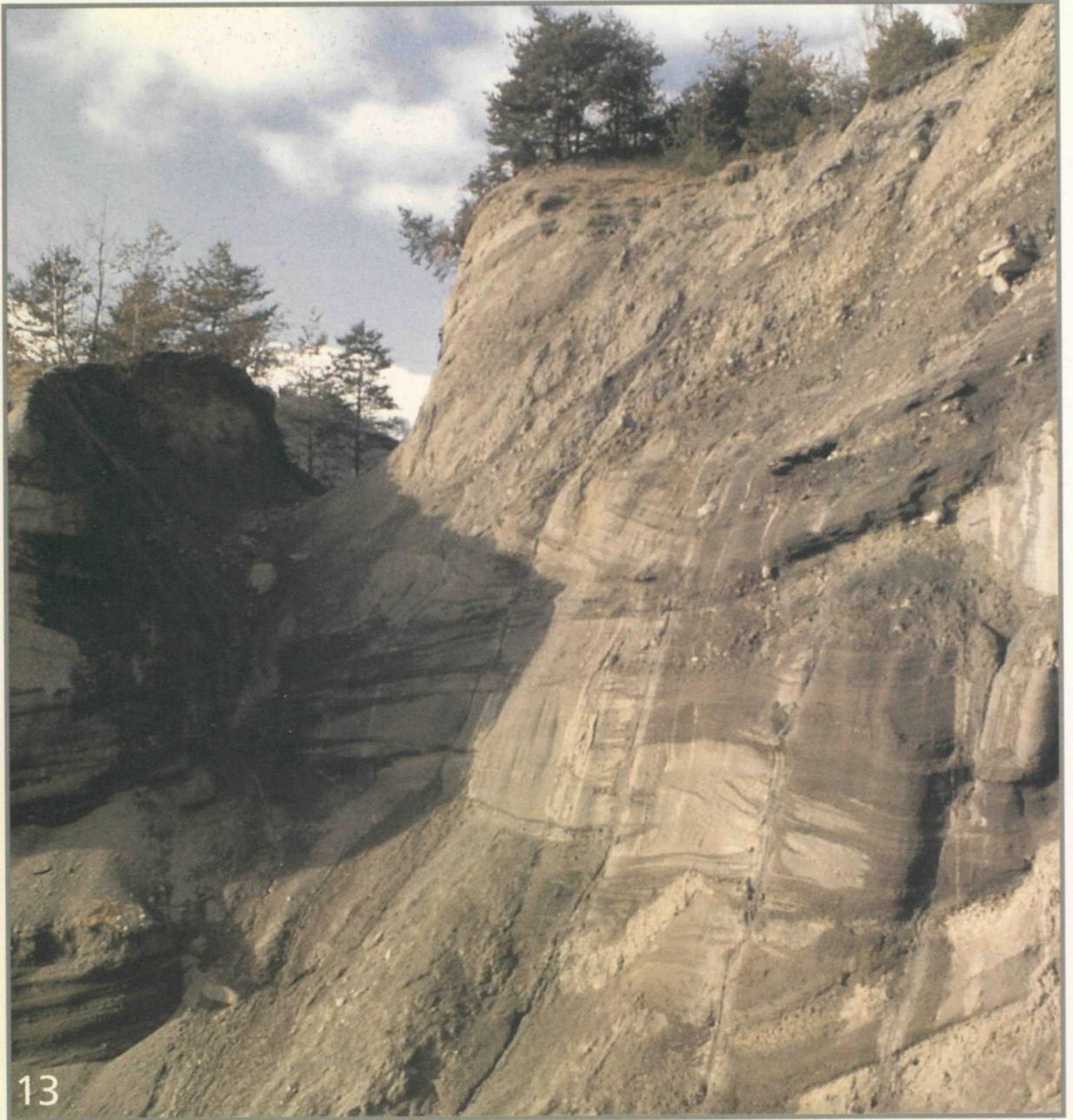
PHOTO STEFAN ANSERMET



11



12



## Typologie des géotopes valaisans

On peut distinguer autant de types de géotopes qu'il existe de disciplines des sciences de la Terre (géologie structurale, pétrographie, minéralogie, pédologie, géochimie, paléontologie, sédimentologie, géomorphologie, hydrogéologie, spéléologie, tectonique, etc.). Chaque discipline privilégie les objets dont elle se préoccupe. Un objet géologique sera considéré comme anodin par une discipline, mais aura une grande valeur pour une autre discipline (un affleurement sédimentaire le long d'une route n'a aucune valeur géomorphologique, mais pourra avoir une grande valeur sédimentologique). La valeur attribuée à un géotope pourra différer fortement d'une discipline à l'autre : un bloc erratique peut avoir une valeur paléoclimatique (s'il permet par exemple de reconstituer une extension glaciaire), pétrographique (selon sa composition minéralogique), ou encore géomorphologique (selon sa position par rapport à un complexe morainique).

Nous nous basons sur les travaux de GRANDGIRARD (1997) pour proposer une typologie en dix groupes (tab. 2). Certains géotopes peuvent appartenir à plusieurs types à la fois.

### Quelle place pour les géotopes dangereux ?

Cette typologie amène un certain nombre de remarques. Certaines instabilités de terrain peuvent être considérées comme des géotopes dans la mesure où elles sont représentatives des processus responsables de l'évolution actuelle de la chaîne alpine. C'est le cas des glissements de terrain ou des torrents. Mais dans quelle mesure un tel site peut-il être inscrit dans un inventaire de géotopes ? Si l'inventaire est une liste d'objets remarquables, les mesures étant adaptées à chaque cas, l'inscription se justifie pleinement. Si, en revanche, la mise à l'inventaire implique un statut de protection, elle entre

### Légendes des photos

#### Autres géotopes représentatifs de différentes typologies

##### Page 92

**Photo 13** – Paléodelta près du pont de la Lienne, commune d'Icogne. En tant que témoin d'un ancien lac lié au stationnement du glacier du Rhône au débouché des vallées latérales de la rive droite durant le Tardiglaciaire, ce géotope sédimentologique a une grande valeur paléoclimatique.  
PHOTO EMMANUEL REYNARD

**Photo 14** – Zone humide des Epines, commune de Conthey. Ce géotope hydrologique a été reconstitué dans le cadre des compensations écologiques des aménagements hydro-électriques Cleuson-Dixence. Il a une haute valeur écologique.  
PHOTO EMMANUEL REYNARD

**Photo 15** – Zone alluviale de Pramousse-Satarma dans le Val d'Arolla, commune d'Evolène. Un géotope hydrologique et géomorphologique inscrit à l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale (OFEFP, 1991c, objet 128).  
PHOTO EMMANUEL REYNARD

alors en conflit avec la gestion des risques naturels et serait en conséquence perçue fort négativement par les populations concernées.

Des géotopes tels que l'éboulement de Randa (1991), les éboulements historiques de Derborence ou encore l'éboulement préhistorique de Sierre (BURRI 1997) témoignent que les changements géologiques et géomorphologiques se produisent non seulement de manière graduelle mais que la nature du changement est parfois catastrophique et brutale. Ils jouent ainsi un rôle éducatif essentiel et leur valorisation en tant que géotopes permet de conserver une « culture du risque » (SCHOENEICH & BUSSET-HENCHOZ 1998) que notre civilisation moderne a tendance à oublier.

### Géotopes, biotopes et biodiversité

La géologie et les formes du relief (dépressions, collines, fissures, lithologie des dépôts, parois rocheuses) constituent la base de tous les biotopes. Il existe donc un lien génétique entre le biotope et le géotope, par exemple un marais barré par une moraine ou situé dans un ombilic à l'amont d'un verrou (Bas-marais du Val de Réchy), ou une paroi rocheuse abritant une faune rare et diverse (insectes, oiseaux, chauves-souris). Le géotope a donc une importante fonction écologique à jouer.

Les géotopes actifs créent des milieux changeants et instables qui favorisent des espèces spécialisées ou pionnières (milieux alluviaux). La dynamique des versants (laves torrentielles, éboulis) crée des ouvertures dans la forêt, permettant ainsi la mise en place d'une mosaïque d'habitats. Cette dynamique joue donc un rôle important dans l'accroissement de la diversité spécifique. Des interventions humaines peuvent stopper cette dynamique. C'est le cas des talus d'éboulis des Follatères qui étaient actifs avant l'endiguement du Rhône. Le fleuve affouillait le pied du versant et maintenait ainsi la dynamique de l'éboulis, alimenté par des parois en déséquilibre depuis le retrait du glacier du Rhône. Du fait de l'endiguement, les éboulis se sont aujourd'hui stabilisés et la forêt gagne peu à peu du terrain sur ces milieux ouverts (STUBER 1997).

### Géotopes et paysage

Les roches ainsi que les formes d'érosion et d'accumulation constituent l'armature physique du paysage. L'intérêt de certains géotopes est ainsi accru par leur intégration dans un ensemble paysager remarquable. Le géotope a une valeur propre et réclame des mesures en tant que tel mais il ajoute aussi une signification au paysage. Les géotopes géomorphologiques remplissent souvent cette fonction paysagère en raison de leur côté spectaculaire et esthétique (Pyramides d'Euseigne) ou comme élément constitutif du paysage, intégré dans un ensemble plus vaste (un complexe de moraines dans un imposant cirque glaciaire).



## La protection actuelle des géotopes valaisans

Tout comme en Suisse, il n'existe pas en Valais de législation particulière sur les géotopes. Leur protection est partiellement assurée par la nouvelle Loi sur la protection de la nature, du paysage et des sites du 13 novembre 1998 (RS 451.1), qui prévoit en son article 7 de protéger notamment, comme objets de protection de la nature, « les minéraux rares ou menacés » et « les sites se distinguant par leur diversité biologique, leur flore, leur faune ou leur géologie », ainsi que, comme objets de protection du paysage, « les espaces reconnus pour leur beauté, leur particularité topographique, géologique ou leur diversité naturelle ».

L'Etat est responsable de réaliser des inventaires d'objets dignes de protection (art. 8). Parmi ces objets figurent les curiosités naturelles, c'est-à-dire « les formations géologiques ainsi que les éléments dignes de protection relevant de l'histoire naturelle ou de l'esthétique paysagère » (art. 19). L'Ordonnance sur la protection de la nature, du paysage et des sites (OcPN) du 20 septembre 2000 prévoit que les curiosités naturelles classées soient « reportées à titre indicatif dans les plans d'affectation des zones communaux » (art. 26). Dans la législation cantonale, il n'est donc pas fait mention explicitement de la protection des géotopes.

Toutefois, certains géotopes font parfois l'objet d'une protection légale soit par un arrêté de classement cantonal, soit en raison de leur inscription dans un inventaire fédéral ou international. Certains géotopes sont également protégés au niveau communal (inscription comme zone protégée dans le plan d'affectation des zones). En général, ces géotopes ne sont pas reconnus en tant que tels, les périmètres de protection cherchant plutôt à protéger un biotope de valeur ou des valeurs naturelles ou paysagères ou encore des espèces. La protection de ces géotopes relève donc plutôt du hasard et de la « chance ». Remarquons que certaines zones protégées au niveau communal pour leur valeur naturelle ou paysagère sont en fait des terrains « improductifs » (par exemple une zone instable). Ces terrains improductifs peuvent receler une intéressante diversité géo(morpho)logique.

### Les arrêtés de classement du canton du Valais

Le Conseil d'Etat du canton du Valais a classé, par voie d'arrêté, une série de sites pour leur valeur culturelle, scientifique, naturelle, etc. Il ne s'agit pas d'un inventaire systématique, mais de mesures de protection localisées. Certaines décisions ont été prises en réaction à des oppositions à des projets d'aménagement, dans le cadre de mesures de compensation écologique ou encore suite à des inventaires fédéraux. Sur l'ensemble des objets classés, 37 concernent des sites naturels. Le dépouillement des textes de ces arrêtés a montré que seuls trois sites sont classés en tant que géotopes : il s'agit du site

paléontologique d'Emosson et des collines de Géronde et de Rarogne (classées pour leur valeur paysagère). Il faut y ajouter sept zones alluviales classées dans les années 1990 suite à l'Inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale ; dans ces sites, l'arrêté vise à la fois une protection biologique et une protection de la dynamique alluviale. Certains sites ont par contre été classés

TYPE DE GÉOTOPES	DÉFINITION
<b>Structuraux</b>	Objets géologiques de grande taille tels que les plis, anticlinaux, chevauchements, nappes de charriage, témoins de l'orogénèse alpine.
<b>Paléontologiques</b>	Sites qui recèlent des traces de vie ancienne (fossiles), témoins de l'histoire de la Vie et du climat.
<b>Sédimentologiques</b>	Sites dans lesquels sont visibles les conditions typiques d'un milieu de sédimentation. Géotopes actifs ou passifs (archives).
<b>Minéralogiques, pétrographiques, géochimiques</b>	Gisements de minéraux particuliers ou représentatifs de la chaîne alpine. Certains de ces géotopes ont été déplacés (musées).
<b>Stratigraphiques</b>	Profil de référence pour un âge géologique (stratotype), un faciès, une formation (succession stratigraphique) ou une transition paléoenvironnementale.
<b>Géomorphologiques</b>	Processus et formes du relief témoignant de l'histoire de la Terre.
<b>Hydrologiques, hydrogéologiques</b>	Sites dus à l'écoulement particulier des eaux de surface ou souterraines.
<b>Spéléologiques</b>	Cavités et réseaux souterrains présentant une valeur particulière.
<b>Géohistoriques</b>	Sites de découvertes clés dans l'histoire des Sciences de la Terre ou lieux d'exploitation des ressources géologiques.
<b>Géoculturels</b>	Sites ayant joué un rôle particulier, en raison de leurs caractéristiques naturelles, pour l'histoire de l'Homme.

TABLEAU 2 – Typologie des géotopes du canton du Valais. Voir tableau 1

essentiellement pour leur valeur biologique; ils comportent toutefois des interdictions de modifier l'aspect du site et d'extraire des matériaux. C'est le cas de toute une série de marais, du lac de Montorge et du site de Derborence. Finalement, certains sites n'ont été classés que pour leur valeur biologique.

### Les inventaires fédéraux

En vertu de la Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN), la Confédération a réalisé divers inventaires d'objets d'importance nationale. Plusieurs concernent indirectement des géotopes.

EXEMPLES	PROTECTION / VALORISATION
Cervin (Zermatt); pli sommital de la nappe de Morcles (Fully, Collonges, Lavey-Morcles, Bex).	Ne nécessitent pas de protection particulière. Fort potentiel de valorisation éducative (ex. MARTHALER 2001)
Empreintes de dinosaures, Emosson (Finhaut); Salanfe (Evionnaz); moraines holocènes contenant des sols et des troncs fossiles.	Sites rares nécessitant une protection... parfois incompatible avec leur valorisation. Emosson montre qu'il est possible de concilier les deux (DECROUEZ 2004).
Marges proglaciaires à sandur: glaciers du Breney (Bagnes); Mont-Miné (Evolène); Rhône sauvage de Finges; rides de courant sur les dalles d'Emosson (Finhaut).	Géotopes très sensibles aux atteintes humaines (aménagement hydroélectrique), nécessitant une protection. Fort potentiel de valorisation (observation des processus actuels). Peuvent être recréés (revitalisation).
Gisements de minéraux du Binntal et du Mont Chemin; minéraux du tunnel de base du Lötschberg.	Exploitation réglementée. Valorisation par les musées. Le Leggenbach (Binntal): ex. de valorisation in-situ.
Couches de St-Christophe (Bagnes); grès du Val d'Illiez; archives climatiques des lacs et marais: Montorge (Sion); Zenneggen.	Coupes dans les gravières ou carrières menacées par les comblements. Objectifs de protection des coupes parfois incompatibles avec la protection du paysage. Un potentiel de valorisation existe.
Pyramides d'Euseigne (Hérémece); glaciers rocheux du Turtmantal, collines de l'éboulement de Finges, cône du Bois-Noir (Evionnaz, St-Maurice)	A protéger, surtout dans les zones de haute montagne (paysages « minéraux », REYNARD 2004). Fort potentiel éducatif (histoire glaciaire).
Sources thermales et karstiques; lac souterrain (St-Léonard); cascade de la Pissevache (Vernayaz).	Géotopes peu menacés. Potentiel de valorisation.
Réseau du Poteu (Saillon); Crête de Vaas (Sierre); lac souterrain (St-Léonard); grotte des Chamois (Loèche-les-Bains); grottes sous-glaciaires	Géotopes à protéger en raison des risques de pollution et de déprédation. Certains sites sont exploités d'un point de vue touristique.
Mines du Mont Chemin et de Zinal; carrières de pierre ollaire de Bonatchiesse (Bagnes); Haut Val de Bagnes, berceau de la glaciologie.	Sites à protéger en raison des risques de vandalisme (mines). Fort potentiel de valorisation éducative et touristique, (ex. histoire de la glaciologie).
Abris sous roche; collines de Zenneggen; pierres à cupules; collines fortifiées; Les Bains, Gorges de la Salentse (Saillon).	Peu de menaces. Une meilleure valorisation intégrée (géosciences, archéologie) est à favoriser.



C'est le cas de l'*Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels* (IFP, OFEFP 1977). Cet inventaire relativement disparate a été réalisé dans les années 1970. Il regroupe aussi bien des sites culturels que naturels. Parmi ces derniers, 18 concernent directement ou indirectement des objets géologiques ou géomorphologiques valaisans. C'est le cas par exemple du Binntal, des Pyramides d'Euseigne, des blocs erratiques de Monthey et Collombey, des gorges du Trient ou encore du secteur Bois de Finges – Illgraben. Ces objets sont souvent de grande taille et leur degré de protection est faible, puisque l'IFP n'est contraignant que pour les activités de la Confédération.

Les inventaires des hauts- et des bas-marais (OFEFP 1991a,b) concernent respectivement 8 et 22 sites en Valais. Ces sites comportent souvent une composante géologique ou géomorphologique importante pour leur maintien. La valeur géologique n'a par contre pas été prise en compte dans le processus d'évaluation. Ce n'est pas le cas de l'*Inventaire fédéral des sites marécageux* d'une beauté particulière et d'importance nationale (OFEFP 1996) pour lequel la sélection s'est basée sur des critères biologiques et géomorphologiques (STUBER 1993). Le vallon de Réchy et l'Albrun (Binntal) sont les deux seuls sites inscrits à cet inventaire.

L'*Inventaire des zones alluviales d'importance nationale* a été réalisé en deux temps. L'*Inventaire des zones alluviales* (OFEFP 1991c) a été exécuté sur la base de critères purement biologiques. Le complément (marges proglaciaires et plaines alluviales alpines en tant que zones alluviales, OFEFP 1999) a été réalisé sur la base de critères biologiques et géomorphologiques (GERBER *et al.* 1998). Tous les sites inscrits en 2001 ont donc une valeur géomorphologique reconnue et protégée. Cet inventaire regroupe actuellement 33 sites en Valais.

Ainsi, malgré l'absence d'une protection spécifique, un nombre important de sites fait déjà l'objet d'une protection à un titre ou un autre. Pour illustrer notre réflexion, nous proposons quelques photos (pp. 89-92) de différents types de géotopes, certains retenus comme d'importance nationale, d'autres contenus dans l'*Inventaire fédéral des paysages*, quelques-uns ne bénéficiant d'aucun statut de protection au niveau fédéral ou cantonal.

## Recommandations pour un inventaire cantonal des géotopes

En Valais, comme dans d'autres cantons suisses d'ailleurs, la situation actuelle n'est pas optimale pour différentes raisons.

Les statuts de protection des objets géologiques et géomorphologiques sont très variables d'un inventaire à un autre. Les critères ayant amené à la sélection des sites sont également très différents d'un inventaire à l'autre. Ainsi, même si un géotope apparaît dans un inventaire d'objets naturels, cela ne signifie pas forcément que sa valeur de géotope est protégée.

L'inventaire des géotopes d'importance nationale n'est qu'une liste indicative d'objets de valeur. Elle n'a pas été établie de manière systématique et, de plus, ne répertorie que des objets d'importance nationale. A l'échelle du canton, on veut établir une liste d'objets d'importance cantonale, voire régionale.

Les géotopes ne sont pas reconnus comme objets dignes de protection. Il y a fort à parier, qu'en l'absence de listes complètes établies par des spécialistes sur la base de critères transparents, des géotopes d'importance risquent de disparaître par simple ignorance. Nous pensons tout particulièrement à la morphologie de haute altitude.

La géologie et la géomorphologie souffrent d'un manque de visibilité auprès du grand public, des visiteurs étrangers et même des écoles valaisannes. Un inventaire de géotopes pourrait être le point de départ pour une meilleure valorisation du patrimoine géo(morpho)logique du canton.

Sur la base de ces constats, nous pensons que la réalisation d'un inventaire des géotopes valaisans est pertinente. Pour des raisons de coûts et de temps de réalisation, un tel inventaire devrait toutefois être ciblé et défini par un cadre précis. Il devrait viser clairement un double objectif :

- La protection d'objets rares ou vulnérables
- La valorisation du patrimoine géologique et géomorphologique du canton

Les deux démarches devraient être entreprises en parallèle. La connaissance des objets à protéger est la condition initiale. Elle passe par la réalisation d'inventaires de base par types de géotopes. La tâche d'évaluer les géotopes d'importance et dignes de protection incombe aux spécialistes de chaque discipline des sciences de la Terre (paléontologues, stratigraphes, sédimentologues, géomorphologues, spéléologues, etc.). Certains groupes d'amateurs organisés en associations bien structurées, comme les spéléologues par exemple, doivent également être associés activement à la démarche, au même titre que les scientifiques. Les personnes ressource doivent être identifiées en fonction de leur compétence dans leur domaine de spécialisation et de leur connaissance du terrain valaisan. Sur la base des inventaires sectoriels, une classification hiérarchisée des géotopes pourra ensuite être réalisée selon leur importance régionale, cantonale, nationale, voire internationale. Différentes questions restant ouvertes, notamment en ce qui concerne le choix de la ou des méthodes d'évaluation des géotopes, l'inventaire devrait être coordonné par un maître d'œuvre.

## REMERCIEMENTS

L'exhaustivité de notre étude a pu être assurée grâce à l'information et aux remarques critiques apportées par de nombreuses personnes issues du monde académique ou privé. Nous tenons à remercier tout particulièrement Stefan Ansermet, Marcel Burri, Elisabeth Fierz Dayer, Vincent

Grandgirard, Raimund Hipp, Pierre-Yves Jeannin et l'ISSKA (Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie, La Chaux-de-Fonds), Peter Jordan et le Groupe de travail pour les géotopes en Suisse, Chab Lathion, Pascal Tacchini et le groupe spéléologique rhodanien, Mario Sartori et Pascal Tissières. L'étude a été soutenue financièrement par le Service des forêts et du paysage de l'Etat du Valais (Christian Werlen et Peter Keusch). Nous sommes heureux de constater l'intérêt de l'Etat du Valais pour les géotopes, une valeur naturelle, paysagère et patrimoniale plutôt occultée jusqu'à présent. Nous remercions également Céline Fuchs qui a réalisé certaines recherches dans le cadre de ce mandat et Jean-Claude Praz pour sa relecture critique du manuscrit.

#### ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE

ASSN, Groupe de travail pour la protection des géotopes en Suisse (1999). Inventaire des géotopes d'importance nationale, *Geol. Insubr.* 4/1, 19-58.

BURRI, M. 1987. *Les roches*, Collection Connaître la nature en Valais, Martigny, Pillet.

— 1997. Géologie récente de Finges et de ses environs, *Bull. Murithienne* 115: 5-27.

DECROUEZ, D. 2004. Nachhaltige touristische Erschliessung am Beispiel der Dinosaurierspuren Fundstelle von Emosson (Wallis, Schweiz), *Tagungsband Geotope 2003, Bad Ragaz, Schriftenreihe der Deutschen Geologischer Gesellschaft*, 31: 109-114.

GERBER, B., GSTEIGER, P., LEIBUNDGUT, M., RIGHETTI, A. 1998. *Marges proglaciaires et plaines alluviales alpines en tant que zones alluviales*. Rapport IGLES, Cahiers de l'Environnement N° 305. Berne, OFEFP.

GERBER, B. & GSTEIGER, P. 2000. *Konzept für den Schutz der Geotope von nationaler Bedeutung*. Bern, BUWAL und Arbeitsgruppe Geotope BUWAL/LHG, unpublié.

GRANDGIRARD, V. 1997. *Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage*. Thèse N° 1163, Fribourg, Imprimerie St-Paul.

— 1999. L'évaluation des géotopes, *Geol. Insubr.* 4/1, 59-66.

HIPP, R. 2003. Beispiele zur Umsetzung des Geotopschutz im Kanton Thurgau, in: Hannes Geisser (Hrsg.): Beiträge zur Geologie des Kantons Thurgau, Frauenfeld, *Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft*, 59, 169-188.

HOOKE, J. M. 1994. Strategies for conserving and sustaining dynamic geomorphological sites, in: O'Halloran D. et al. (eds). *Geological and Landscape Conservation*, London, Geological Society, 191-195.

JORDAN, P. 1999. Geotopschutz – Die rechtliche Situation in der Schweiz, *Geol. Insubr.* 4/1, 55-58.

LIENERT, S. 2003 (Hrsg.). Geologie und Geotope im Kanton Schwyz, Einsiedeln, *Bericht der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 14.

LUGON, R., REYNARD, E., FUCHS, C. 2003. *Géotopes valaisans. Typologie, état des lieux et recommandations pour un projet d'inventaire*. Sion, Institut Universitaire Kurt Bösch, Mandat du Service des forêts et du paysage, Etat du Valais, 67 p. + annexes.

MARTHALER, M. 2001. *Le Cervin est-il africain ?*. Editions LEP, Le Mont-sur-Lausanne.

NAEF, H. 1999. *Geologie erleben und entdecken im Kanton Thurgau*. Frauenfeld, Amt für Raumplanung.

— 2000. *Das Geotop-Inventar im Kanton Thurgau, Kurzfassung*. Frauenfeld, Amt für Raumplanung.

OFEFP 1977–1996. *Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale*. IFP, Berne.

— 1991a. *Inventaire fédéral des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale*. Berne.

— 1991b. *Inventaire fédéral des bas-marais d'importance nationale*. Berne.

— 1991c. *Inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale*. Berne.

— 1996. *Inventaire fédéral des sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale*. Berne.

— 1999. *Marges proglaciaires et plaines alluviales alpines en tant que zones alluviales*. Rapport technique. Berne.

PANIZZA, M., PIACENTE, S. 1993. Geomorphological assets evaluation. *Zeitschr. für Geomorphologie N.F.*, Suppl. Bd., 87, 13-18.

— 2003. *Geomorfologia culturale*. Bologna, Pittagora.

REYNARD, E. 2003. Geosites, in Goudie A. (ed.): *Encyclopedia of Geomorphology*. London, Routledge, 440.

— 2004. Paysage et géomorphologie: quelques réflexions sur leurs relations réciproques, in: Droz Y., Miéville-Ott V. (eds.): *La polyphonie du paysage*. Sous presse.

SCHOENEICH, P., BUSSET-HENCHOZ, M.-C. 1998. *Les Ormonans et les Leysenouds face aux risques naturels*. Zurich, Vdf Hochschulverlag.

STRASSER, A. et al. 1995. *Géotopes et la protection des objets géologiques en Suisse: un rapport stratégique*. Fribourg, Groupe suisse pour la protection des géotopes.

STUBER, A. 1993. La géomorphologie dans les domaines de la protection de la nature et du paysage. Exemples d'applications cartographiques, in: Schoeneich P., Reynard E. (eds): *Cartographie géomorphologique – Cartographie des risques*. Lausanne. Institut de Géographie, *Travaux et Recherches* 9, 45-51.

— 1997. La protection des géotopes, la dynamique engendre la diversité in: Pro Natura (ed.): *Manuel de la protection de la nature en Suisse*. Lausanne. Delachaux et Niestlé, 83-93.

STÜRM, B., HEINZ, R., KELLER, O. et al. 2003. *Geotopinventar Kanton St.Gallen*. St-Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

