

Ensemble
tectono-volcanique

de la Chaîne des Puys
faille de Limagne

Complément d'informations
dans le cadre de la candidature sur la Liste du patrimoine mondial



Janvier 2016

Signature

au nom de l'État partie

Monsieur Philippe Lalliot, Ambassadeur de France,
Délégué permanent de la République française auprès de l'UNESCO





Sommaire

7

Introduction générale

15

Partie scientifique

Introduction de la partie scientifique. 15

Clarification des éléments tectoniques interagissant avec le volcanisme monogénique 17

Déclaration actualisée de valeur universelle exceptionnelle 49

Analyse comparative complémentaire 53

Compléments et clarifications bibliographiques 107

117

Partie gestion

Introduction de la partie gestion. 117

Chapitre 1 : Présentation générale du cadre du plan de gestion et des outils réglementaires . 121

Présentation du plan de gestion 123

Présentation des mesures réglementaires 137

Réglementation par types 147

Réglementation par menaces 159

Limites du bien et de la zone tampon 169

Chapitre 2 : Un bien naturel habité dont l'intégrité est préservée . 179

Urbanisation et moyens d'action 181

Les réalités de l'érosion 189

Gestion actuelle et fermeture programmée des carrières 203

Infrastructures du puy de Dôme 213

**Chapitre 3 : Des mesures adaptées aux enjeux de fréquentation
et de maintien de la lisibilité des formes géologiques . 219**

Tourisme et gestion de la fréquentation 221

Déplacements et stationnements 235

Maintien de la visibilité des puys et rôle du pastoralisme 243

Chapitre 4 : Un plan de gestion pleinement opérationnel et doté de moyens adéquats . 251

Capacités d'actions sur le foncier privé 253

Personnel dédié à la gestion du bien 261

Financement du plan de gestion 267

Système d'évaluation et de suivi 273



Introduction générale

La 40^e session du Comité du patrimoine mondial de l'UNESCO se réunira en juillet 2016 à Istanbul pour examiner et décider des biens susceptibles d'être inscrits sur la Liste du patrimoine mondial. La France y soumettra la candidature de l'ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys et de la faille de Limagne.

Ce dossier, présenté lors du 38^e Comité du patrimoine mondial, avait fait l'objet en juin 2014 d'une décision de renvoi (décision 38 COM 8B.11). Celle-ci invitait la France à engager **un dialogue approfondi avec l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN)** afin de résoudre les **divergences scientifiques** apparues lors de l'analyse du dossier, puis, sur cette base, à apporter un certain nombre de compléments d'informations sur la géologie du bien et sa gestion.

Conformément aux termes de la décision, afin d'éclairer leur dialogue sur le volet scientifique, la France et l'UICN se sont appuyées au cours de l'année 2015 sur une **mission d'expertise indépendante** qui s'est rendue sur le terrain en octobre. **La composition et les objectifs de cette mission ont été définis conjointement par les deux parties.**

Soulignant le **caractère remarquable** du champ monogénique pris en tant que tel, le rapport de cette mission insiste néanmoins sur la nécessité de **considérer le processus tectono-volcanique de rift – volcanisme – soulèvement dans son ensemble**. Ce processus constitue en effet un phénomène structurant à l'échelle de la Terre dont les figures géomorphologiques spécifiques telles que faille, volcans et inversions de reliefs ne sont que des expressions. Confirmant que l'ensemble tectono-volcanique Chaîne des Puys - faille de Limagne constitue pour ce phénomène une maquette, « **unique in its clearness and completeness on our planet Earth** », le rapport formule **plusieurs recommandations** quant aux éléments complémentaires à apporter au dossier initial de candidature.

Ces conclusions, l'ensemble du processus de dialogue approfondi, ainsi que les remarques formulées par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature lors de sa première évaluation, ont permis d'élaborer le présent dossier complémentaire.

Ce dossier a été formellement déposé par la France en janvier 2016 conformément au cadre général du processus de renvoi.

1 – Le cadre du renvoi : rappel des différentes étapes et documents de référence

Le dossier de candidature de l'ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys - faille de Limagne a été déposé par la France auprès de l'UNESCO en janvier 2013. L'inscription sur la Liste du patrimoine mondial était proposée au titre des critères (vii) et (viii). Conformément à son mandat d'organisation consultative, l'UICN a évalué le dossier de candidature. Après avoir procédé à sa comparaison avec d'autres sites et jugé de son intégrité, son niveau de protection et sa gestion, le rapport d'évaluation publié en mai 2014 recommandait une non-inscription du site.

Suite à la publication de ce rapport, **27 lettres de scientifiques de renommée mondiale et présidentant pour certains des instances géologiques internationales devant être associées aux évaluations des biens géologiques**, ont été reçues par le Centre du patrimoine mondial. Ces courriers regrettaient notamment une **évaluation focalisée sur le volcanisme**, phénomène auquel ne saurait se réduire le processus tectonique global qui a généré le site. Ils affirmaient également que la présence et la visibilité remarquables dans un périmètre si restreint, de tous les grands mécanismes de formation des continents (orogénèse, rifting, inversion de relief, volcanisme, soulèvement) faisaient de l'ensemble tectono-volcanique Chaîne des Puys - faille de Limagne un modèle géologique réduit exceptionnel et sans équivalent. Conformément à la procédure en vigueur, l'État partie, a également déposé une **lettre d'erreurs factuelles** concernant les inexactitudes relevées dans le rapport de l'UICN.

Le Comité du patrimoine mondial, réuni à Doha en juin 2014, a décidé de renvoyer le dossier :

- 1) Ayant examiné les documents WHC-14/38.COM/8B et WHC-14/38.COM/INF.8B2 ;
- 2) Renvoie la proposition d'inscription de l'Ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys et faille de Limagne, France, à l'État partie, afin de lui permettre de :



a) préciser les éléments tectoniques et structuraux interagissant avec le volcanisme monogénique de cette maquette géologique qui sont éminemment représentatifs des grands stades de l'histoire de la terre sur lesquels se base la valeur universelle exceptionnelle,

b) donner davantage d'informations sur la gestion de ce site en lien avec les acteurs publics et privés ;

3) Constate les profondes divergences d'interprétations scientifiques soulevées suite à l'évaluation de cette proposition d'inscription ;

4) Recommande à l'État partie et à l'UICN d'approfondir le dialogue, en lien avec les organisations spécialisées en sciences de la Terre identifiées au point C.12 de l'annexe 6 des Orientations ;

5) Demande à l'État partie d'inviter une mission pour mettre en œuvre le processus en amont proposé dans la décision 38 COM 9A pour l'évaluation de propositions d'inscription complexes .

Rappelant sa décision 37 COM 8B.15 adoptée à sa 37^e session (Phnom Penh, 2013), réitère sa demande à l'UICN de revoir et mettre à jour son étude thématique sur « Les volcans du patrimoine mondial » afin de bien articuler une courte liste convenablement équilibrée des sites volcaniques principaux subsistant et pouvant être inscrits sur la Liste du patrimoine mondial, et demande également à l'UICN de revoir son étude thématique sur les sites géologiques, « Patrimoine mondial géologique : un cadre global » (2005) pour préciser les 13 thèmes proposés, articuler le seuil de la valeur universelle exceptionnelle et clarifier la différence entre le critère (viii) du patrimoine mondial et le statut de Géoparc.

Décision 38 COM 8B.11

2 – Le dialogue approfondi entre la France et l’UICN

Conformément au point 4 et au point 5 de la décision du Comité, la France et l’UICN ont donc entamé durant l’année 2015 un dialogue approfondi ayant fait l’objet d’un document cadre partagé figurant en annexe.

Les objectifs du dialogue approfondi

Les termes de référence (TOR) de ce document cadre précisaient notamment les objectifs de ce dialogue et les moyens mis en œuvre :

« Le dialogue approfondi a pour but de chercher à **résoudre les divergences sémantiques et scientifiques** entre la proposition d’inscription et l’évaluation de l’UICN. Il doit notamment permettre à l’État partie de disposer de **bases concertées et consolidées pour fournir les compléments d’information** visés par la décision du 38^e Comité du patrimoine mondial.

Pour ce faire, il convient prioritairement de :

- ▶ **Clarifier l’objet de la proposition d’inscription, en considérant l’ensemble des composantes géologiques constitutives de la candidature**, notamment les éléments tectoniques et structuraux interagissant avec le volcanisme monogénique de cette maquette géologique tel qu’évoqué au point 2 de la décision ;
- ▶ Suite à une redéfinition clarifiée de l’objet de la proposition d’inscription, **réexaminer l’analyse comparative** fournie par l’État partie selon une approche globale, incluant toutes les dimensions du site, et définir les informations et les précisions complémentaires pouvant être apportées et qui répondraient aux conditions établies par les Orientations pour les propositions d’inscription (notamment les conditions définies pour l’analyse comparative dans le format des propositions d’inscription) ;
- ▶ **Clarifier les divergences** d’analyse apparaissant dans les différents documents de référence (voir ci-dessous), et fournir une opinion sur la façon dont ces divergences pourraient être résolues.

Afin d’accompagner et d’éclairer ce dialogue approfondi et d’atteindre les objectifs sus cités, les parties mettent en place une **mission scientifique indépendante**, associant les **organisations spécialisées en sciences de la terre**, tel que précisé au point 4 de la décision 38 COM 8b.11. (...) Au terme de cette mission, l’équipe remettra à l’État partie et à l’UICN un **rapport public**. »

La mise en place d’une mission scientifique indépendante

Conformément à ces objectifs, l’UICN et la France ont **choisi conjointement la composition de la mission scientifique constituée d’experts indépendants** « après consultation de la Division des sciences de la Terre de l’UNESCO et l’IUGS en tant qu’organisations spécialisées en sciences de la Terre identifiées au point C.12 de l’Annexe 6 des Orientations pour les biens qui ont été proposés pour leur valeur géologique (point 4 de la décision 38 COM 8b.11). »

Afin que le travail de la mission puisse constituer une synthèse complète de la situation à même d’éclairer le dialogue, l’ensemble des documents de référence listés dans le document cadre lui ont été fournis.

Cette mission, composée de MM. José Brilha (Université de Minho, Portugal), Peter Bitschene (Directeur du musée d’histoire naturelle de Gerolstein, Allemagne) et Setsuya Nakada (Université de Tokyo, Comité



Partie Nord de l'alignement volcanique vu depuis le puy de la Coquille
© M. Courty/Cd63

des Géoparcs, Japon) s'est rendue sur place en octobre 2015 et a pu rencontrer à la fois l'UICN, l'État partie, l'équipe technique et les principaux scientifiques qui ont supervisé la candidature afin d'appréhender le bien et les divergences de vue des parties.

Elle a rendu son rapport public fin novembre 2015. Ce rapport a fait l'objet d'une **réunion commune** entre la France et l'UICN en décembre 2016 qui a conclu **que celui-ci remplissait les objectifs définis préalablement** et n'appelait pas de question ou précision particulière.

3 – Conclusions et recommandations de la mission scientifique indépendante

Le rapport de mission complet figure en annexe. Son résumé analytique livre les conclusions suivantes :

"The Independent Team Mission (ITM) has read the dossiers and additional new information such as international publications and 27 supporting letters from the international scientific community. The new publications and the supporting letters claim the outstanding importance of the Chaîne des Puys for understanding volcano-tectonic processes and morphologies in monogenetic volcanic fields. This heralds the return of the outstanding scientific position of Chaîne des Puys held in the 18th and 19th centuries.

The ITM has clearly seen the following aspects in the field:

- a) **Parallel alignment** of the main fault scarp of the Limagne graben with the chain of the Chaîne des Puys volcanoes;
- b) **Diversity of volcanic types** such as tuff-rings, scoria and cinder cones, lava domes, spines, lava flows, and dykes.

The ITM has **highly appreciated** the geoeducational and geotouristic facilities at Vulcania and Lemptegy open-air volcano. The University Blaise Pascal in Clermont-Ferrand with its "Laboratory of Magmas and Volcanoes" underlines the **outstanding geoeducational and scientific importance of the property**.

The ITM has also noted that **public accessibility** to prominent volcanic and tectonic features is given and that trails have signage, panels, and infrastructure necessary for **sustainable geotouristic activities**. It is also stated that the "Chaîne des Puys - Limagne Fault" proposal is unconditionally supported by the top politicians as well as by the actual **nature protection regulations, and management and inhabitants of the proposed property**.

In total, and in comparison with other monogenetic volcanic fields and related tectonic environments, the ITM comes to the conclusion that the "Tectono-Volcanic Ensemble of the Chaîne des Puys and Limagne Fault, France" is a **scale model** for clearly displaying the **interdependence of "lifting, rifting, and subsequent volcanism"** as advocated ever since Desmairest, von Buch, Cloos, and Nakamura. It is the ensemble of volcanoes and tectonic structures and landscapes that make it such a scale model and **unique in its clearness and completeness on our planet Earth.**"

La mission recommande en conclusion à l'État partie de :

"1. State clearly that Chaîne des Puys - Limagne Fault is an ensemble of a) **aligned volcanoes** with a wide variety of volcanic edifices, products and chemical compositions; b) large scale and small scale **tectonic features** composed of faults leading to the prominent graben-horst structure and related to intracontinental rifting in the backyard of the Alpine orogeny; c) **inverted landscapes** with prominent lava plateaus and volcanic domes.

2. Justify the property as a scale model for **"lifting – rifting – volcanism"**, a global, holistic concept starting in Central Europe in the Chaîne des Puys in the 19th Century, and further developed by Cloos (1939: *Hebung – Spaltung – Vulkanismus. Geol. Rdschau*, 30/4: 401 – 527), and Fuchs et al. (eds. 1983: *Plateau Uplift – The Rhenish Shield – A Case History*; see also Nakamura, 1978). The relevance of being a scale model for this holistic approach is explained, but **not clearly stated in the application**. Note: The aspect of lifting is not yet explored enough. Further scientific work such as fission-track dating in order to elucidate the timing and temperature realm of the Chaîne des Puys basement uplifting should be done in the future (**not on the scope of this complementary information package**).

3. State clearly the **importance of the scientific and geo-educational facilities** such as Lemptegy, Vulcania, and the Laboratory for Magmas and Volcanoes.

4. Describe the geotouristic assets such as the railway to the Puy de Dome and trails back, eco-lodging with regional food and wine. In addition, give relevant visitor numbers (three years, as for 2012–2014) of the landmark facilities such as Puy de Dome, Vulcania, and Lemptegy. It makes a difference if 100.000 visitors or more go and see the property or if only a few thousands may eventually come!

5. Describe the **top-down management plan** and the **bottom up discussion** processes before decisions are made.

6. Emphasize the **short-comings of the UICN evaluation**, i.e. **restricted scope of comparative analysis** valid only to volcanism."

4 – Présentation du contenu des éléments complémentaires

Conformément au point 2 de la décision de renvoi de Doha, le présent dossier apporte des éléments complémentaires visant à :

- a) *préciser les éléments tectoniques et structuraux interagissant avec le volcanisme monogénique de cette maquette géologique qui sont éminemment représentatifs des grands stades de l'histoire de la Terre sur lesquels se base la valeur universelle exceptionnelle ;*
- b) *donner davantage d'informations sur la gestion de ce site en lien avec les acteurs publics et privés.*

Les éléments relatifs à la valeur géologique du bien

Les éléments complémentaires relatifs à la valeur géologique du bien ont été constitués en **suivant scrupuleusement les recommandations** de la mission d'octobre 2015 et les objectifs du dialogue approfondi :

- ▶ Tout d'abord, ils clarifient les liens tectono-volcaniques du site et la valeur exceptionnelle afférente. En effet, comme souligné par la mission, il apparaît aujourd'hui qu'il y a eu une **incompréhension fondamentale sur la nature du bien** : la composante volcanique ne constitue pas le principal attribut du bien comme cela ressortait du rapport d'évaluation de l'UICN de mai 2014. Contenant trois structures géomorphologiques (faille, alignement volcanique, inversion de relief) intimement liées, le bien doit donc être appréhendé comme un modèle réduit du phénomène géologique global de rift – volcanisme – soulèvement.
- ▶ Dans une seconde partie, s'appuyant sur cette clarification de la nature du bien, **l'analyse comparative** a été **complétée et révisée selon une approche globale et semi-quantitative**. Elle vient confirmer la valeur universelle exceptionnelle du site et intègre notamment dans la comparaison l'ensemble des sites identifiés par l'UICN dans son rapport 2014. Cette nouvelle analyse comparative a fait l'objet d'une **validation par des scientifiques de renommée internationale et des organisations géologiques de référence**.
- ▶ Enfin, une troisième partie est consacrée à des précisions et compléments bibliographiques, visant à confirmer l'importance bibliographique des premières sources citées dans le dossier de candidature et à fournir des références additionnelles issues de **publications internationales récentes**.

L'ensemble de ces éléments permet de mieux appréhender et définir la valeur universelle exceptionnelle du bien et démontre sa réelle représentativité au niveau international.

Les éléments relatifs à la gestion

Tout en soulignant que « *le plan de gestion du bien est adéquat du point de vue de l'utilisation multiple du paysage, traite toutes les menaces et propose des mesures d'atténuation* », le rapport de l'UICN pointe un certain nombre de problématiques concernant la gestion du site et son intégrité.

Afin de définir les éléments complémentaires pertinents à apporter, l'État partie s'est appuyé sur une relecture fine de ce rapport, ce qui lui a permis d'identifier l'ensemble des problématiques soulevées qui se répartissent entre :

- ▶ Un questionnement quant à la **place des activités humaines** sur le site et leur **compatibilité** avec ses valeurs naturelles et son intégrité ;
- ▶ Des **attentes supplémentaires** concernant les réponses apportées en matière de connaissance et gestion de la **fréquentation touristique** et de **lisibilité des formes géologiques** ;
- ▶ Des doutes quant à l'**effectivité des protections et des mesures de gestion**.

Pour chacun de ces sujets, le dossier complémentaire apporte des **réponses, informations et engagements nouveaux**, précise certaines spécificités techniques ayant pu faire l'objet d'incompréhension et expose les **actions menées depuis 2013** et les objectifs des gestionnaires. Afin de répondre de manière exhaustive, ces problématiques ont fait l'objet de fiches spécifiques qui ont été regroupées en quatre grands chapitres.

Le **premier chapitre** présente le fonctionnement général du plan de gestion, les protections nationales dont le bien fait l'objet et la logique de sa délimitation.

Le **deuxième chapitre** démontre que le bien est faiblement habité et que l'intégrité des attributs constitutifs de sa valeur universelle exceptionnelle est préservée.

Le **troisième chapitre** revient sur les mesures prises afin de répondre aux enjeux liés à la fréquentation et au maintien de la lisibilité des formes géologiques.

Enfin, le **dernier chapitre** est consacré à l'effectivité de ce système de protection et de gestion, à travers les moyens tant humains que financiers qui y sont dédiés, sa pleine application sur les propriétés publiques comme privées, et les mesures d'évaluation et de révision.

Une zone tampon qui épouse la logique géomorphologique du bien, permet d'en préserver les principaux points de vue
© G. Fayet

Introduction à la partie scientifique

Les éléments complémentaires relatifs à la valeur géologique du bien sont le résultat de l'ensemble du processus de dialogue approfondi mené entre la France et l'UICN, et notamment de la mission technique indépendante mise en place dans ce cadre. Ce processus, ses objectifs ainsi que les principales conclusions de la mission sont décrits dans l'introduction générale (partie C). Le document cadre (*Terms of reference*), qui a permis une définition conjointe des objectifs et du déroulé du dialogue approfondi, ainsi que le rapport de mission complet, sont fournis en annexes.

Ces éléments ont été constitués en suivant scrupuleusement les recommandations de la mission d'octobre 2015 et les objectifs du dialogue approfondi. Ils prennent en compte l'ensemble des documents de référence sur lesquels s'est appuyé ce dialogue (évaluation technique de l'UICN, courriers scientifiques, lettre d'erreurs factuelles et sa réponse, décision de renvoi, étude thématique de l'UICN et orientations devant guider la convention du patrimoine mondial).

1 – La clarification des liens tectono-volcaniques et de la valeur universelle exceptionnelle afférente

De par leur histoire géologique, les sols présents sur le bien sont très différenciés. Ils présentent donc une sensibilité très différente à l'érosion :

Alignement et coulées volcaniques

Comme souligné par la mission d'octobre 2015, il apparaît aujourd'hui qu'il y a bien eu une incompréhension sur la nature du bien, la composante volcanique ne constituant pas le principal attribut du bien.

Cette fiche précise les relations tectono-volcaniques et leur transcription géomorphique à travers les différents attributs de ce modèle réduit tels qu'identifiés dans le dossier de candidature et confirmés par la mission 2015, à savoir :

- ▶ La faille tectonique associée au rift Ouest européen et l'orogénèse des Alpes ;
- ▶ Les reliefs inversés par l'érosion, dont la Montagne de la Serre est le plus spectaculaire ;
- ▶ Les volcans monogéniques alignés avec leur large spectre d'édifices et de coulées associées.

Ces explications complémentaires reposent sur des références bibliographiques nouvelles permettant de comprendre que tous ces attributs tectono-volcaniques **sont intrinsèquement liés et forment ainsi un modèle global dont chacun des éléments est indissociable**. Le bien doit donc être appréhendé comme un **modèle réduit du phénomène géologique global de « rift – volcanisme – soulèvement »** comme souligné par la mission d'octobre 2015 et précisé dans la déclaration de VUE, actualisée suivant ces mêmes recommandations.

2 – Analyse comparative semi-quantitative complétée

Une fois clarifiée la nature du bien, l'analyse comparative a été complétée et révisée selon une approche globale. Elle vient vérifier la VUE qui en découle en intégrant notamment dans la comparaison l'ensemble des sites identifiés par l'UICN dans son rapport 2014.

Conformément aux recommandations de la mission, cette analyse porte sur le processus global de « *rifting* - volcanisme - soulèvement » en identifiant ce qui constitue les éléments caractéristiques d'un tel processus et en analysant comment chacun d'entre eux est visible et représenté sur les sites pris pour comparaison.

Elle démontre ainsi que l'ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys - faille de Limagne, par la lisibilité, la compacité, la complétude et la relation visible de tous ses attributs géologiques constitue un site exceptionnellement représentatif des grands stades de l'histoire de la Terre. La parfaite représentation de la séquence « *rifting* - volcanisme - soulèvement » en fait notamment un archétype de rift continental passif lié à la formation des montagnes, un des quatre types majeurs de rifts existants sur terre.

Compte-tenu de la valeur intrinsèque de certains attributs (champ de volcans monogéniques et relief inversé) soulignée par les conclusions de la mission d'octobre 2015, cette nouvelle analyse comprend également des focus particuliers par catégories. Elle confirme aussi l'intérêt international du site pour ces deux éléments pris isolément et qui renforcent la valeur globale du site.

Cette nouvelle analyse comparative a fait l'objet d'une validation par des scientifiques de renommée internationale. Elle s'appuie sur une approche permettant de graduer les indicateurs de comparaison pour chacun des attributs de la maquette de géologie structurale (faille, volcanisme et inversion de relief), et pour l'ensemble ainsi formé. Ses conclusions viennent préciser et renforcer celles du dossier de candidature initial.

3 – Précisions et compléments bibliographiques

Enfin, à l'appui des éléments de clarification scientifique, une actualisation des références bibliographiques vise d'une part à resituer, dans leur contexte international, les sources initialement citées et d'en préciser l'importance nonobstant leur langue de publication ; et d'autre part à fournir des références additionnelles issues de publications internationales parues depuis 2013, soit après le dépôt du dossier de candidature.

Toutes ces références, ajoutées à celles des membres du comité scientifique qui a accompagné et défendu cette candidature, attestent de l'indéniable renommée internationale du site sur le plan géologique.

Clarification des éléments
tectoniques
interagissant avec le
volcanisme
monogénique



Extraits de la décision 38 COM 8B.11

Dans sa décision 38 COM 8B.11, le Comité du patrimoine mondial qui s'est tenu en juin 2014 à Doha a décidé de renvoyer « la proposition d'inscription de l'Ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys et faille de Limagne, France, à l'État partie, afin de lui permettre de [...] : **préciser les éléments tectoniques et structuraux interagissant avec le volcanisme monogénique de cette maquette géologique** qui sont éminemment représentatifs des grands stades de l'histoire de la terre sur lesquels se base la valeur universelle exceptionnelle [...] »



Extraits du rapport de la mission technique indépendante

Suivant les autres attendus du Comité du patrimoine mondial (38 COM 8B.11), notamment ceux « d'approfondir le dialogue » et « d'inviter une mission », une expertise technique indépendante a été mise en place en octobre 2015 en pleine coopération et collaboration avec l'UICN. Comme souligné dans le rapport publié par cette mission technique indépendante (MTI) en novembre 2015, le contexte de cette mission était le suivant :

"The IUCN report concluded that this property did not meet criterion (viii), and that the nominated property does not compare favorably with other properties on the World Heritage List nor with several other areas, which are not inscribed. However, there were huge diversities between the application and the evaluation by the IUCN, as claimed in all supporting letters submitted to the director of UNESCO World Heritage Centre in May and June 2015. That is;

- ① *the IUCN evaluation basing only on volcanological aspects of the proposed property, without paying sufficient attention to the ensemble of the tectonics and volcanism in the application dossier. The IUCN report itself mentioned that "the comparative analysis in the nomination is focused almost exclusively on the volcanic features of the site".*
- ② *Scientific papers written in French may have been under-evaluated as supporting the international importance in the report.*
- ③ *References on monogenetic volcanic fields largely rely too much on the monograph not inclusively summarized by the IAVCEI new commission in the report. Rather, not effective comparison of this nomination with other volcanoes may have not been done by the IUCN report to diminish the characteristics of the nominated property.*
- ④ *Furthermore, substantial results from the educational activity using the volcano quarries in the nominated property were not considered important in the IUCN report.*

Review works in the IUCN team seems to have failed understanding the scientific significance of the dossier prepared by the proponent. This ITM should try filling these gaps for better understanding of the both sides." (pages 3-4, paragraph 2)



Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ L'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne donne à voir et à comprendre les premiers stades de la séparation des continents, avant l'ouverture d'un océan.
- ▶ Le site présente la séquence complète d'un rift passif lié à la formation de montagnes à travers une collection aussi complète que compacte de structures reflétant l'extension, la sédimentation, le volcanisme, le soulèvement et l'érosion.
- ▶ Les clarifications et éléments additionnels de ce dossier s'appuient notamment sur de nouveaux travaux scientifiques internationaux parus depuis 2013.
- ▶ La littérature scientifique moderne atteste du lien structural entre les alignements volcaniques et tectoniques, lien structural qui se reflète incontestablement dans la topographie de l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne.
- ▶ La tectonique des plaques est fondamentalement contrôlée par le lien indissociable entre tectonique et volcanisme, lien essentiel dans la compréhension des mécanismes terrestres.
- ▶ En plus des structures majeures, des éléments géomorphologiques dynamiques tels que les inversions de relief, permettent de retracer sur le terrain la succession des événements géologiques et de prendre la mesure de la mutation des masses paysagères à travers le temps.
- ▶ Véritable cas d'école de l'érosion différentielle des roches et des grandes mutations topographiques, la Montagne de la Serre est le relief inversé qui compte le plus de publications scientifiques à son actif.
- ▶ Ultime expression de cette séquence géologique, le champ de volcans monogéniques de la Chaîne des Puys se distingue au niveau international par sa relation génétique si évidente avec la tectonique de Limagne.
- ▶ Du point de vue volcanique, tous les types d'édifices et leurs déclinaisons spécifiques sont superbement présentés, tel un musée à ciel ouvert dont la scénographie naturelle conjuguerait alignement, densité, diversité et visibilité.
- ▶ Les volcans monogéniques sont les plus nombreux sur Terre et en tant que tels, constituent une catégorie significative et un objet majeur de recherche. À l'heure actuelle, il n'existe pas de champs de volcans monogéniques inscrits sur la Liste du patrimoine mondial pour leurs caractéristiques propres.
- ▶ Aucun État-partie n'a proposé d'inscrire un site qui illustre de manière globale les processus tectoniques, volcaniques et géomorphologiques à l'œuvre lors des premiers stades de la séparation des continents.

Commentaires/description

À travers la succession de processus géologiques majeurs, rassemblés dans un espace circonscrit, l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne expose de manière unique, les **premiers stades de séparation des continents** tels qu'identifiés par **Tuzo Wilson dans son cycle universellement reconnu d'ouverture et de fermeture des océans**. Une telle combinaison, aussi complète que didactique, n'est aussi bien observée ailleurs sur Terre. Cela tient aux **éléments structuraux et morphologiques** qui seront précisés dans cette partie, à savoir :

- ▶ **L'indissociable relation** qui lie rifts et volcans ;
- ▶ **L'interaction particulière** entre tectonique, érosion, volcanisme et soulèvement qui transparaît remarquablement dans les attributs de la Chaîne des Puys - faille de Limagne.

Ces attributs, présentés dans le dossier de candidature initial, sont reprécisés dans ce document additionnel :

- ▶ Une faille clairement exposée par le soulèvement de rift dans son ensemble (graben de Limagne et plateau des Dômes) ;
- ▶ Un relief inversé lié à la tectonique, au volcanisme et à l'érosion (Montagne de la Serre) ;
- ▶ Un alignement compact et diversifié de volcans monogéniques (Chaîne des Puys et coulées associées).

Le lien entre la tectonique et le volcanisme est détaillé aux pages 148 à 167 du dossier de candidature. Cela sert de socle au dossier complémentaire, qui fournit des **éléments nouveaux et additionnels** visant à clarifier « les éléments tectoniques et structuraux interagissant avec le volcanisme monogénique de cette maquette géologique ».

Ces compléments répondent à la décision 38 COM B.11 autant qu'aux recommandations de la mission d'octobre 2015 :

"The Independent Technical Mission suggest the following aspects to be further elaborated by the proponents and delivered in a complementary information package:

① *State clearly that Chaîne des Puys - Limagne Fault is an ensemble of a) aligned volcanoes with a wide variety of volcanic edifices, products and chemical compositions; b) large scale and small scale tectonic features composed of faults leading to the prominent graben-horst structure and related to intracontinental rifting in the backyard of the Alpine orogeny; c) inverted landscapes with prominent lava plateaus and volcanic domes.*

② *Justify the property as a scale model for "lifting – rifting – volcanism", a global, holistic concept starting in Central Europe in the Chaîne des Puys in the 19th Century, and further developed by Cloos (1939: Hebung – Spaltung – Vulkanismus. Geol. Rdschau, 30/4: 401 – 527), and Fuchs et al. (eds. 1983: Plateau Uplift – The Rhenish Shield – A Case History; see also Nakamura, 1978). The relevance of being a scale model for this holistic approach is explained, but not clearly stated in the application. Note: The aspect of lifting is not yet explored enough. Further scientific work such as fission-track dating in order to elucidate the timing and temperature realm of the Chaîne des Puys basement uplifting should be done in the future (not on the scope of this complementary information package).[...]"*

Pour ce faire, le rapport **puise dans la recherche scientifique internationale récente** qui fournit de nouveaux éléments (publications postérieures à la soumission du dossier de candidature en janvier 2013).

Il est à noter que les autres recommandations de la mission d'octobre 2015, ainsi que les réponses aux observations de l'UICN (rapport d'évaluation 2014 et réponses aux erreurs factuelles) seront traitées dans d'autres parties de ce document additionnel (Cf. analyse comparative, clarifications bibliographiques et compléments d'information sur la gestion du bien).

La relation génétique qui lie rift et volcans.

1 – Typologie des rifts et processus associés

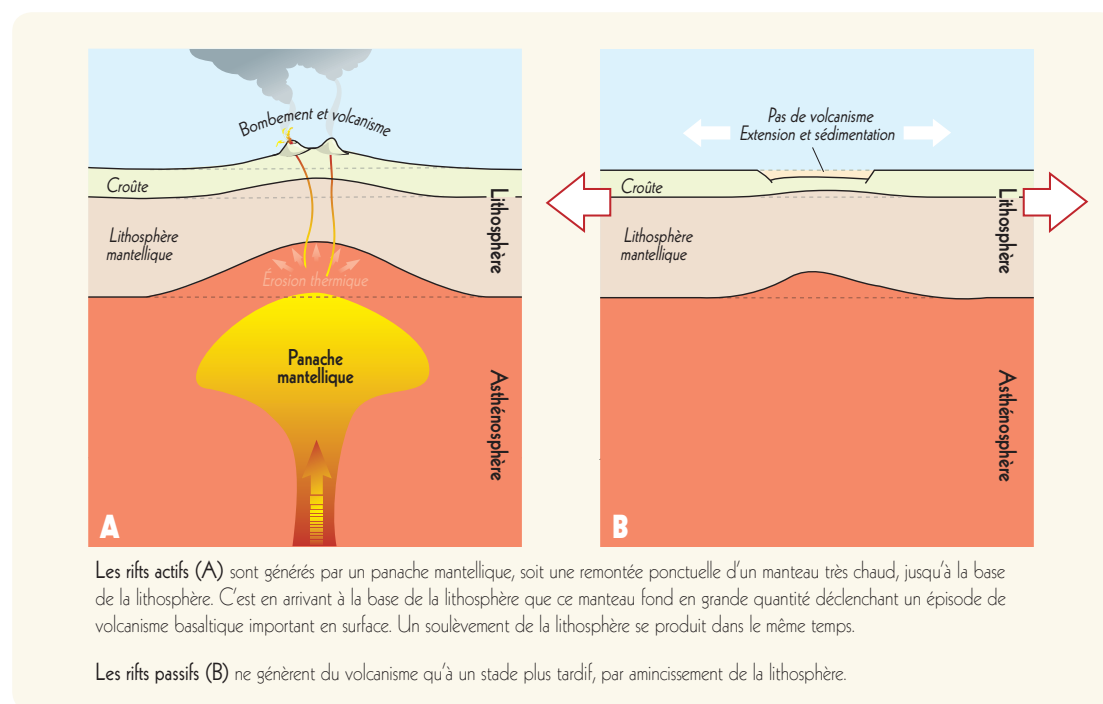
La tectonique des plaques, actuelle et passée, est **fondamentalement contrôlée par le lien indissociable entre tectonique et volcanisme**, lien essentiel dans la **compréhension des mécanismes terrestres**. Cette relation s'observe clairement dans les volcans associés aux points chauds, dans les arcs volcaniques des zones de subduction et dans les volcans rattachés aux rifts.

C'est la raison pour laquelle les interactions tectono-volcaniques sont **un des principaux aspects de la géologie** et ne peuvent être artificiellement séparées pour répondre à des catégories prédéfinies dans le cadre d'une inscription au patrimoine mondial. Au contraire, tectonique et volcanisme se combinent naturellement et sont, ensemble, de valeur universelle. Démontrer ce lien permet enfin de renforcer la compréhension générale des processus géologiques majeurs.

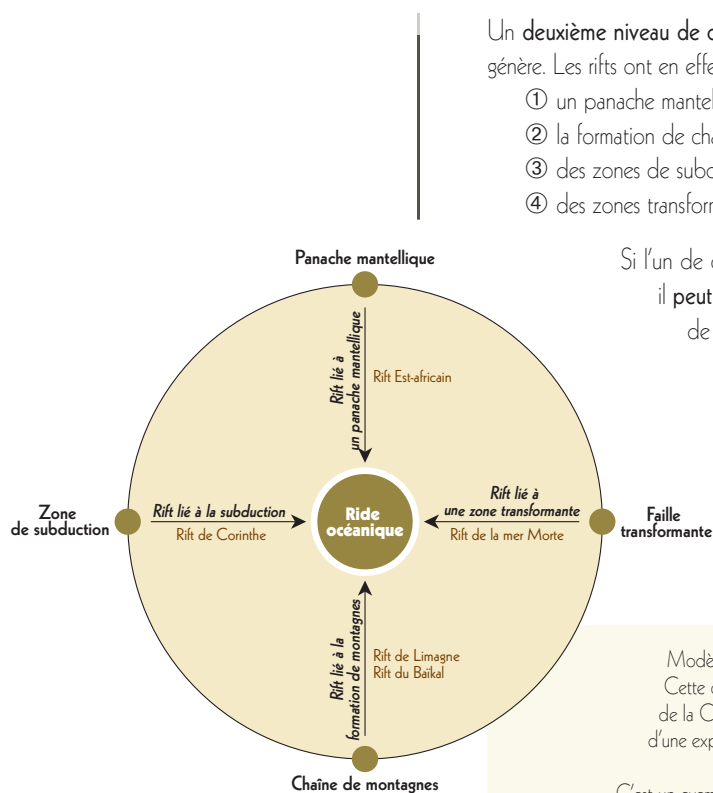
Les rifts sont l'expression morphologique de l'extension là où les **épaisses plaques tectoniques lithosphériques se séparent**. Les différents rifts **se classent d'abord selon le volcanisme associé**.

En effet, rifts actifs et passifs sont le tout premier niveau de classification. Un **rift actif débute avec le soulèvement et le volcanisme**, quand un **point chaud** amincit la lithosphère qui commence alors à se fracturer. Cela correspond à une séquence spécifique : **soulèvement et volcanisme suivi par la formation d'un graben et sa sédimentation**.

Par contraste, **les rifts passifs débutent avec la fracturation** résultant de l'étirement de la lithosphère et de son amincissement. Seulement **plus tard, du volcanisme se développe et, parfois, du soulèvement**. Cela correspond à une autre séquence : **formation du graben et sédimentation, suivie par du volcanisme et, éventuellement, du soulèvement**.



Mécanisme de formation d'un rift actif et d'un rift passif
© Cd63 d'après Michon et Merle, 2001.



Modèle simplifié de classification des rifts
© Cd63 d'après O. Merle, 2011.

Un **deuxième niveau de classification** distingue **quatre types de rifts** selon le **contexte tectonique** qui les génère. Les rifts ont en effet quatre grandes origines :

- ① un panache mantellique (point chaud) ;
- ② la formation de chaînes de montagnes par collision ;
- ③ des zones de subduction ;
- ④ des zones transformantes.

Si l'un de ces quatre types de rift continental poursuit complètement son développement, il peut finalement se scinder et évoluer en formant une **ride océanique**. C'est le stade de l'océanisation

Le rift Ouest européen, qui comprend le bien proposé, est le **résultat de la collision alpine** (Eocène-Oligocène), soit un rift lié à la formation de montagnes. En rassemblant tous les éléments d'un rift passif et les premiers stades d'un rift actif, l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne exprime la **séquence complète de « rifting, volcanisme, soulèvement »**, justifiant l'approche « holistique » du bien requise par la mission d'octobre 2015 (page 8, point 2).

Modèle simplifié de classification des rifts (O. Merle, 2011).
Cette classification a été développée en lien avec le projet d'inscription de la Chaîne des Puys - faille de Limagne qui a mis en lumière le besoin d'une explication simple de la nature des rifts.

C'est un exemple des effets induits des processus de patrimonialisation sur la recherche scientifique.

La figure montre les quatre types majeurs de rifts qui se produisent, les **rifs liés** :

- ▶ à la **formation des montagnes** (Cf. le rift Ouest européen, le Baikal) ;
- ▶ à un **panache mantellique** (Cf. le rift Est africain) ;
- ▶ à une **zone de subduction** (Cf. rift de Corinthe, la dépression du Nicaragua, le Rio Grande) ;
- ▶ à une **zone transformante** (Cf. la mer morte, Death Valley).

2 – Le cas spécifique de l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne

La relation tectono-volcanique est pleinement exprimée par l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne. Le site présente **tant dans ses structures que dans ses reliefs**, le couplage entre un rift continental passif lié à la formation de montagnes et le volcanisme contrôlé par ce rift. Le bien proposé illustre **les effets conjugués de processus géologiques majeurs sur l'évolution du paysage**, tel un **véritable modèle réduit de géologie structurale**.

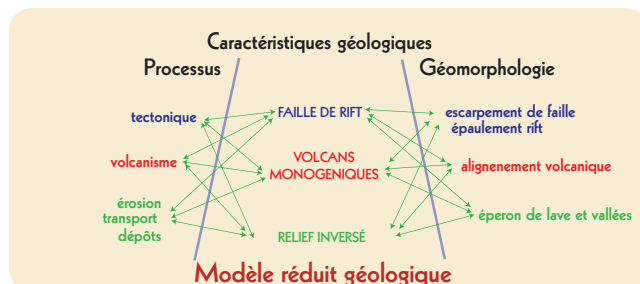


Diagramme illustrant les liens entre tectonique, érosion et volcanisme dans l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne, distinguant processus majeurs, attributs géologiques et expressions géomorphologiques.

L'interconnexion des grandes structures, leur groupement spatial et leur parfaite visibilité concourent à en faire un modèle géologique particulièrement didactique.

Liens entre tectonique, érosion et volcanisme dans l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne
© Cd63 d'après B. van Wyk de Vries, 2016

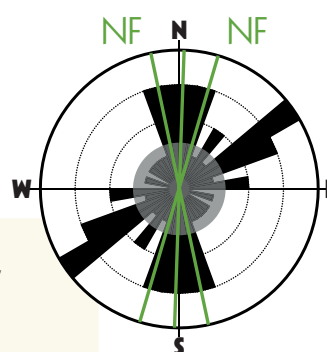
Tel que détaillé dans le dossier de candidature (pages 209 à 220), le site fut **reconnu d'intérêt scientifique majeur** dès les **XVIII^e et XIX^e siècles**, avec les premiers débats géologiques soulevés par Guettard (1752), Desmarest (1780), Dolomieu (1788), Von Buch (1802, 1819), Scrope (1827, 1858), Lyell (1830, 1857), Lecoq (1867) et Bonney (1899). La recherche continua **au XX^e siècle** avec plusieurs auteurs tels que Brunhes (1905), Glangeaud (1910), Davis (1912), Williams et McBirney (1957), Scarth (1966, 1967), Froidevaux (1974), Camus et al (1977). Au **XXI^e siècle**, le site continue de stimuler la communauté scientifique internationale du fait de sa complétude, de sa compacité et de sa spécificité, **attirant notamment les principaux groupes de chercheurs en tectonique**.

La recherche moderne sur les plaques tectoniques se concentre sur l'interaction entre fracturation et magmatisme durant le développement des rifts (Merle and Michon 2001, Merle 2011). Il est maintenant acquis que ces deux processus sont des **agents fondamentaux de la séparation des continents** et la littérature scientifique abonde sur ce sujet (Wright et al. 2012)¹. La Chaîne des Puys - faille de Limagne est **utilisée comme exemple-type dans ces publications** : Le Corvec et al.² (2013) ; Martel et al (2013)³; Maccaferri et al (2014)⁴ ; Scherjott et al (EGU, présentation, 2015) ; Rivalta et al. (2015)⁵.

À un niveau fondamental, Le Corvec et al. (2013) ont démontré que le **parallélisme frappant entre l'alignement volcanique et la faille tectonique, clairement exprimé dans la topographie du site, n'était pas une coïncidence**. La relation structurelle est vérifiée par leur **analyse statistique** poussée sur une sélection mondiale de champs volcaniques, essentiellement monogéniques mais comprenant également quelques volcans boudiers et stratovolcans (El Pinacate, Jeju et Etna), afin d'**évaluer leur relation à la tectonique**.

Ils l'ont fait en identifiant les alignements volcaniques par **recherche statistique automatisée**, évitant ainsi les contestations liées à une interprétation « humaine ». Cela consiste à comparer la distance entre les volcans et leur orientation. Ces alignements identifiés, ils les comparent ensuite avec la direction des failles (soit les orientations tectoniques) des champs retenus. Cette combinaison démontre sans erreur possible, **les champs volcaniques qui possèdent la plus forte relation à la tectonique**.

La relation tectono-volcanique éclairée par l'**analyse des linéaments** (Le Corvec et al. 2013). La figure en forme de rose du diagramme illustre l'orientation des volcans de la Chaîne des Puys, Nord-Sud et Sud-Ouest/Nord-Est, et leur positionnement par rapport aux failles normales. Il montre la **très forte corrélation entre les structures tectoniques et l'alignement volcanique**. (NF = Normal Fault).



Analyse de l'orientation de l'alignement volcanique dans la Chaîne des Puys en fonction des linéaments de Limagne
© Cd63 d'après Le Corvec, 2013

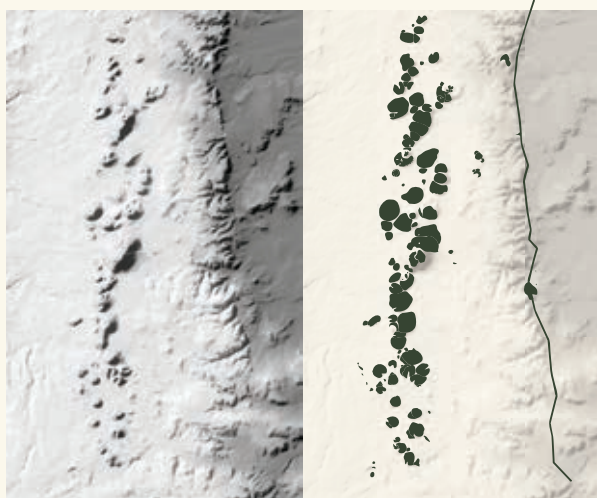
1 - Wright et al. 2012, *Geophysical Constraints on the dynamics of spreading Centres from Rifting Episodes on Land*, Nature Geosciences 5:242-250

2 - Le Corvec N, Spörl KB, Rowland J, Lindsay, *Spatial distribution and alignments of volcanic centers: clues to the formation of monogenetic volcanic fields*, Earth-Science Reviews 124: 96–114, 2013

3 - Martel, C. et al., *Trachyte phase relations and implications for magma storage conditions in the Chaîne des Puys (French Massif Central)*, Journal of Petrology 54, 1071–1107, 2013

4 - Maccaferri, F., E. Rivalta, D. Keir, and V. Acocella, *Off-rift volcanism in rift zones determined by crustal unloading*, Nature Geosciences, 7(4), 297–300, 2014

5 - Rivalta et al, Maccaferri, F., V. Acocella, and E. Rivalta (2015), *How the differential load induced by normal fault scarps controls the distribution of monogenetic volcanism*, Geophysical Research Letters, 42, doi:10.1002/ 015GL065638, 2015



Au-delà de l'analyse des structures, qui se dessinent clairement sur le modèle numérique de terrain, la relation tectono-volcanique transparait superbement dans le paysage, la rendant aisément perceptible par le grand public. Cette relation se vérifie et s'apprécie donc à tous les niveaux d'analyse et de perception.

Modèle numérique de terrain
du double alignement
tectono-volcanique
© E. Langlois/Ceramac

Ce parallélisme est expliqué par Maccaferri et al comme ressortant de la relation génétique entre rift et volcans. Leur article publié dans *Nature* a pour constat que **les volcans apparaissent soit dans le rift, soit à ses marges** (Maccaferri et al. 2014).

Ils notent le consensus scientifique quant au fait que la conjonction de failles et de volcans est une propriété fondamentale des rifts, propre à leur formation et leur histoire. Ils poursuivent en faisant référence à **trois exemples de premier ordre d'alignements de volcans sur des épaulements de rift** : la faille de Limagne, le rift du Baikal et la dépression éthiopienne. Maccaferri et al. (2014) soulignent spécifiquement parmi ces exemples, la particularité de l'alignement des volcans monogéniques de la Chaîne des Puys avec la faille de Limagne, du fait de :

- ▶ Leur **exceptionnelle proximité**, là où les volcans du Baikal sont très éloignés de l'escarpement rendant impossible leur **perception conjointe** ;
- ▶ Leur **parallélisme** : le rift éthiopien est très étagé là où il côtoie les volcans, ce qui ne confère pas la même clarté d'expression au **double alignement** ;
- ▶ Leur **compacité** qui concentre les éléments et présente on ne peut plus clairement leur **interaction topographique**.



Vue aérienne de la faille de Limagne, alignement volcanique parallèle en surplomb
© J.Way/Cd63

Maccaferri et al. 2014 relèvent qu'il y a des théories concurrentes sur les forces qui pousseraient les volcans à s'aligner le long des marges de rifts, à savoir :

- ① Le magma remontant le long des principales failles ;
- ② Le magma stocké sous les marges du rift ;
- ③ Les contraintes tectoniques face à celles du poids topographique.

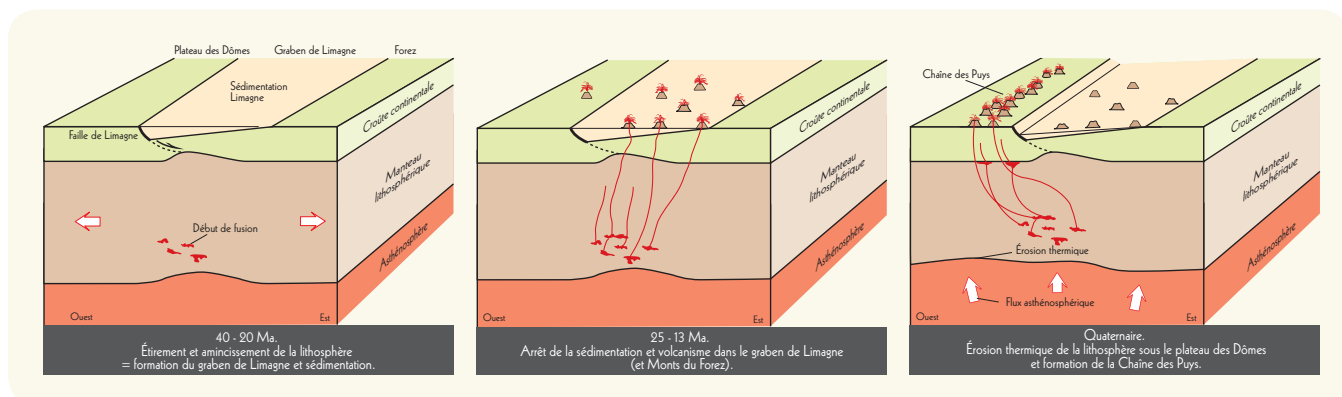
Ils proposent un modèle pour expliquer que sous un rift qui se scinde rapidement, **les volcans vont se concentrer en son cœur**. Cela est dû au fait que les forces d'extension génèrent des dykes de magma, lequel remonte verticalement. Cependant, lorsque les marges du rift s'élèvent, les forces alors créées par la **topographie commencent à jouer** et le magma se canalise sur les côtés, vers ces mêmes marges.

Une explication relative à la seconde cause (le magma stocké sous les marges du rift), a été mise en avant par Martel et al (2013), pour justifier le couplage entre la faille de Limagne et la Chaîne des Puys. Ces auteurs évoquent l'arrivée de magma du manteau sous la Chaîne des Puys, et sa stagnation sous le bloc soulevé à l'Ouest de la faille de Limagne (horst). Ils suggèrent ensuite son ascension dans les roches fracturées de la croûte, et sa stagnation à 10-12 km en-dessous de la surface, générant des **magmas plus évolués** du fait de leur stockage entraînant un **mélange et leur cristallisation fractionnée**.

Sur la base des travaux de Maccaferri et des informations déjà fournies dans le dossier de candidature, un scénario peut être proposé pour la Chaîne des Puys - faille de Limagne : **le volcanisme s'y est produit après que le processus de rift soit quasiment achevé**, c'est pourquoi il n'y avait pas de concentration initiale de volcans dans le rift.

En effet, lorsque le tout premier volcanisme a débuté à l'Oligocène puis au Miocène (25-12 Ma), le graben était rempli de sédiments, donc la topographie de la faille était basse et les forces tectoniques faibles. Par conséquent, ce premier épisode volcanique s'est déroulé sur une vaste zone du bassin de Limagne, avec une très faible concentration des édifices et peu de laves différenciées (274 cônes étalés sur environ 3 600 km²).

Mais quand le **soulèvement** a commencé, que les sédiments du rift se sont progressivement érodés et que l'escarpement a grandi, les **forces topographiques se sont accentuées et concentrées sur la faille, canalisant les magmas sous l'épaulement de rift**. Ceux-ci sont remontés à la surface par le jeu d'**anciennes failles réactivées dans le socle hercynien**, cette conjonction entraînant l'alignement prononcé du volcanisme pour former la Chaîne des Puys.



Migration progressive du volcanisme associé au rift de Limagne : du cœur du graben (Tertiaire) vers l'épaulement de rift (Quaternaire) © d'après B. van Wyk de Vries

C'est la théorie la plus récente pour expliquer la formation de la faille de Limagne et de la Chaîne des Puys, dans le cadre d'une discussion plus large de la communauté scientifique internationale concernant la dérive des continents, que conduisent notamment les groupes de Merle and Michon (2001), Martel et al (2013) et Maccaferri et al (2014). La Chaîne des Puys - faille de Limagne s'inscrit dans ce contexte en montrant les premières étapes de la séparation d'un continent par la formation d'un rift. Plus récemment, Rivalta et al. (2015)⁶ ont utilisé le cas Chaîne des Puys - faille de Limagne pour montrer que l'effet de la topographie sur la croissance des escarpements de faille pouvait entraîner la concentration de volcans sur l'épaulement de rift.

6 - Rivalta et al, Maccaferri, F., V. Acocella, and E. Rivalta (2015), *How the differential load induced by normal fault scarps controls the distribution of monogenetic volcanism*, *Geophysical Research Letters*, 42, doi:10.1002/ 015GL065638, 2015

En résumé

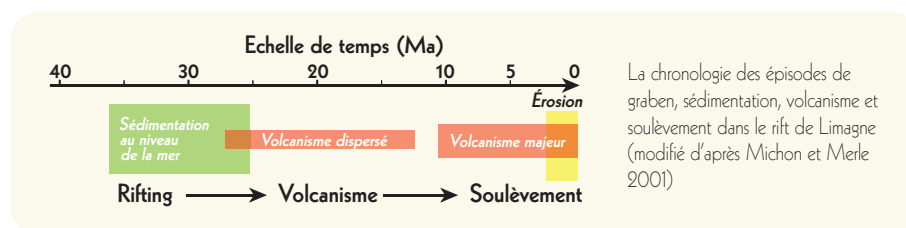
- Paradigme fondamental des processus terrestres, la tectonique des plaques ne peut se comprendre qu'à travers les interactions tectono-volcaniques, qui ne sauraient être dissociées les unes des autres.
- La littérature scientifique moderne atteste du lien structural entre les alignements volcaniques et tectoniques, lien structural qui se reflète superbement dans la topographie de l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne.

L'importance scientifique du site, tant passée que présente, a été soulignée par la mission d'octobre 2015

"It is unquestionable that the scientific value of geological sites should be recognised by the international scientific community, which is expressed essentially by published works and communications in congresses. The international relevance of Chaîne des Puys - Limagne Fault proposal in another scientific domain should be stressed: the history of volcanology. In fact, this area was the subject of many research works that have contributed for the international advancement of the volcanological knowledge in the last two centuries. Obviously that much of this scientific literature was written in French, which should not be considered a constrain, as French language was the standard in those times. The increase of recent works published in international top-level scientific journals concerning several aspects of Chaîne des Puys - Limagne Fault geology should be noted. This is a demonstration of the scientific relevance of the area, also attested by the existence of international research projects and post-graduation programmes." (page 7, paragraph 6)

Les attributs géomorphologiques de la Chaîne des Puys - faille de Limagne, maquette de géologie structurale

Le rift passif de Limagne commença à la fin de l'Éocène, et se développa à l'Oligocène (35 - 25 Ma) c'est seulement à la fin de son développement que le volcanisme a débuté pour prendre de l'ampleur au Miocène, entre 23 et 12 Ma. Comme établi ci-avant, le volcanisme s'est d'abord localisé à l'intérieur du rift (volcanisme de Limagne au sein du graben), pour redémarrer ensuite sur un très large périmètre hors du rift (volcanisme du Cantal, Monts Dore, Cézallier, 12 - 0.3 Ma). La coulée de lave qui deviendra le relief inversé de la Montagne de la Serre est issue d'une de ces éruptions du Pliocène (circa 3,2 Ma), et la faille de Limagne commença à être exhumée. Les éruptions se sont progressivement concentrées sur les marges du rift pour finalement former la Chaîne des Puys (95 000 - 8 600 ans).



La conséquence de cette évolution est la **connexion topographique étroite qui lie la faille aux volcans à travers l'érosion**, connexion illustrée par les inversions de relief. La chronologie des épisodes de rift et de volcanisme, comme leur positionnement respectif, **ont créé un paysage particulier** de coulées de lave inversées s'épanchant sur les plateaux puis se déversant le long de l'escarpement de faille, jusqu'à atteindre le plancher du rift. La **succession de rift, volcanisme et soulèvement a imprimé le paysage**, créant des éléments géomorphologiques distinctifs qui permettent de **facilement retracer sur le terrain cette séquence géologique complète**.

1 – La faille et l'épaulement de rift de Limagne : un archétype de rift lié à la formation de montagnes

Contre-coup du plissement alpin, le rift de Limagne résulte d'une **extension Est-Ouest qui s'est déroulée pendant une dizaine de millions d'années** et durant laquelle le graben s'est comblé de plusieurs centaines à **plusieurs milliers de mètres de sédiments** (voir dossier de candidature pages 50 à 56 et pages 148 à 156). Cette phase d'extension est responsable d'un **amincissement crustal important** à l'aplomb du graben, mais **qui n'est pas allé jusqu'à la fracturation complète de la lithosphère continentale et la formation d'un océan**, en dépit de quelques incursions marines attestées par la présence de coccolithes, plaques calcaires sécrétées par des algues appartenant au phytoplancton marin de bassins distants de quelques centaines de kilomètres.

L'extension de la croûte supérieure peut être estimée à **10-15 km** à partir de la géométrie de failles majeures. Le graben de Limagne est **asymétrique**, limité à l'Ouest et au Nord-Ouest par **deux failles majeures** : la faille de Limagne, orientée Nord-Sud et la faille d'Aigueperse, orientée Nord-Est. La géométrie globale du graben, attestée par les études géophysiques, montre **l'effondrement du toit du socle au pied de la faille de Limagne** et sa pente continue vers l'Est qui le fait remonter et **affleurer de nouveau dans les monts du Forez**.

Les mouvements d'extension et d'amincissement crustal ont en effet provoqué un **abaissement du fond du graben – subsidence – par rapport à la surface du plateau des Dômes**, relief qui était apparu au moment de la formation de la faille de Limagne. L'enfoncement du bassin est synchrone de son remplissage par les sédiments qui masquent donc l'escarpement de plusieurs centaines de mètres. **Graben de Limagne et plateau des Dômes vont se trouver plus ou moins à la même altitude à la fin de cette phase majeure de sédimentation (~ 25 Ma)**.

Le volcanisme est absent pendant la période de sédimentation et **démarre seulement vers la fin de cette séquence** pour s'affirmer après elle, pendant le Miocène, à partir de 23 Ma. Représenté par plus de deux cents édifices, aujourd'hui érodés et semblables à des collines, cet épisode de volcanisme est localisé là où l'amincissement de la croûte a été le plus important, c'est-à-dire dans le fossé de la Limagne, conformément au modèle de rifting passif où l'extension résulte de forces trouvant leur origine aux limites de plaques tectoniques. Cette évolution tectonique classique correspond à la suite chronologique :

- ▶ Amincissement crustal par extension et formation de fossés d'effondrement (grabens) ;
- ▶ Comblement simultané des fossés par sédimentation ;
- ▶ Puis dans un second temps, soulèvement d'origine thermique et volcanisme concomitant.

À cette époque, aucun volcanisme n'est visible sur le plateau des Dômes à l'emplacement de la future Chaîne des Puys. Cette zone appartient encore au **domaine de la plaine** et se situe à **une altitude à peine plus élevée que la Limagne**.

Entre 3 et 1 Ma, un soulèvement général de la région s'est donc produit, faisant rejouer le réseau de failles hercyniennes anciennes. Le socle ainsi que les sédiments sont portés ensemble à une altitude de plusieurs centaines de mètres. Ce soulèvement permet une érosion intense et les sédiments de la Limagne sont progressivement déblayés, ce qui dégage le plan de faille de Limagne et lui confère sa morphologie actuelle. C'est lors de cet épisode tectonique que se forme le plateau des Dômes, qui s'individualise par le jeu du soulèvement généralisé de la région – graben de Limagne compris – et de l'érosion des sédiments qui abaisse le niveau de la Limagne par rapport au socle hercynien et découvre l'escarpement de la faille.

Ce paragraphe présente les caractéristiques qui permettent aux scientifiques comme au grand public, de saisir cette faille bordière, caractérisée par sa longue ligne et son fort escarpement.

D'un point de vue du paysage de grande échelle

En tant que longs escarpements séparant un épaulement de rift d'une plaine en contrebas, les failles tectoniques s'appréhendent mieux à l'échelle du grand paysage. La faille de Limagne se présente ainsi comme une longue déclivité de 30 km qui surélève le plateau des Dômes à 700 m. au-dessus du graben sédimentaire. Outre ses qualités paysagères et esthétiques, la double silhouette de l'escarpement surmonté par l'alignement monogénique met en exergue le lien fondamental entre tectonique et volcanisme sur ce site.

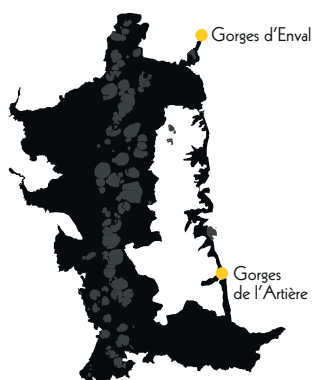


La faille de Limagne couronnée par la silhouette de la Chaîne des Puys, vue depuis le bord Est du graben, à 60 km de distance
© B. Van Wyk de Vries

Le relief inversé de la Montagne de la Serre et d'autres promontoires un peu plus mineurs, créent des plateaux qui émergent de la faille et soulignent le temps qu'il a fallu à l'escarpement pour se former. Ce paysage quasi insulaire topographiquement, peut être apprécié depuis plusieurs centaines de points de vue en Auvergne, jusqu'à 60 km de distance.



Faille de Limagne et Chaîne des Puys depuis le puy de Gravenoire
© P. Soissons



La faille peut aussi être appréhendée depuis l'alignement volcanique, comme une rupture nettement marquée entre le horst hercynien (socle granitique du plateau des Dômes) et le graben cénozoïque (plaine sédimentaire de la Limagne). De cette perspective, le distant versant Ouest du rift (Monts du Forez) peut également être perçu, donnant la **pleine dimension de la structure tectono-volcanique dans son intégralité**.

Du point de vue rapproché de la structure géologique

Du fait de la nature-même des failles normales, **les plans de faille sont généralement recouverts et masqués par les sédiments de rift** et il est rare d'en trouver de très larges affleurements, comme cela a été également rappelé par la mission d'octobre. On peut toutefois en trouver des **expositions là où les vallées entaillent ces plans**, et cela n'arrive que si un soulèvement et l'érosion connexe découvrent la structure, comme décrit ci-dessus pour la Limagne.

Les **meilleures expositions** de ce plan de faille se trouvent dans la vallée de l'Artière, comme cela a été remarqué dans le rapport d'expertise 2015. D'autres sites le long de l'escarpement permettent également d'observer **zones bordières, fracturations et stries tectoniques**. Ils ont été décrits par Scarth dès 1966⁷ (gorges de Ceyrat et d'Enval, respectivement au Sud et au Nord de la faille de Limagne).



Affleurements des gorges de l'Artière et des gorges d'Enval, exposant le plan de faille, des fracturations et des stries tectoniques
© J. Way / D. Pourcher

D'autres points de vues permettent de découvrir les différentes facettes de la faille, telles que les **portions triangulaires entre les vallées et les marches de faille**, là où l'escarpement est soit déplacé par un rejet, soit divisé en plusieurs blocs.

De nombreux éléments tectoniques secondaires tels que **les tors, les glissements de terrain ou les dépôts d'inondation**, démontrent que **l'érosion géologique** (à distinguer de celle anthropique, voir fiche dédiée aux réalités de l'érosion dans la partie gestion) **est active sur le site**.

Les fissures ouvertes dans le sol ne font pas partie des caractéristiques de la faille de Limagne. De tels éléments géomorphologiques sont l'apanage des portions centrales des vallées de rift, que l'on retrouve dans

7 - A. Scarth, *The Physiography of the Fault-Scarp between the Grande Limagne and the Plateaux des Dômes, Massif Central*, Transactions of the Institute of British Geographers, No. 38, pp. 25-40, Royal Geographical Society, June 1966
A. Scarth, *Volcanoes: An Introduction*, London, UCL Press, 1994



Tor (boules granitiques) dans le vallon de Boisséjour et fracture secondaire au cœur du site de Vulcania
© P. Soissons / F. D. de Larouzière (Vulcania)

des sites comme Thingvellir (Islande), la dépression de l'Afar (Ethiopie) ou le lac Magali-Natron (Kenya – Tanzanie). Cependant, on peut trouver **quelques fractures secondaires** dans la Chaîne des Puys, comme sur le site de Vulcania ou dans la galerie de captage hydrologique de Louchadière. Des failles sont aussi visibles **dans les volcans**, comme le **graben du Petit puy de Dôme** ou dans les **affleurements particulièrement pédagogiques exposés dans le volcan à ciel ouvert de Lemptégny** (voir paragraphe ci-après sur les volcans de la Chaîne des Puys comme expression de la tectonique de Limagne, page 36).

En résumé

- ▶ Contrecoup du plissement alpin, le système en graben et horst de Limagne est le segment emblématique du rift Ouest-Européen.
- ▶ En dépit de plusieurs incursions marines, cette phase d'extension n'est jamais allée jusqu'à l'ouverture d'un océan.
- ▶ Généralement, les plans de faille sont rarement visibles car enfouis et recouverts par les sédiments de rift, mais le long escarpement de Limagne a été mis à jour par les effets conjugués du soulèvement et de l'érosion.
- ▶ Outre la faille bordière majeure, des structures tectoniques secondaires telles que fissures, stries et marches permettent de comprendre les forces d'extension et de poids topographique à l'œuvre dans la formation des reliefs.
- ▶ Failles et graben se retrouvent également à petite échelle dans le champ volcanique de la Chaîne des Puys.

La mission d'octobre 2015 a confirmé que la faille de Limagne est un **relief tectonique aisément perceptible** et une **part intégrale du bien proposé** :

"The ITM has clearly seen the following aspects in the field:

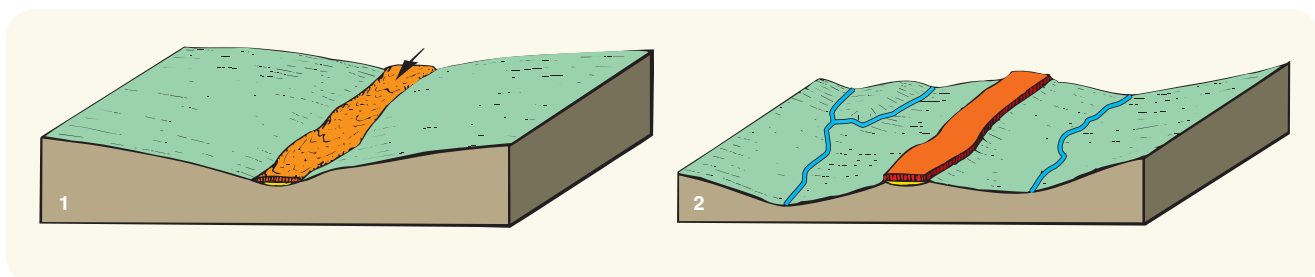
- a) Parallel alignment of the main fault scarp of the Limagne graben with the chain of the Chaîne des Puys volcanoes;*
- b) Diversity of volcanic types such as tuff-rings, scoria and cinder cones, lava domes, spines, lava flows, and dykes."* (page 1)

"Clearly, tectonic features such as faults, grabens and horsts can be seen on seismic profiles of the Limagne Graben, the underlying processes are circumscribed with rifting. Geological mapping also makes evident that there is the elevated Chaîne des Puys horst with its Variscan granitic basement, and the down-faulted Limagne graben with its sedimentary infill of Cenozoic sediments. However, on an outcrop scale the faults are not easily visible, although we saw one fine example with slickensides in the Variscan granite. However, photo interpretation and landscape evaluation do clearly show the major fault zones and tectonic patterns. In addition, the large-scale rifting processes are repeated on a smaller scale e.g. in the Lemptegy quarry, where horst and graben structures, faults and thrusts can be seen in this geoeeducational facility." (page 5, paragraph 4.2)

2 – Le relief inversé

*"The geomorphological features of the proposed property are well related with the structural and volcanological processes that constitute the geological backbone of the area. These geomorphological features are **major assets that reinforce the scientific value** of the nominated property and therefore they should be stressed by the proponents. In spite of the fact that the area reveals the effects of being used by humans for the last millennia, the major features of landforms are still easily recognised (cones, maars, craters, lava flows, columnar jointing, inverted relief, fault scar, etc.). The importance of these geomorphological values should be strengthened in the additional information that will be provided by the proponents because they are **deeply associated with the main geological setting** of the property."* (October 2015 mission, page 6, paragraph 4.3)

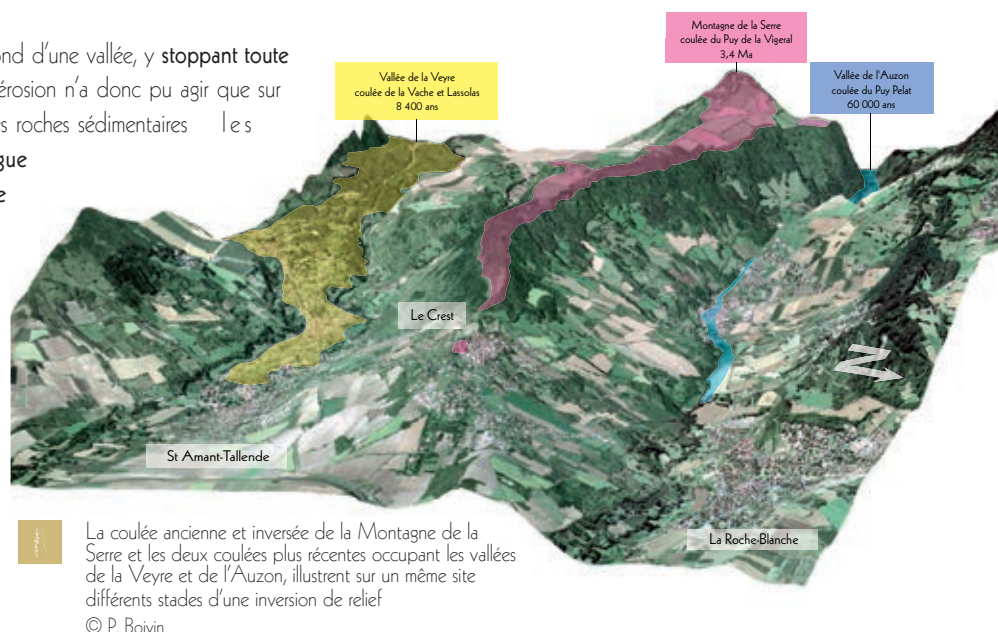
En un million d'années, le soulèvement, le volcanisme et l'érosion continus ont créé un éventail de reliefs inversés, là où d'anciennes gorges remplies de lave sont devenues de longs plateaux. Dans la partie Sud-Est du bien, la Montagne de la Serre est un cas d'école de ce processus de mutation géologique des paysages.



Mécanisme de formation d'un relief inversé, d'après A. de Goer
© A. de Goer, 1985

Là, une coulée de lave est venue s'installer dans le fond d'une vallée, y **stopnant toute érosion en « scellant » les dépôts sédimentaires**. L'érosion n'a donc pu agir que sur les flancs de la coulée, emportant progressivement les roches sédimentaires les plus tendres, jusqu'à ce que cette **longue langue basaltique matérialisant le tracé de la paléovallée devienne finalement une crête**.

La Montagne de la Serre fournit un cas d'étude de premier ordre pour la recherche sur la **géomorphologie structurale et dynamique**. Cet étroit plateau tabulaire reposant à la fois sur le socle hercynien à l'Ouest (Primaire) et sur des sédiments du graben à l'Est (Tertiaire) et **jointant ces deux structures**, permet de **retracer l'ordre des processus géologiques** qui s'y sont enchaînés. En lien avec les coulées voisines du puy Pelat (60 000 ans) et des puits de la Vache et Lassolas (8 600 ans), elle illustre la **relation entre les coulées, la topographie et la chronologie**.



Cette coulée de lave du Pliocène a notamment **préservé des paléo-dépôts et des paléo-reliefs**, offrant d'irremplaçables « instantanés » du **paysage** qui aident à dater l'évolution des structures de la région.

Telle une **horloge géologique**, la Montagne de la Serre raconte la séquence suivante :

- ▶ Le développement de l'épaulement de rift ;
- ▶ L'âge des derniers mouvements tectoniques ;
- ▶ L'excavation du plan de faille de Limagne ;
- ▶ L'emplacement du volcanisme en lien avec les forces tectoniques ;
- ▶ Le soulèvement et l'érosion du socle et des sédiments ;
- ▶ L'évolution morphologique durant le soulèvement ;
- ▶ Les processus toujours à l'œuvre d'inversion de relief.

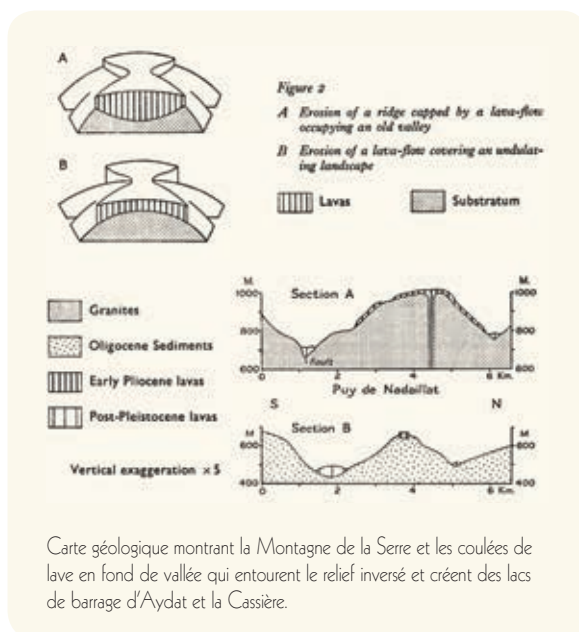
Le fait que non seulement cette coulée de lave **ne soit pas coupée par la faille de Limagne**, mais en plus soit préservée dans l'inversion de relief, confirme le fait que **le soulèvement a été généralisé dans la région** et que **l'érosion l'a suivi**. La **morphologie du site corrobore donc pleinement la séquence de rifting passif**.

L'idée que certaines morphologies puissent être interprétées comme le produit de l'inversion du relief, a été avancée en premier lieu à la fin du XVIII^e siècle par Nicolas Desmarest lors de son voyage en Auvergne dans le cadre de la querelle des Plutonistes et des Neptunistes. La Montagne de la Serre fut notamment utilisée au début du XIX^e, ainsi que les plateaux de lave du bassin de Clermont-Ferrand tels que Gergovie, pour **justifier les thèses uniformitaristes** notamment défendues par Lyell selon qui la Terre aurait été façonnée sur une très longue période de temps par des forces toujours existantes, en opposition à celles **catastrophistes** selon lesquels la planète aurait au contraire été modelée dans un laps de temps relativement court par des événements cataclysmiques.



L'explication de la Montagne de la Serre par Scarth en 1966 reste l'unique article consacré à un seul exemple de relief volcanique inversé.

© Tiré de A. Scarth, 1966



Carte géologique montrant la Montagne de la Serre et les coulées de lave en fond de vallée qui entourent le relief inversé et créent des lacs de barrage d'Aydat et la Cassière.

© Tiré de A. Scarth, 1994

De nombreux scientifiques ont travaillé sur cette structure depuis, dont le géomorphologue William Morris Davis (1899)⁸, le géologue Archibald Geikie (1903)⁹ et Alwyn Scarth (1966, 1994)¹⁰. Il est à souligner que l'article de Scarth, de même qu'un chapitre de son livre (Volcanoes: An Introduction, 1994), sont les seules publications sur les inversions de reliefs à être **entièrement consacrées à une formation particulière**. Paine et Ollier (1975) ont également traité des reliefs inversés, mais d'une manière générale.

À noter également que la **Montagne de la Serre est le relief inversé qui a le plus de travaux scientifiques publiés**.

Aujourd'hui, les inversions de relief sont un **processus actif** qui peut être observé en divers lieux de la faille de Limagne, là où se produit l'érosion progressive des laves : dans les gorges de Ceyrat, au-dessus de Royat (coulée de la Tiretaine), au-dessus de Chamalières (coulée du Pariou et de la Roche Trouée), à Durtol (coulée du Pariou), au-dessus de Sayat, à Volvic ainsi qu'à Saint-Saturnin, pour les derniers volcans à être entrés en éruption, les puys de La Vache et Lassolas.

Au Sud du bien, les lacs de barrage d'Aydat et la Cassière sont de très bons exemples de l'effet des coulées dans le **comblement et la reconfiguration des vallées et des cours d'eau**. On en trouve d'autres exemples à l'Ouest du bien (Saint-Pierre-le-Chastel). Le bien comprend également des vallées où, par contraste, aucune coulée ne s'est répandue et où aucune inversion de relief ne s'est produite.

On est donc en présence d'une **gamme complète de structures** qui décrivent le processus d'inversion de relief dans ses divers stades de développement. Cet ensemble forme une formidable rétrospective de l'évolution des paysages.

8 - William Morris Davis, *The geographical cycle*, *Geographical Journal*, 1899, vol. 14 : 481-504

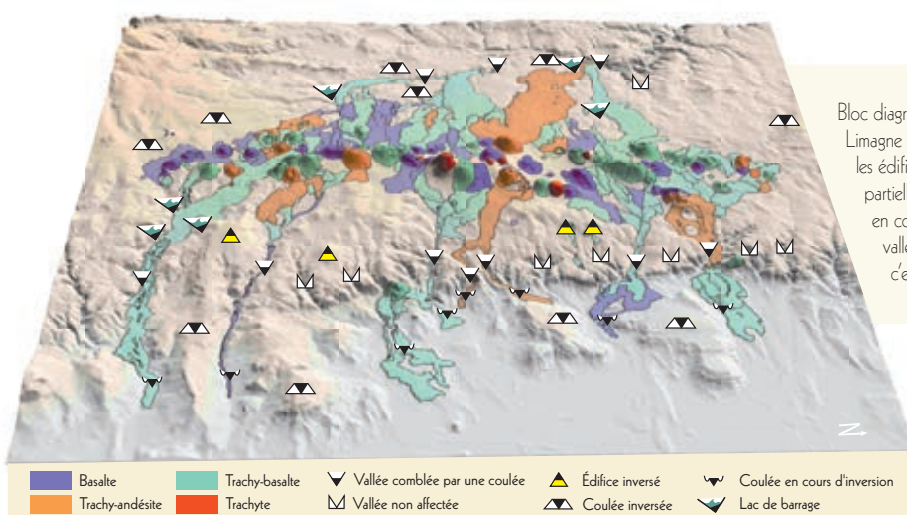
9 - Archibald Geikie, *Elementary Lessons in Physical Geography*, 1903

10 - A. Scarth, *The Physiography of the Fault-Scarp between the Grande Limagne and the Plateaux des Dômes, Massif Central*, *Transactions of the Institute of British Geographers*, No. 38, pp. 25-40, Royal Geographical Society, June 1966
A. Scarth, *Volcanoes: An Introduction*, London, UCL Press, 1994



Vue aérienne de la coulée inversée de la Montagne de la Serre
© P. Soissons

La Montagne de la Serre : dans chacune des vallées qui entourent ce relief inversé du Pliocène (Tertiaire), de jeunes coulées de la Chaîne des Puys (Pléistocène et Holocène, Quaternaire) illustrent ce processus actif de transformation de la topographie.



Inventaire des reliefs inversés présents sur le bien
© Cd63 d'après B. van Wyk de Vries, 2016 et E. Langlois, CERAMAC

Bloc diagramme de l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne montrant les localisations des reliefs inversés, distinguant les édifices et coulées complètement inversés ; les reliefs partiellement inversés sur les flancs des vallées et les inversions en cours à l'intérieur des vallées. Les coulées occupant les vallées sont figurées ainsi que les vallées sans coulées où c'est l'érosion hydrique classique qui opère.

En résumé

- L'inversion de relief est une morphologie à fort intérêt pédagogique qui démontre la relation entre tectonique, volcanisme et érosion.
- La proposition d'inscription contient une large collection d'inversions de relief, toujours actives, en présentant toutes les caractéristiques, de leurs prémices à leur stade avancé.
- Cette gamme complète de structures géomorphologiques a été utilisée depuis le XVIII^e siècle comme une illustration type de la mutation des paysages.
- La Montagne de la Serre est le relief inversé qui a le plus de publications scientifiques à son actif.
- Les inversions de reliefs sont identifiées comme des éléments majeurs et manquants de la Liste du patrimoine mondial dans l'étude thématique de l'UICN sur les volcans (2009, page 30, tableau 6).

2 – Les volcans de la Chaîne des Puys comme expression de la tectonique de Limagne

« Les biens proposés selon le critère (viii) doivent contenir la totalité ou la plupart des éléments connexes et interdépendants essentiels dans leurs rapports naturels. [...] dans le cas des volcans, les séries magmatiques devraient être complètes et la totalité ou la plupart des variétés de roches éruptives et types d'éruptions représentées. »

*Orientations devant guider la mise en œuvre
de la Convention du patrimoine mondial, 2015,
paragraphe 93*

La Chaîne des Puys rassemble **quelque 80 édifices volcaniques visibles**, en plus d'une **vingtaine qui ont été recouverts** par d'autres éruptions volcaniques plus récentes, par leurs cendres ou par leurs coulées. Ces édifices, datant du Pléistocène à l'Holocène (env. 95 000 à 8 600 ans), sont parfaitement alignés sur un axe Nord-Sud de **32 km de long et 4 km de large**, parallèlement à la faille de Limagne.

La Chaîne des Puys comprend une **exceptionnelle collection de volcans monogéniques aux formes pures et variées**, dont certains présentent une structure complexe comme le puy de Côme, le puy de Dôme ou le Pariou.

Du fait de leur jeunesse géologique, les volcans **n'ont subi que très peu d'érosion géologique**. Chaque édifice résulte d'une **éruption brève et unique**, allant de quelques jours à quelques années. L'alignement présente une **grande variété de compositions magmatiques**, donnant une **succession unique de formes archétypales** représentant tous les types élémentaires de volcans.



Vue aérienne du Sud de la Chaîne des Puys
© G. Fayet



Contexte : l'importance des volcans monogéniques

Il existe deux grandes catégories de volcans sur Terre, les volcans polygéniques ou composites et les volcans monogéniques. La plupart des édifices sont clairement représentés dans les champs volcaniques monogéniques. Ces morphotypes sont exprimés à une échelle plus petite et plus accessible et liés à une formation rapide, contrairement aux volcans polygéniques dont les séquences éruptives s'échelonnent sur le long terme.

Ces volcans sont les plus nombreux sur Terre, et en tant que tels, ils :

- ▶ Constituent une **catégorie significative** (ni spécialisée, ni restrictive) ;
- ▶ Présentent une très grande variété de structures et de reliefs associés ;
- ▶ Forment un **champ majeur de recherche** dans la volcanologie moderne.

Les volcans monogéniques méritent donc une attention particulière au patrimoine mondial. À l'heure actuelle, il n'existe pas de champs de volcans monogéniques inscrits sur la Liste du patrimoine mondial pour leurs caractéristiques spécifiques (voir la partie sur l'analyse comparative).

En raison de leur importance et de leur signifiante, les volcans monogéniques font l'objet d'une **commission spéciale de l'IAVCEI** (Association internationale de volcanologie et de chimie de l'intérieur de la Terre) :

*"The term monogenetic as applied to volcanic systems carries with it the concept of eruptions of batches of magma within short timescales. Monogenetic volcanism is commonly expressed as clusters of individual volcanoes forming fields of small cones which are a consequence of dispersed plumbing systems feeding discrete batches of magma to the Earth's surface. Beyond this relatively simple concept there is a wide range of temporal, spatial and compositional variables. Basic scientific questions, such as the monogenetic nature of these commonly small-volume, small magma output volcanoes are currently frontline research subjects showing growing evidence to develop a more suitable and united model for the formation of these volcanoes from an interdisciplinary perspective."*¹¹

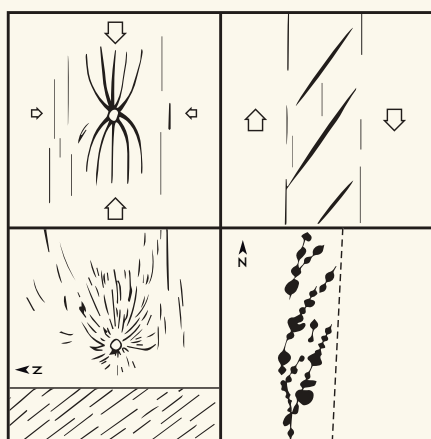
La commission de l'IAVCEI relative au volcanisme monogénique sert d'interface pour rassembler et diffuser les efforts de recherche en la matière et en donner ainsi une vision globale. Ses coordinateurs, et plus particulièrement **Karoly Nemeth de l'Université Massey d'Auckland**, ont été étroitement associés à la **préparation et la validation scientifique** du dossier de candidature de la Chaîne des Puys et de la faille de Limagne au patrimoine mondial. **Les publications de Karoly Nemeth ont été largement mises à profit pour consolider l'analyse comparative** (voir partie sur l'analyse comparative et les annexes) et, conformément aux lettres d'erreurs factuelles, une clarification a été faite quant à leur interprétation dans le rapport de l'UICN (voir la partie bibliographique).

La tectonique a créé un champ de volcans monogéniques d'importance mondiale, qui se distingue par son alignement, sa diversité et sa visibilité

Alignement

Les volcans de la Chaîne des Puys sont majoritairement alignés selon un axe Nord-Sud, mais ils s'ordonnent également en petits groupes sur une direction Nord-Nord-Est (Le Corvec et al. 2013). Ces groupements reflètent les deux directions relevées sur la faille de Limagne, et indiquent que ces deux structures sont

¹¹ - https://vhub.org/groups/iavcei_cmv



© Williams et McBirney (1979)

Alignement structural des volcans : représentation schématique des alignements de la Chaîne des Puys (à droite) comparés à ceux des Spanish Peaks (Colorado) dans le rift du Rio Grande (à gauche). La principale information est que la disposition de la Chaîne des Puys suit majoritairement un axe Nord-Sud, mais "en échelons".

contrôlées par des linéaments plus anciens du socle hercynien. Ces caractéristiques sont en partie visibles à Ceyrat où l'on peut observer la faille se former le long d'un ancien dyke.

L'alignement de volcans monogéniques comme étudié par le Corvec et al (2013) (voir ci-avant), permet de **démontrer quantitativement les deux directions principales et leur relation avec la tectonique**. Cet alignement est clairement visible au volcan à ciel ouvert de Lemptéguy, où les dykes suivent ces deux orientations (Petronis et al. 2013 et Delcamp et al. 2014)¹².

Réciproquement, les volcans eux-mêmes démontrent ce lien avec la faille tectonique. Cette connexion apparaît clairement depuis n'importe quel point de vue situé à l'Est de la Chaîne (depuis Gergovie ou le puy de Gravenoire), ou directement depuis les volcans (Pariou, puy de Dôme, Sarcoui) où l'on voit que la faille suit l'alignement volcanique.

En plus de ces alignements, il existe dans la Chaîne des Puys des éléments tectoniques très distincts, des **grabens en miniature**, qui permettent de comprendre le **phénomène de rift à différentes échelles**. Ils sont clairement marqués sur le Petit puy de Dôme avec le graben du Nid de la Poule, à Lemptéguy (graben en coupe dans un affleurement), et dans les fissures de Vulcania (voir ci-avant, page 31).

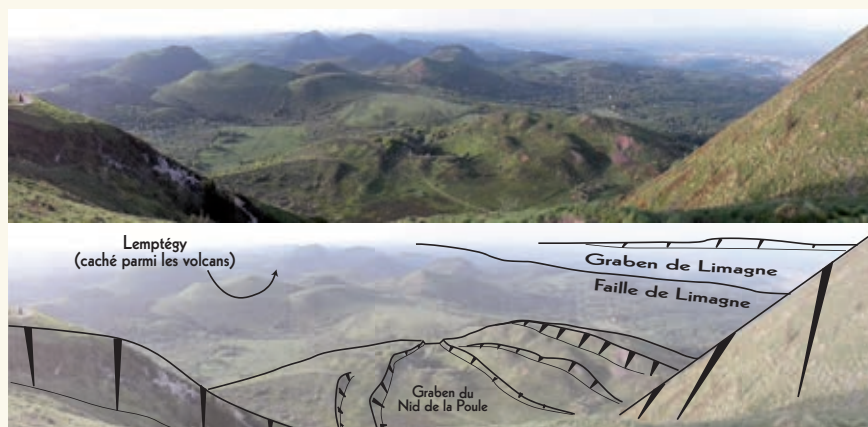
Le Petit puy de Dôme est la parfaite illustration d'un **cratère d'élévation, morphologie volcanique créée par un soulèvement**. Il y a plus de 9 500 ans, un afflux de magma a poussé la surface (soulèvement), la **bombant et l'étirant sans qu'une éruption ne se produise**. Durant ces mouvements, le sommet du cratère d'élévation s'est effondré, formant un graben.

Le graben du Nid de la Poule peut être observé dans le même temps que celui de Limagne depuis le puy de Dôme, **dédoublant la structure tectonique à une échelle inférieure** et permettant de comprendre la grande

Le Petit puy de Dôme, exemple classique de cratère d'élévation et le graben du Nid de la Poule

Coupe transversale d'un cratère d'élévation, basé sur l'exemple du Petit puy de Dôme et du Nid de la Poule.

© D'après van Wyk de Vries et al (2014)

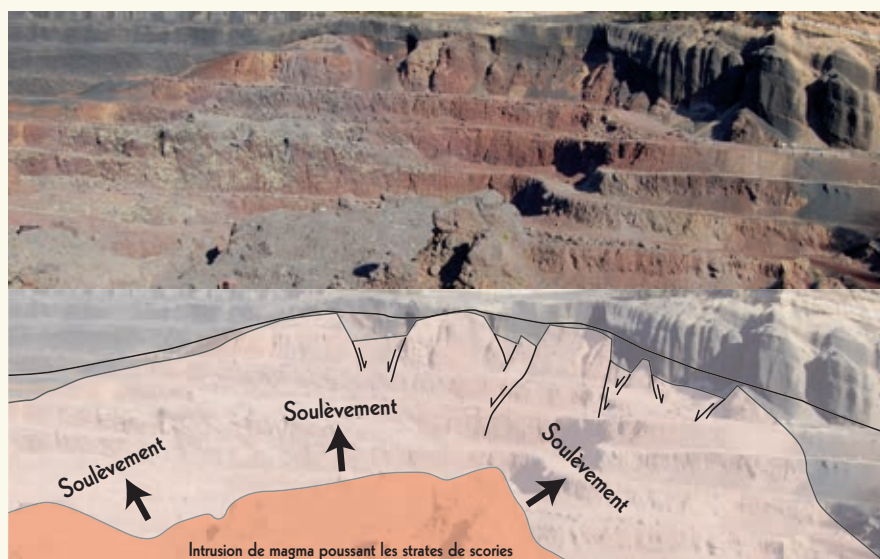
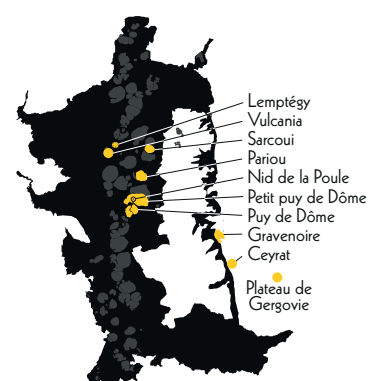


¹² - Petronis MS, Delcamp A, van Wyk de Vries B, *Magma emplacement Lemptéguy scoria cone* (Chaîne des Puys, France). Bul Volc. 75:753, 2013

Delcamp A, van Wyk de Vries B, Kervyn M, *The endogenous and exogenous growth of the monogenetic Lemptéguy volcano*, (Chaîne des Puys, France), Geosphere, 10: 998-1019, 2014

Limagne d'un seul regard. Le bombement du Petit puy de Dôme et le graben du Nid de la Poule illustrent à taille humaine le **processus fondamental de soulèvement-extension qui génère les rifts**, tel qu'expliqué par Hans Cloos (1939).

Le Petit puy de Dôme est une structure entière, intacte et non érodée. L'intérieur d'un tel cratère d'élévation peut être observé à Lemptégy, grâce à des exemples mis à jour dans les affleurements du volcan. En ce lieu, l'exploitation du volcan a permis de révéler des **manifestations souterraines de bombement** qui ont étiré les retombées volcaniques et formé un **graben parfaitement dessiné dans la superposition des strates** (formées il y a 30 000 ans).



Vue en coupe de l'intérieur d'un cratère d'élévation à Lemptégy
© D'après B. van Wyk de Vries, 2016

C'est l'un des aspects les plus pédagogiques de ce géosite, comme relevé par la mission d'octobre 2015 :

« In addition, the large-scale rifting processes are repeated on a smaller scale e.g. in the Lemptegy quarry, where horst and graben structures, faults and thrusts can be seen in this geoeeducational facility. » (page 5)

Il est à noter que le Petit puy de Dôme fut tout d'abord étudié par Léopold von Buch en 1819 qui l'a utilisé pour établir sa théorie des cratères d'élévation, théorie aujourd'hui intégrée dans la tectonique moderne avec les idées sur les « forced fold » – « plis forcés » – (Cosgrove 1999¹³, van Wyk de Vries et al, 2014¹⁴). Aucun autre champ de volcans monogéniques ne possède des structures et morphologies aussi bien exposées, ou ne connaît une si longue histoire de la recherche et des découvertes.

13 - Cosgrove JW, Hillier RD, *Forced-fold development within Tertiary sediments of the Alba Field, UKCS: evidence of differential compaction and post-depositional sandstone*, 1999.

14 - Van Wyk de Vries B, Marques A, Herrera R, Granjas JL, Ilanes P, Delcamp *Craters of Elevation Revisited : Forced Folds, Bulges and Uplift of Volcanoes*, Bulletin of Volcanology, 2014

En résumé

- Les volcans démontrent eux-aussi le lien avec la faille tectonique.
- Cette connexion apparaît clairement dans la direction de la faille qui suit celle de l'alignement volcanique.
- Il existe dans la Chaîne des Puys des éléments tectoniques très distincts, tels que des grabens miniatures, qui permettent d'appréhender le phénomène de rift à différentes échelles.
- Ce champ monogénique réunit un échantillon exceptionnel de structures tectoniques associées, particulièrement visibles, accessibles et compréhensibles.
- La qualité de ces structures et affleurements a suscité une longue histoire de recherches et de découvertes, qui ont toujours cours sur le site.

Diversité

Il existe **trois types élémentaires** d'édifices monogéniques :

- Cônes de scories et leurs déclinaisons, tels les « spatter cones » (cônes de scories soudées) ou les cratères égueulés, résultant d'une éruption strombolienne ;
- Dômes et protrusions formés par des magmas visqueux et acides ;
- Maars et anneaux de tuf, témoins d'une activité phréato-magmatique.

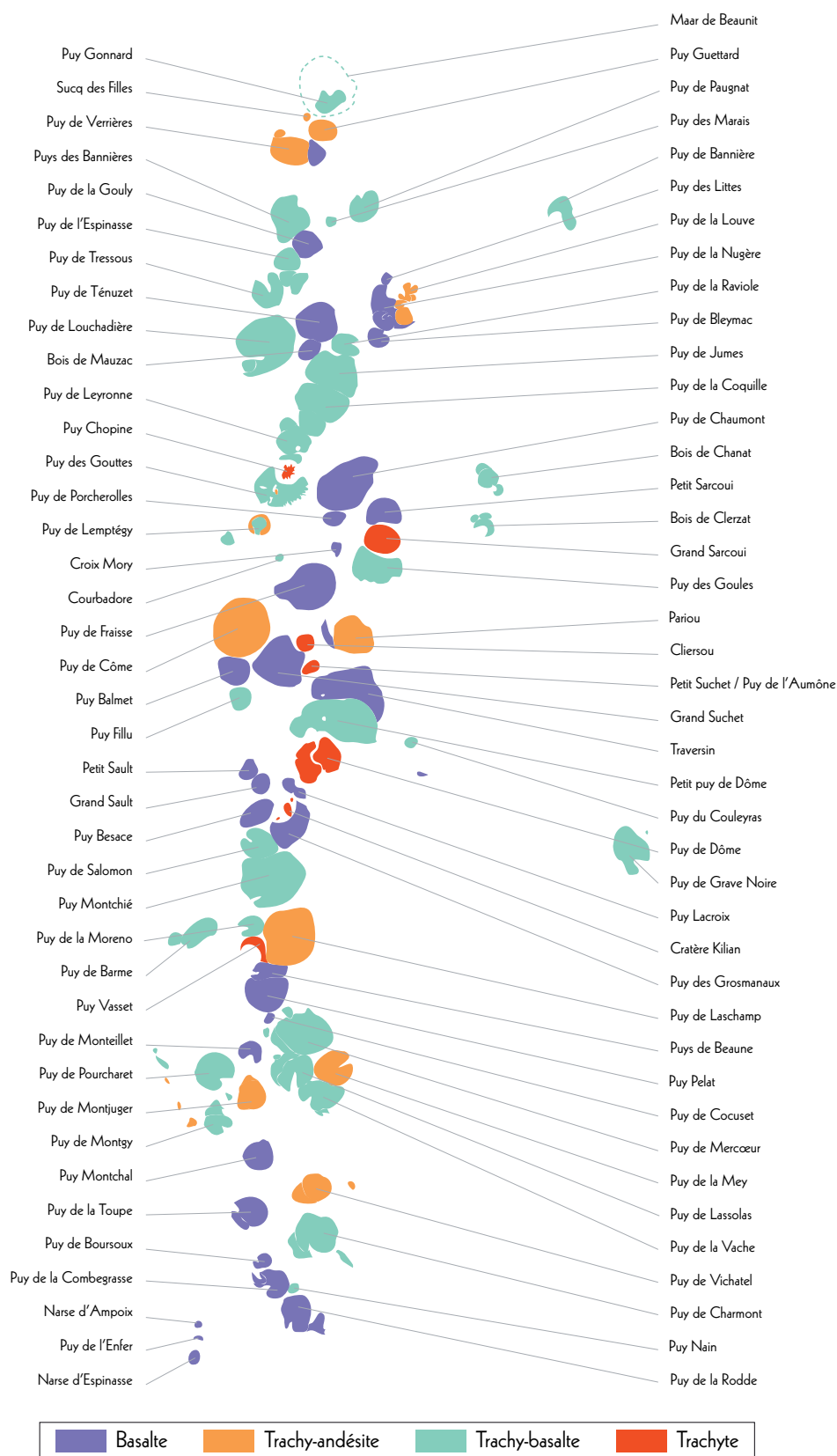
Ces trois types de volcans sont **parfaitement représentés et alignés** dans la Chaîne des Puys.

La Chaîne des Puys rassemble également une **grande variété de phénomènes volcaniques associés** :

- **Déclinaisons spécifiques de la forme volcanique élémentaire** : cratères parfaitement ronds, cratères emboîtés, cratères égueulés, cratères jumeaux à faciès combinés, cratères effondrés, cratères en forme de croissant et association maar – cônes ;
- **Expositions des structures internes** : conduits et dykes ;
- **Caractéristiques volcaniques associées** : volcanisme fissural, coulées de lave au creux de vallées, intumescences résultant d'une accumulation de lave (tumuli), cheminées volcaniques dénudées ;
- **Divers dépôts et produits volcaniques** : coulées avec des levées et localement inversées, laves à blocs (cheires), avalanche de débris, prismations, coulées de boue (lahars).



Partie centrale de la Chaîne des Puys, puy de Côme au premier plan. La remarquable collection de morphologies volcaniques découle de la multiplicité des laves et des mécanismes éruptifs à l'œuvre dans ce champ monogénique.
© G. Fayet



Typologie des édifices de la Chaîne des Puys selon la nature de leurs laves
© CD63 d'après EAVUC 2009

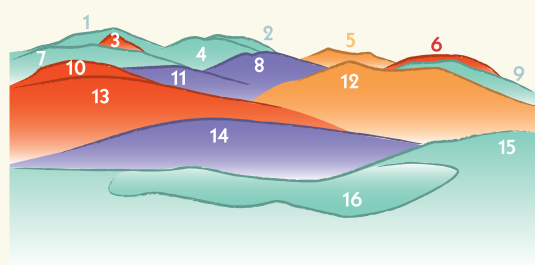
LISTE DES TYPES DE VOLCANS MONOGÉNIQUES ET LEUR GROUPEMENT DANS L'ENSEMBLE TECTONO-VOLCANIQUE CHAÎNE DES PUYs - FAILLE DE LIMAGNE

Catégorie	Déclinaison	Exemples dans la Chaîne des Puy
Cônes et cratères	Cône de scorie simple	Nombreux spécimens
	Cratères multiples	Montchié
	Concentrique	Côme
	Excentré	Montchié
	Cône de scorie ébréché	Pariou, Nugère
	Cratère éguelé	Louchadière, Salomon, La Vache-Lassolas
	Cône de tuf	Pariou, Nugère
	Anneau de tuf	Espinasse, Beaunit
	Maar	Espinasse, Beaunit
	Lac de barrage	Aydat et La Cassière
	Cratère strombolien	Côme
	Cratère vulcanien	Côme, Pariou
	Cratère effondré / cicatrice	Kilian, Gouttes, Sarcoui
Dômes	Protrusions	Chopine, Vasset
	Cumulo-dôme, ou torta	Sarcoui, Cliersou
	Dôme à protrusions	Puy de Dôme
	Dôme issu d'un crypto-dôme	Petit Suchet, Kilian
Composition des laves	De basalte à rhyolite	Toute la chaîne
	Composition mixte	Nugère
	Xénolithes issues de la croûte	Beaunit, alignement volcanique Enval-Volvic
	Xénolithes issues de manteau	Beaunit, ligne volcanique Enval-Volvic (5 volcans), (Lemptegy)
Cratères d'élévation	Soulèvement sur le flanc d'un volcan pré-existant	Petit puy de Dome, Gouttes
	Soulèvement d'une zone plate	Grosmanaux
	Soulèvement effondré	Gouttes-Chopine
	Soulèvement sur le flanc d'un volcan en éruption	Lemptegy
Caractéristiques des coulées de lave	Aa	Cheire de la Vache
	Pahoehoe	Lemptegy, Cheire de Côme
	A blocs	Cheire de Côme
	Intumescences	Tiretaine, Combegrasse
	Tunnels	Tiretaine, Lemptegy, La Vache
	Lac de lave	Côme
Interactions environnementales du tectono-volcanisme	Lacs de barrage	Aydat, Cassière
	Lacs comblés	Ouest de la Chaîne des Puy
	Lac de barrage brisé	Pontgibaud
	Relief inversé	Serre, Montagne Percée
	En cours d'inversion	Ceyrat
	Topographique	Toutes les coulées récentes
Caractéristiques Tectono-volcaniques	Faille bordière	Faille de Limagne
	Fractures et plans de faille	Ceyrat, Enval, Lemptegy, Vulcania
	Alignements tectono-volcaniques	Chaîne des Puy NS, NE-SO
Densité et visibilité des formes volcaniques	Densité de volcans	Plus élevée au monde
	Nombre de volcans visibles depuis un autre édifice	Plus élevée au monde
	Distance entre la faille et les volcans	3 - 6 km
	Taille de la faille par rapport à la distance avec les volcans	Grande faille près des volcans – unique au monde

D'après la nomenclature internationale (IUGS, le Maitre, 2002), les laves de la Chaîne des Puy sont réparties en quatre grandes catégories, toutes reconnaissables à vue d'œil sur le terrain :

- ▶ Basaltes ;
- ▶ Trachy-basaltes ;
- ▶ Trachy-andésites ;
- ▶ Trachytes.

Le **degré de différenciation des laves** exerce une forte influence sur la forme de l'édifice dans le paysage, et a créé dans la Chaîne des Puy **une encyclopédie naturelle et complète des formes volcaniques**. La diversité chimique des laves est liée à la présence de **chambres magmatiques intermédiaires, situées à des profondeurs différentes**. La recherche menée durant les trente dernières années a conduit au développement d'un modèle à deux étages pour expliquer l'évolution des magmas : une chambre inférieure située **à la base de la croûte terrestre** et une zone de chambres plus complexes moins profondes situées à environ 15 km.



Basaltes :

8 Chaumont, 11 Fraisse, 14 Traversin ;

Trachy-andésites :

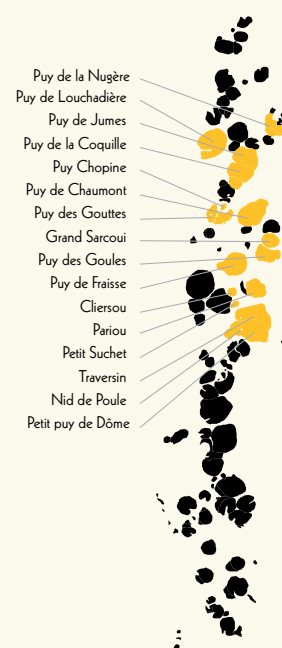
5 Nugère, 12 Pariou ;

Trachytes :

3 Chopine, 6 Sarcoui, 10 Clersou, 13 Petit Suchet ;

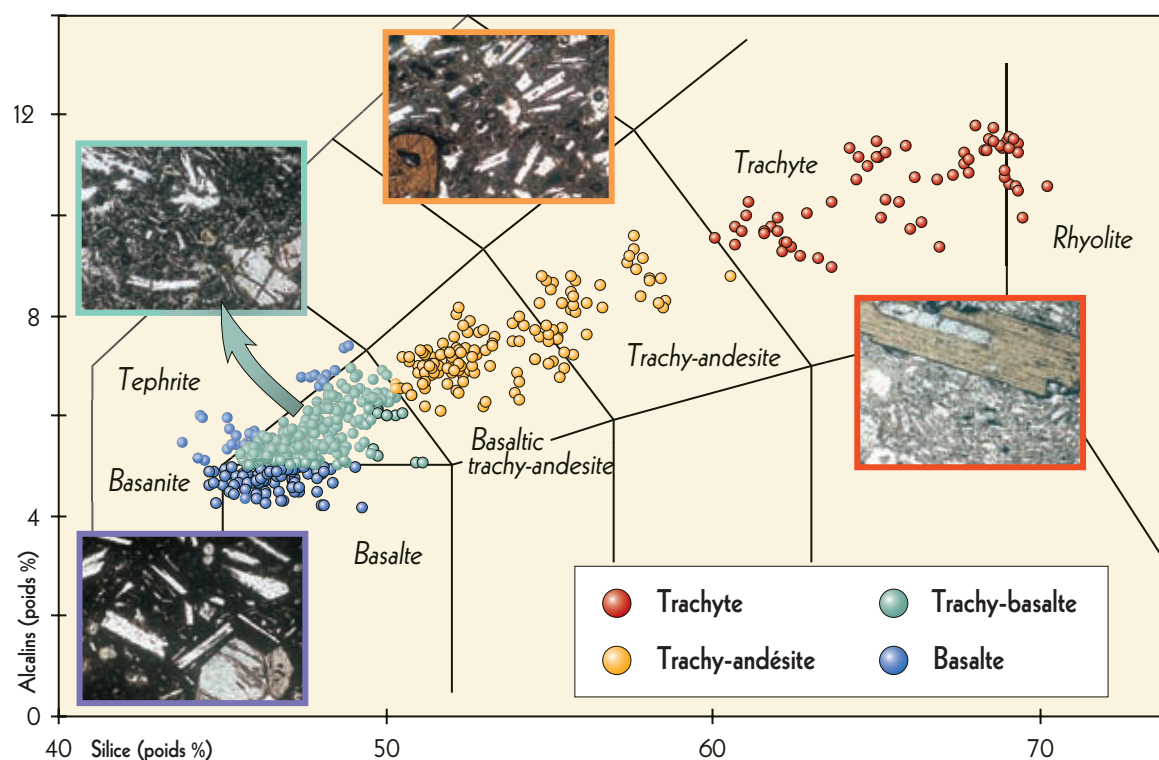
Trachy-basaltes :

1 Louchadière, 2 Jumes, 4 Coquille, 7 Gouttes, 9 Goules, 15 Petit puy de Dôme, 16 Nid de la Poule.



Typologie des édifices de la Chaîne des Puy selon la nature de leurs laves
© CD63 d'après EAVUC 2009

En termes paysagers, cette succession de formes pures et individualisées, séparées par des cols nettement marqués, qui se dessinent gracieusement sur la base du plateau, crée un **panorama des plus esthétiques**. Sa beauté découle de **la symétrie des lignes, de l'ordonnement naturel des formes et de l'harmonie de leurs proportions délicates**.



Composition des laves de la Chaîne des Puys et classification internationale I.U.G.S.
© P. Boivin, EAVUC 2009

En résumé

- ▶ Très grande variété d'édifices et de phénomènes volcaniques associés.
- ▶ Tous les types d'édifices et leurs déclinaisons spécifiques sont superbement présentés, tel un musée à ciel ouvert de volcans monogéniques.
- ▶ Depuis tous les points de vue, proches ou lointains, les formes volcaniques sont distinctes et variées.
- ▶ La multiplicité des laves est à l'origine d'un paysage remarquable, dont les qualités esthétiques sont directement liées à la géomorphologie.

Visibilité

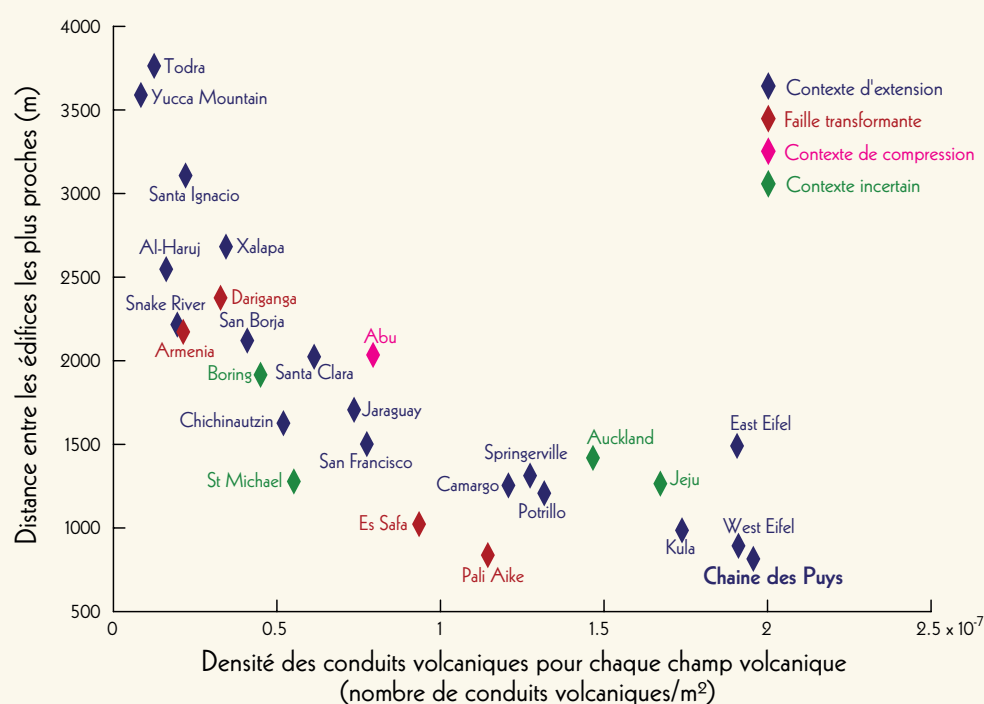
La Chaîne des Puys rassemble sur un espace restreint, la **collection de morphologies monogéniques** la plus dense, variée et visible (le Corvec et al. 2013).

Un des résultats des travaux de Le Corvec et al (2013) fut d'identifier les champs monogéniques avec les volcans les plus densément groupés. Ces champs sont ceux où l'on peut voir le plus de volcans depuis un seul point de vue. Le Corvec montre de manière statistique, quantitative et objective que la Chaîne des Puys est non seulement étroitement liée à la faille de Limagne, mais qu'elle fait également partie des **champs monogéniques les plus denses**. Cette **combinaison d'alignement et de densité** fait de la Chaîne des Puys - faille de Limagne un site tectono-volcanique de premier plan au niveau international.

Pour être visibles, les volcans ont besoin d'être regroupés. En plus d'être très rapprochés, les édifices de la Chaîne des Puys se succèdent sur un axe Nord-Sud, ce qui permet admirablement de les voir depuis un point central élevé (puy de Dôme, 1 465 m, vision à 360°) ou depuis les côtés du bien. Une série de **plus petits alignements de volcans "en échelon"** augmentent le nombre de morphologies volcaniques que l'on peut voir dans le même temps depuis chaque sommet, offrant une diversité géologique de premier ordre.

La combinaison de la compacité, d'alignements majeurs et mineurs et de la variété des édifices, le tout contrôlé par la tectonique, permet à la Chaîne des Puys de se distinguer au niveau international, comme l'a affirmé la mission d'octobre 2015 :

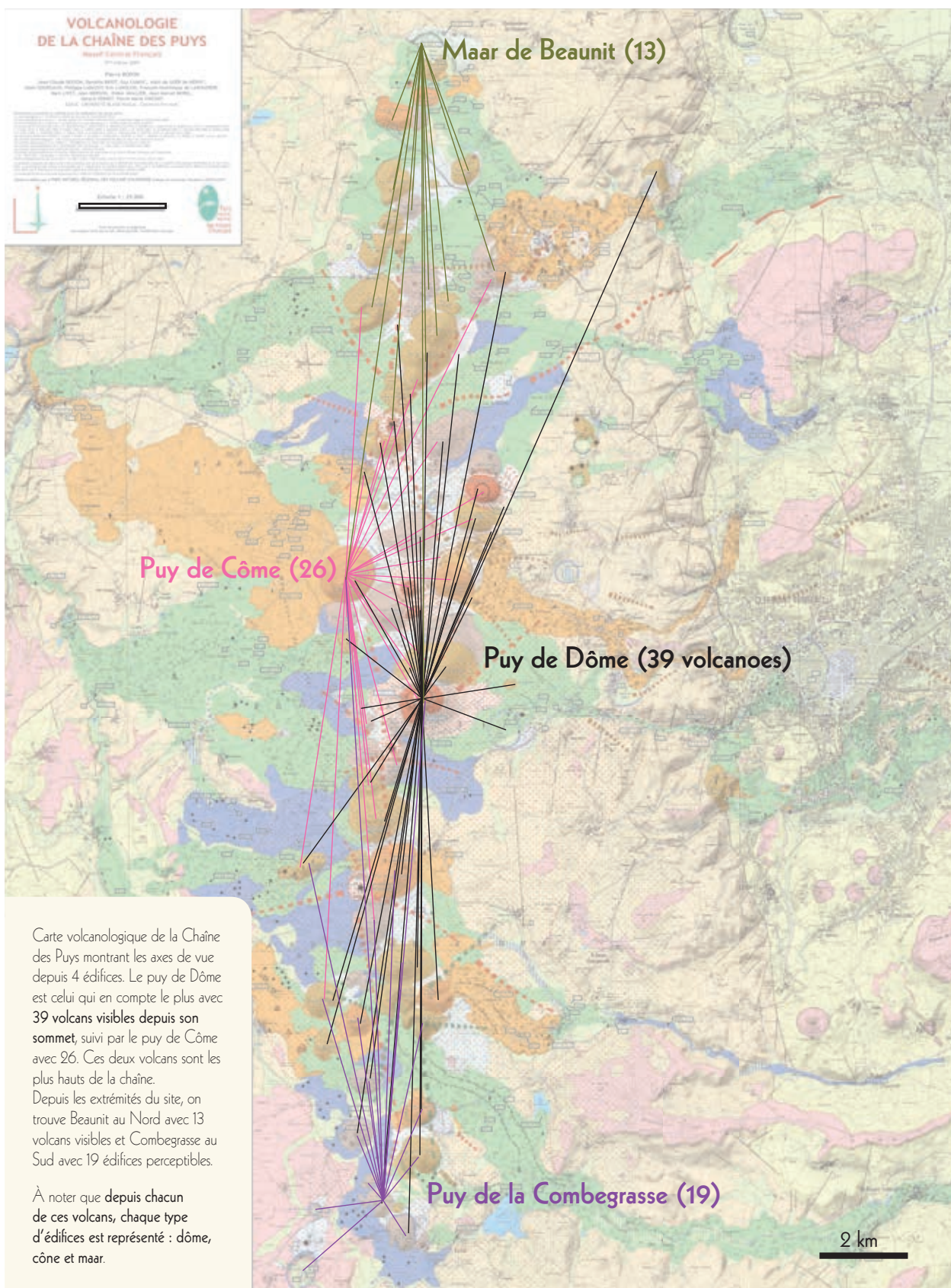
"On a global scale, the Chaîne des Puys does stand out as showing a diversity of volcanic processes and products leading to a variety of volcanic edifices, chemical compositions, and landscapes."



Densité des volcans monogéniques dans les champs volcaniques d'après le Corvec et al (2013). Le graphique montre que la Chaîne des Puys se range très haut parmi les champs volcaniques **les plus denses numériquement et spatialement**. Leur distance moyenne est inférieure à 1 km, leur distribution géographique les rend aisément visibles d'un édifice à l'autre.

Graphique illustrant la densité des édifices volcaniques dans une sélection de champs monogéniques
© CD63 d'après le Corvec et al (2013)

Alignement « en échelon » donnant à voir, à partir d'un même point, un nombre remarquable de morphologies volcaniques
© M. Courty

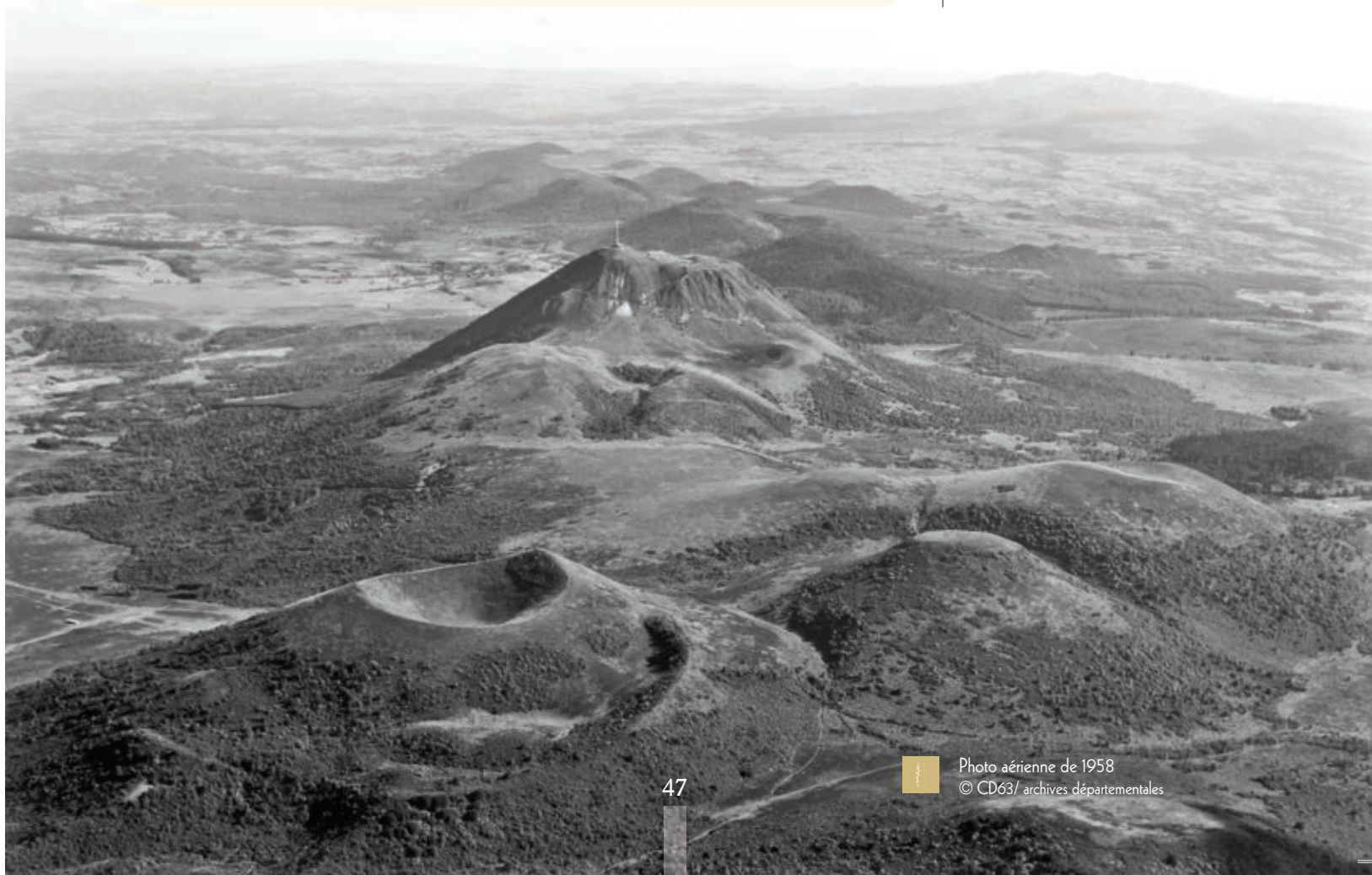


Visibilité des édifices de la Chaîne des Puys depuis le maar de Beaunit, le puy de Côme, le puy de Dôme et le puy de la Combrasse
© CD63 d'après B. van Wyk de Vries, fond de carte volcanologique de la Chaîne des Puys, EAVUC 2009

En résumé

- ▶ La Chaîne des Puys possède des structures géomorphologiques qui illustrent la tectonique de rift à plus petite échelle, la rendant aisément compréhensible.
- ▶ Les volcans sont extrêmement concentrés du fait de la tectonique et leur alignement leur offre des visibilitées maximales.
- ▶ La collection la plus dense de volcans aux formes très diversifiées : moins d'un kilomètre sépare en moyenne les volcans.
- ▶ La Chaîne des Puys combine densité, diversité et visibilité.

Le puy de Dôme offre 39 axes de vue qui comprennent des dômes, des aiguilles de lave, des coulées, des cratères de soulèvement, des cratères de type vulcanien et strombolien, des anneaux de tuf, des maars, des cônes égueulés et effondrés, des cratères emboîtés. **Cette vue est plus diversifiée qu'aucune autre au monde dans un champ monogénique.**



Conclusion

L'étude thématique de l'UICN sur les volcans du patrimoine mondial (2009) identifie les champs monogéniques (table 6, page 30), les rifts continentaux (table 7, page 32) et les reliefs inversés (table 6, page 30) comme faisant partie de catégories manquantes que pourraient combler de futures inscriptions sur la Liste du patrimoine mondial.

L'ensemble tectono-volcanique Chaîne des Puys - faille de Limagne rassemble tous ces attributs géologiques majeurs, clairement exposés et associés sur un périmètre restreint, telle une maquette de géologie structurale permettant au grand public de comprendre comment débute le processus de formation des continents.

Cet aspect a été mis en exergue par la mission d'octobre 2015 :

"Considering the combination of the monogenetic volcanic field with the normal fault system and landscape evolution, the proposed property shows major stages of Earth history such as the interdependence of «lifting, rifting, and volcanism». These interdependencies can be easily seen in the proposed property, beside the extensive vegetation cover." (page 4, paragraph 3) ;

Et de conclure :

*"This holistic view resolves one of the deep controversies between the IUCN evaluation and the Chaîne des Puys - Limagne Fault proposal: it is the ensemble of volcanism plus tectonics plus landscape that makes the proposal **unique and outstanding** and a scale model for the interdependence of lifting – rifting – volcanism." (page 6, paragraph 5).*

Grâce à la présence de nombreux sites pédagogiques sur le bien proposé, ce modèle réduit de géologie est accessible et compréhensible par tous les visiteurs, même par un public jeune ou novice :

"The ITM has highly appreciated the geoeducational and geotouristic facilities at Vulcania and Lemptegy open-air volcano. The University Blaise Pascal in Clermont-Ferrand with its "Laboratory of Magmas and Volcanoes" underlines the outstanding geoeducational and scientific importance of the property. The ITM has also noted that public accessibility to prominent volcanic and tectonic features is given and that trails have signage, panels, and infrastructure necessary for sustainable geotouristic activities." (page 1, executive summary).

C'est l'exceptionnalité même de cette histoire géologique, qui transparaît si distinctement dans le paysage, qui a suscité le développement de sites pédagogiques aussi importants que Vulcania ou Lemptegy.

Déclaration actualisée de valeur universelle exceptionnelle

Critère (viii) clarifié suite au dialogue approfondi avec l'UICN et la mission indépendante d'octobre 2015

La Chaîne des Puys - faille de Limagne présente de manière unique une **étape essentielle de l'histoire de la Terre**, à savoir la **phase initiale de séparation d'un continent par ouverture d'un océan**. À travers la conjonction de processus de **rift, sédimentation, volcanisme, soulèvement et érosion**, le tout rassemblé et facilement perceptible dans un **paysage circonscrit à forte valeur esthétique**, le bien concentre **tous les grands mécanismes qui façonnent les continents**, résumant les grandes étapes de leur formation.

Cet ensemble tectono-volcanique sert depuis le XVIII^e siècle de **site de référence scientifique** pour l'observation de processus toujours actifs dans le développement des reliefs, et s'apparente à un véritable **modèle réduit de géologie structurale**. Cette combinaison est en effet inédite dans sa **complétude, sa densité et sa clarté d'expression**, et une telle influence dominante des structures géologiques sur le paysage rarement aussi bien observée que dans le bien proposé. Les différents phénomènes peuvent y être appréhendés grâce à un long escarpement de faille, un remarquable relief inversé et un net alignement de volcans monogéniques hautement diversifiés. Véritable **mosaïque de formes géomorphologiques** réunies dans un espace restreint (240km²), la majorité des attributs sont visibles dans le même temps depuis plusieurs endroits.

Le site comprend tout d'abord un des quatre principaux types de rift continental, celui lié à la formation de montagnes. **Contre-coup de la collision alpine**, la Limagne est un **segment emblématique du Rift Ouest-européen**, l'un des deux plus grands rifts liés à des orogénèses sur Terre. La faille de Limagne et le plateau des Dômes illustrent la dénudation du plan de faille par le soulèvement du socle et l'érosion sédimentaire continue. Outre cet épaulement majeur, il existe également au sein de l'alignement volcanique de la Chaîne des Puys des structures tectoniques très visibles, tels que des grabens en miniature, qui illustrent le **processus de rift à toutes les échelles**.

D'autre part, la formation active de reliefs inversés est exceptionnellement bien développée sur l'escarpement de faille avec la **Montagne de la Serre**, un **exemple classique de mutation de la topographie** sous l'effet d'un million d'années d'érosion. C'est l'inversion de relief qui a fait l'objet du **plus grand nombre de publications scientifiques** depuis 200 ans de recherche ininterrompue. Telle une **horloge géologique**, cette structure géomorphologique témoigne de la transformation continue du paysage sous les effets conjugués de la tectonique, du volcanisme et de l'érosion.

Enfin, l'alignement de la Chaîne des Puys traduit superbement la **relation intrinsèque entre failles tectoniques et volcanisme, à travers leur éclatant parallélisme**. En matière de volcanisme, contenant la **collection la plus compacte et diversifiée de dômes, cônes et maars** qui puisse être trouvée sur Terre, la Chaîne des Puys est l'**archétype même d'un champ monogénique**. Le site contient des exemples de tous les types fondamentaux d'édifices éruptifs et de leurs déclinaisons spécifiques. Cette admirable diversité morphologique est liée à des **mécanismes éruptifs variés**, comme à une gamme de **composition de laves exceptionnellement fournie**. Ces magmas évolués sont liés au panache mantellique tectoniquement contrôlé par la faille de Limagne.

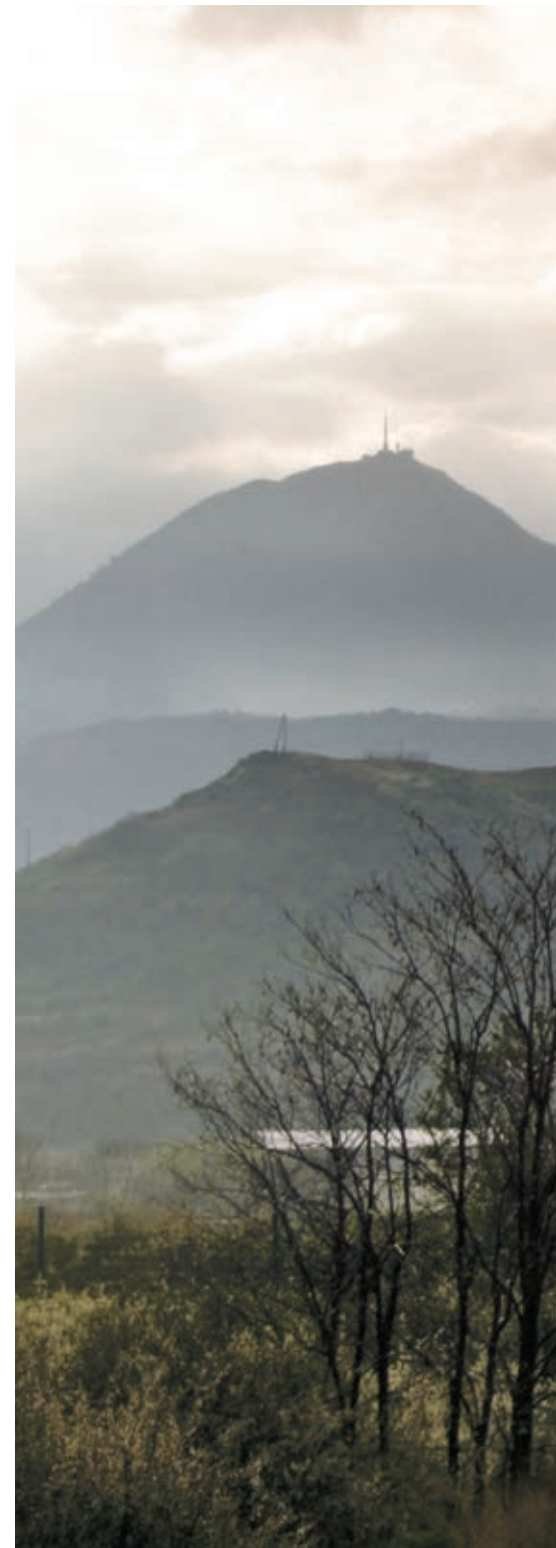
La diversité hors du commun de la Chaîne des Puys la distingue au niveau mondial : s'il existe de nombreux champs volcaniques, la plupart ne sont composés que de cônes stromboliens basaltiques, structure la plus répandue dans le monde. Aucun ne présente la richesse, la concentration et l'alignement de la Chaîne des Puys, comme **attesté par de récents travaux scientifiques**.

La Chaîne des Puys égraine un chapelet de volcans aux formes pures, gracieuses et très peu altérées, composant un **paysage aussi caractéristique que scénique**, mis en exergue par l'escarpement tectonique qui lui sert de **piédestal naturel**.

Complexe géologique complètement interconnecté, l'ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys - faille de Limagne a historiquement permis à la volcanologie de progresser grâce à une compréhension exhaustive des formes et des processus terrestres. Il continue de faire l'objet de nombreuses recherches et visites pédagogiques, constituant une **fenêtre incomparable pour l'observation des processus de construction de la Terre**. Ces processus transparaissent parfaitement dans le paysage, les roches et les diverses structures du bien.

La candidature Chaîne des Puys - faille de Limagne permet de combler une des lacunes de la Liste du patrimoine mondial en matière de géologie, car à ce jour, **aucun État partie n'a proposé d'inscrire un site qui illustre de manière globale les processus tectoniques, volcaniques et géomorphologiques à l'oeuvre lors de la formation de montagnes et des rifts qui en résultent.**

"It is the ensemble of volcanoes and tectonic structures and landscapes that make it such a scale model and unique in its clearness and completeness on our planet Earth." (October 2015 mission, page 1, Executive Summary).





L'alignement volcanique domine la ligne de faille, vue depuis le site de Gandaillat
© Y. Michelin







Analyse comparative complémentaire

Contributeurs

Selon la méthode qui a été suivie depuis le début de la candidature de la Chaîne des Puys - faille de Limagne, l'analyse comparative de l'ensemble tectono-volcanique proposé pour inscription a fait l'objet d'une étude scientifique approfondie, inédite pour une candidature géologique sur la Liste du patrimoine mondial, constituée, mise en perspective et validée par des institutions et spécialistes internationaux reconnus dans les domaines de la tectonique, de la volcanologie et de la géomorphologie. Elle se conforme strictement en cela aux recommandations des experts indépendants dans leur rapport de novembre 2015 : « *This new CA should be reviewed by top international experts and should be endorsed by scientific bodies widely recognised by the international geological community.* »

(page 4, paragraphe 4, point iv).

Les lettres attestant de l'acertification des analyses et résultats présentés sont jointes dans les annexes du présent dossier.

Prof. Donald B. Dingwell

Président de l'Association Internationale de Volcanologie et de Chimie de l'Intérieur de la Terre (IAVCEI)
Président du département des sciences de la Terre et des sciences environnementales
Université Ludwig-Maximilians - Munich - Allemagne

Prof. Hans Thybo

Président de l'Union Européenne des Géosciences (EGU)
Université de Copenhague - Danemark

Dr. Elizabeth Cottrell

Directrice du programme global de volcanisme
Musée national d'Histoire Naturelle
Smithsonian Institution - Washington - États-Unis

Prof. Karoly Nemeth

Co-leader de la Commission du volcanisme monogénique de l'IAVCEI
Co-leader de la Commission du patrimoine géologique volcanique et des paysages volcaniques protégés
Membre du Comité scientifique international de la Chaîne des Puys - faille de Limagne
Université de Massey - Palmerston North - Nouvelle-Zélande

Prof. Sierd Cloetingh

Président du Programme International sur la Lithosphère (ILP)
Groupe de tectonique
Département des sciences de la Terre - Faculté des Géosciences
Membre du Comité scientifique international de la Chaîne des Puys - faille de Limagne
Université d'Utrecht - Pays-Bas

Prof. Alessandro Tibaldi

Professeur de géologie structurale, de tectonique et de volcanologie
Université de Milan - Bicocca - Italie

Prof. David Karatson

Chef du département de géographie physique
Institut de géographie et de sciences de la Terre
Université Eötvös Loránd - Budapest - Hongrie

Dr. Giacomo Corti

Chercheur
Institut de géoscience et de ressources géologiques de la Terre
Conseil national de la Recherche - Florence - Italie

Dr. Valerio Acocella

Chercheur
Département des Sciences, section géologie
Université de Rome Tre - Rome - Italie

Dr. Marco Giardino

Professeur associé de géographie physique et de géomorphologie
Département des Sciences de la Terre
Université de Turin - Italie



Extrait du rapport UICN

« En ce qui concerne l'application du critère (viii), le dossier considère quatre attributs géologiques, à savoir : 1) la faille de Limagne, 2) le socle granitique de Variscan, 3) la topographie inversée représentée par la Montagne de la Serre et 4) la Chaîne des Puys (avec ses cônes et ses coulées de lave).

L'analyse comparative du dossier se concentre presque exclusivement sur les caractéristiques volcaniques du site. Elle fait des comparaisons avec de nombreux sites et caractéristiques volcaniques monogéniques ; toutefois, elle présente quelques lacunes et omet un certain nombre de sites remarquables pour 1) leur caractère extrêmement intact et l'absence d'érosion du fait qu'ils se trouvent dans des milieux arides ; 2) leur jeune âge – certains présentant des éruptions historiques ; et 3) le caractère relativement naturel et reculé et, parfois, l'accès limité. Ces sites comprennent des lieux qui sont actuellement sur la Liste du patrimoine mondial (Parc national du Grand Canyon, États-Unis d'Amérique ; Réserve de biosphère El Pinacate et le Grand désert d'Altar, Mexique), dans des géoparcs (Kaniwinka, Australie), dans d'autres aires protégées ou gérées (Monument national des pétroglyphes, bouclier volcanique d'Albuquerque, Nouveau-Mexique ; Monument national de Sunset Crater, Arizona ; Pali Aike, Chili-Argentine) ou qu'il est proposé de protéger dans le contexte du Réseau mondial de géoparcs nationaux de l'UNESCO (Auckland field, Nouvelle-Zélande ; Al Madinah, Arabie saoudite). En bref, il ne manque pas de champs volcaniques monogéniques plus importants déjà reconnus à l'échelon mondial. » (page 75 du rapport en français)

SYNTHÈSE

- ▶ Une analyse complémentaire réalisée selon une approche globale du phénomène de rift, incluant tous les processus élémentaires associés tels que recommandés par la mission technique indépendante d'octobre 2015
- ▶ 55 sites tectoniques examinés dont 41 segments de rifts majeurs pour lesquels 20 ont fait l'objet d'une analyse semi-quantitative détaillée
- ▶ Le site de la Chaîne des Puys - faille de Limagne ressort nettement en tant que site de référence pour illustrer un des quatre grands types de rift sur Terre : le rift lié à la formation de montagnes. Il se distingue notamment par un lien intime et visible entre volcanisme et tectonique, et bénéficie de la présence d'exceptionnelles inversions de relief qui permettent de lire l'enchaînement des processus géologiques
- ▶ Deux analyses spécifiques complémentaires concernent deux figures individualisées supposément remarquables soulignées par la mission technique indépendante : les inversions de relief (18 sites examinés - 9 évalués) et le volcanisme monogénique (116 sites examinés - 54 évalués)
- ▶ L'inversion de relief de la Montagne de la Serre, qui est la plus étudiée dans le monde, apparaît comme un archétype de ce type de forme géomorphologique. De même le champ volcanique se place parmi les dix champs monogéniques les plus représentatifs du monde. Ces éléments viennent renforcer la valeur universelle exceptionnelle du site liée au rift

Méthode utilisée

1 – Démarche générale

Le chapitre précédent de clarification entre tectonique et volcanisme a permis de préciser le processus géologique d'ensemble à prendre en considération pour le site (phénomène de rift dans toutes ses dimensions : tectonique et volcanique). Sur la base de ce processus clarifié et redéfini, une étude comparative complémentaire a été réalisée. Elle vient ainsi compléter l'analyse initiale du dossier de candidature et se conformer à la décision du 38^e Comité du patrimoine mondial de Doha (38 COM 8B.11), aux observations de l'UICN (rapport et réponse à la lettre d'erreurs factuelles), ainsi qu'aux recommandations de la mission technique indépendante d'octobre 2015.

- ▶ Extrait de la décision 38 COM 8B.11 :

"préciser les éléments tectoniques et structuraux interagissant avec le volcanisme monogénique de cette maquette géologique qui sont éminemment représentatifs des grands stades de l'histoire de la terre sur lesquels se base la valeur universelle exceptionnelle"

- ▶ Extraits du rapport de la mission technique indépendante d'octobre 2015 :

"Fulfilling the criterion (viii) in the proposed property needs more work on the comparative analysis to clarify the outstanding universal values. The scientist team should prepare further comparative analysis characterizing this nomination as combination of the alignment of volcanoes with the normal fault system and the geomorphological features." (Page 4, paragraphe 3)

"An improvement of the CA will certainly contribute to supply strong arguments about the real scientific value of the proposed property. In order to detail the CA, we recommend the following points:

i) Identification of areas with similar geological settings (continental rifts) that should be used in the CA; the examples refereed in the IUCN evaluation report that fit in this setting should also be included in the CA.

ii) Identification of the attributes that will be assessed in the CA, taking into account the geological setting, including the structural features related with the tectonic setting, volcanic features and geomorphological features. Each one of these three groups of features should be assessed independently using a semi-quantitative approach.

iii) A discussion should be presented in order to conclude if the proposed property has, in fact, a higher scientific value when compared without other classical locations under the same setting." (Page 4, paragraphe 4)

Ces documents ont orienté la logique et la construction de l'analyse comparative. Détaillant les quatre grands types de rift présents sur Terre et leur mécanisme de formation, elle liste les trois grandes figures géomorphologiques attendues pour un rift lié à la formation de montagnes (failles, volcanisme, inversion

Inversion de relief Montagne de la Serre



Volcanisme monogénique Chaîne des Puys



Tectonique Faille de Limagne



de relief). Elle définit ensuite pour chacune d'entre elles des critères pertinents d'analyse. Conformément aux recommandations de la mission technique indépendante et à partir d'une large liste de 55 sites tectoniques (dont 41 segments de rift majeurs) incluant les sites cités par les différents documents de l'UICN, elle identifie les 20 segments les plus pertinents (dont la totalité des rifts liés à la formation de montagnes) qui font ensuite l'objet d'une analyse semi-quantitative approfondie sur la base des critères définis en amont.

L'analyse croisée confirme le caractère indissociable des éléments tectoniques et volcaniques qui constituent les composants fondamentaux de cet ensemble géologique. Cette revue internationale démontre par une **approche semi-quantitative** que le bien proposé est inégalé dans l'illustration des premiers stades de séparation et de formation d'un continent et qu'il est éminemment représentatif d'un rift résultant de la formation de montagnes.

En traduisant géomorphologiquement dans un espace restreint la séquence complète de **rifting passif** (extension, sédimentation, volcanisme et soulèvement), ce site présente une réelle valeur universelle exceptionnelle.

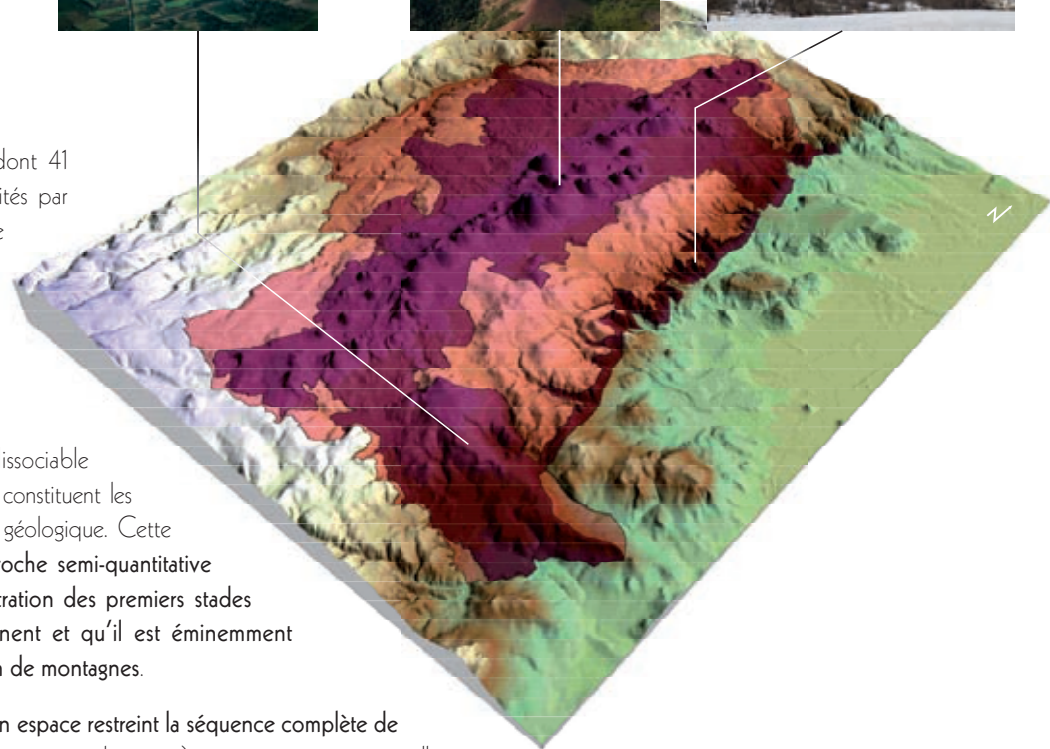
La mission technique indépendante a également souligné dans son rapport le caractère remarquable de deux des attributs considérés individuellement, à savoir le champ de volcans monogéniques et l'inversion de relief. Afin de vérifier cette affirmation, qui viendrait renforcer la valeur du site, deux analyses complémentaires spécifiques portant uniquement sur ce type de figures ont été réalisées. Elles portent sur 15 sites d'inversions de relief et 116 sites de volcanisme monogénique. Conformément aux recommandations de la mission indépendante de 2015, les éléments avancés par l'UICN ainsi que sa liste de sites volcaniques sont pleinement intégrés dans la partie concernant le volcanisme monogénique.

Ces deux analyses spécifiques démontrent que :

- L'inversion de relief de la Montagne de la Serre, la plus étudiée dans le monde, apparaît comme un archétype de ce type de forme géomorphologique ;
- Le champ volcanique de la Chaîne des Puys se place parmi les dix champs monogéniques les plus représentatifs du monde.

Ces éléments viennent renforcer la valeur du site liée au rift et confirment les conclusions de l'analyse comparative initiale, à savoir que l'ensemble tectono-volcanique Chaîne des Puys - faille de Limagne possède une valeur universelle exceptionnelle au titre du critère (viii).

A noter que l'analyse complète étant trop volumineuse pour le présent document, les tableaux détaillés relatifs à chaque sous-partie sont consultables en annexes. **Au même titre que l'ensemble de l'analyse, les tableaux ont fait l'objet de vérifications, corrections et validations par des scientifiques internationaux.**



Bloc diagramme de la maquette de géologie structurale : les trois grands attributs de l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne
© E. Langlois, CERAMAC

2 – Méthode de choix des sites

L'analyse comparative initiale était basée sur la nécessité de considérer dans leur ensemble les éléments tectono-volcaniques qui caractérisaient un rift lié à une chaîne de montagnes. Le choix des sites retenus pour comparaison s'était donc concentré sur ceux qui présentaient les mêmes caractéristiques géologiques que celles du bien proposé (association d'une faille majeure et d'un champ de volcans monogéniques), dans un contexte tectonique analogue (extension liée à une orogénèse).

Cette analyse en « entonnoir », partant du contexte tectonique général pour aller vers des structures et des morphologies particulières, impliquait une sélection stricte qui a de fait exclu un certain nombre de sites.

Pour répondre aux attentes formulées par l'UICN et la mission d'expertise d'octobre 2015, l'analyse complémentaire **réintègre un grand nombre de sites initialement écartés** car jugés non-pertinents, et passe en revue un très large éventail de structures (55 sites tectoniques dont 41 segments de rifts, 15 reliefs inversés et 116 champs de volcans monogéniques). Ainsi, pour chaque élément analysé, un large panel de sites est examiné.

Nombre de ces sites s'avèrent toutefois peu comparables du fait :

- ▶ de leur valeur limitée ;
- ▶ de leur localisation dans un autre contexte tectonique ;
- ▶ des structures différentes découlant de ce contexte.

A chaque fois, une liste resserrée des sites les plus pertinents pour comparaison a ainsi été dressée. Au final, **19 segments de rifts, 54 champs de volcans monogéniques et 9 exemples d'inversions de reliefs ont ainsi été retenus**. Tous ces sites font in fine l'objet d'une analyse semi-quantitative détaillée présentée ci-après.

3 – Système de notation et d'analyse des résultats

Le système de notation repose sur la définition préalable de **critères pertinents** qui permettent de définir le **caractère remarquable d'un site**. Ceux-ci sont ensuite notés soit de 0 à 5 lorsque le critère permet une évaluation qualitative comme c'est le cas dans l'analyse sur les rifts, soit de 0 à 2 lorsque le critère permet une approche plus binaire (2 = pleinement rempli, 1 = partiellement rempli, 0 = absence de critère) comme c'est le cas pour les deux analyses spécifiques.

Comme expliqué dans la première partie, les grands processus et figures géomorphologiques associés au rift sont profondément interconnectés dans le modèle géologique proposé pour inscription. Les structures tectoniques découlent de l'extension mais aussi du soulèvement et du volcanisme ; la

disposition du volcanisme monogénique est étroitement contrôlée par le système de failles ; et les inversions de relief résultent de la conjonction de ces mécanismes avec l'érosion (Cf. *Wright et al 2012, Nature Geosciences*). D'où la nécessité d'adopter une **méthode de notation permettant d'évaluer tout à la fois l'échelle des phénomènes, leur qualité et leur diversité**. Les résultats finaux indiquent le degré de connexion et la complétude des structures.

Dans toutes ces comparaisons, la notation est semi-quantitative. Elle est donc partiellement subjective et approximative, de sorte que l'on pourrait considérer les résultats finaux comme comportant une marge d'erreur. Afin d'atténuer ce biais, l'analyse des résultats procède en considérant des groupes de sites aux scores similaires. Les sites recueillant les meilleurs scores sont les plus comparables avec le bien proposé.

D'autres méthodes semi-quantitatives sont disponibles dans la littérature relative au patrimoine géologique (Cf. Brilha 2014, et autres références ci-dessous). La méthode retenue ici a été définie afin de **répondre précisément aux questions soulevées par le Comité du patrimoine mondial** de Doha et d'intégrer les recommandations de la mission technique de 2015.

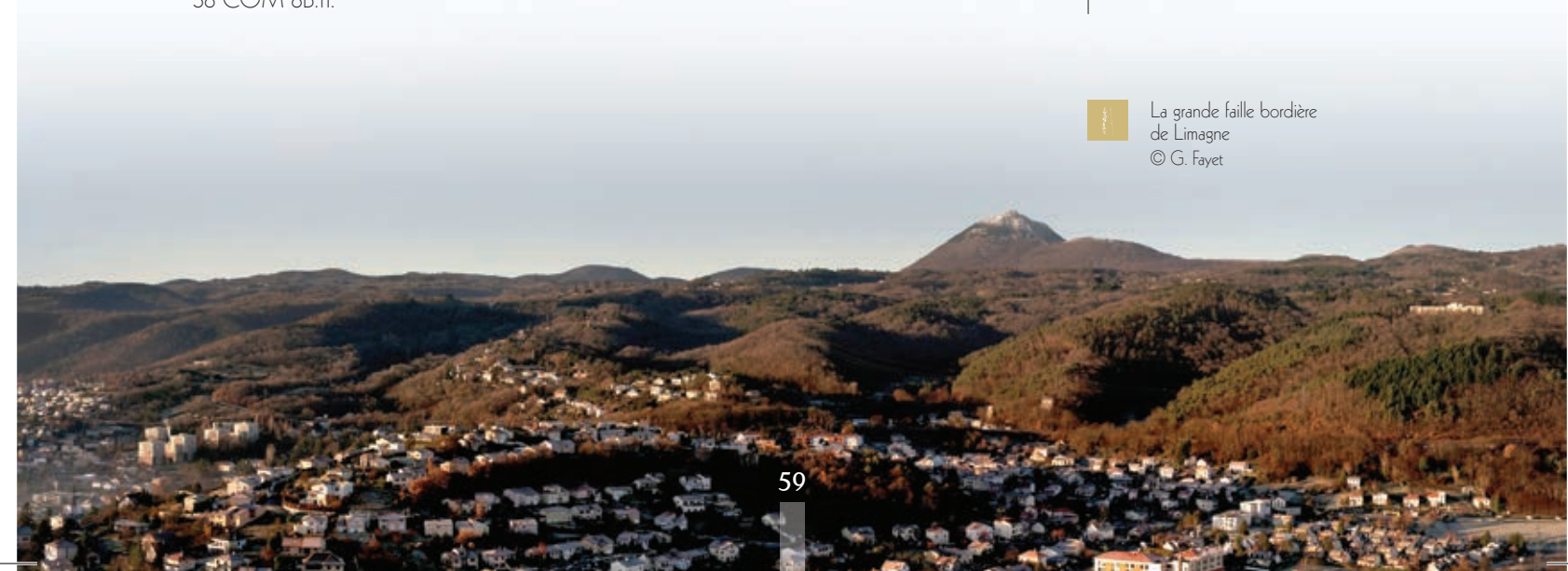
La notation ne tient pas compte dans ses critères du caractère pédagogique ou de la valeur scientifique générale de chaque site évalué. Néanmoins ces éléments sont pris en considération dans les analyses finales de chaque résultat afin de se conformer tout à la fois aux préconisations de l'UICN comme à celles des experts indépendants. Ces aspects sont des compléments importants qui confortent la valeur universelle de la Chaîne des Puys-faille de Limagne et peuvent être appliqués au bien dans son ensemble et pas uniquement à certaines formes géologiques.

La qualité de plus de **250 ans de recherches scientifiques** sur l'ensemble tectono-volcanique, l'importance des théories qui ont été définies et des récentes contributions soulignent la valeur du site pour la science. En effet, d'un point de vue pédagogique et éducatif, trois grands lieux touristiques sont entièrement dédiés aux phénomènes géologiques : Vulcania, le puy de Dôme et Lemptégy. Ils dépassent à eux trois le million de visiteurs annuels. **Aucun des sites comparés ne dispose d'un tel éventail d'outils et de lieux pédagogiques**, à l'exception peut-être de l'Eifel en Allemagne.

Enfin, plusieurs des sites au score élevé sont potentiellement de valeur universelle exceptionnelle, mais pour d'autres contextes tectoniques et valeurs géologiques que ceux du bien proposé. Cela reflète le **manque important de sites tectoniques sur la Liste du patrimoine mondial** et confirme la nécessité d'études thématiques géologiques et volcaniques approfondies, telles que demandées dans la décision 38 COM 8B.11.



La grande faille bordière
de Limagne
© G. Fayet



Rifts du monde

1 – Caractéristiques générales et importance des rifts pour le patrimoine géologique

La tectonique des plaques est le paradigme fondamental du fonctionnement géologique de la Terre, et la dérive des continents est le résultat de phénomènes majeurs de convergence, divergence, et décrochements de la croûte terrestre.

La divergence des plaques est le résultat du phénomène de taphrogenèse, qui est le pendant, pour ce phénomène de « séparation », du terme « orogenèse », qui décrit l'aspect « collision » de la tectonique des plaques. Ce phénomène de taphrogenèse inclut rifts continentaux et rides océaniques.

Le **phénomène de rift est ainsi le début de la séparation d'un continent en deux** (Hamilton, 2007, Condie 1997), qui aboutit à la formation d'un océan. Il s'agit donc d'un **processus géologique majeur, structurant l'histoire de la Terre**.

D'une manière plus générale, on distingue d'après O. Merle, 2012 (voir fiche dédiée à la clarification des liens tectono-volcaniques) **quatre grands types de rifts continentaux** liés à quatre contextes tectoniques spécifiques :

- ▶ Rift lié à un point chaud : une remontée de panache mantellique vient soulever la surface ;
- ▶ Rift lié à la formation de chaînes de montagnes : collision de deux plaques tectoniques ;
- ▶ Rift lié à des zones de subduction : enfoncement d'une plaque sous une autre ;
- ▶ Rift lié à des zones transformantes : deux plaques glissant l'une contre l'autre.

Si l'un de ces quatre types de rift continental poursuit complètement son développement, il peut finalement se scinder, aboutir à l'ouverture d'un océan et devenir une ride océanique.

Au regard de leur rôle dans la structuration actuelle de la surface de la Terre, ces quatre grands types de rifts, dont la mécanique est différente, méritent pleinement de figurer sur la Liste du patrimoine mondial.

Compte-tenu de l'échelle de ces systèmes géologiques qui s'étendent parfois sur plusieurs pays et des milliers de kilomètres, les rifts ne peuvent être inscrits dans leur totalité. Il convient donc d'**identifier les segments les plus illustratifs**, permettant de **comprendre sur un secteur délimité le phénomène dans sa globalité**, à travers des structures tectoniques, magmatiques et géomorphologiques.

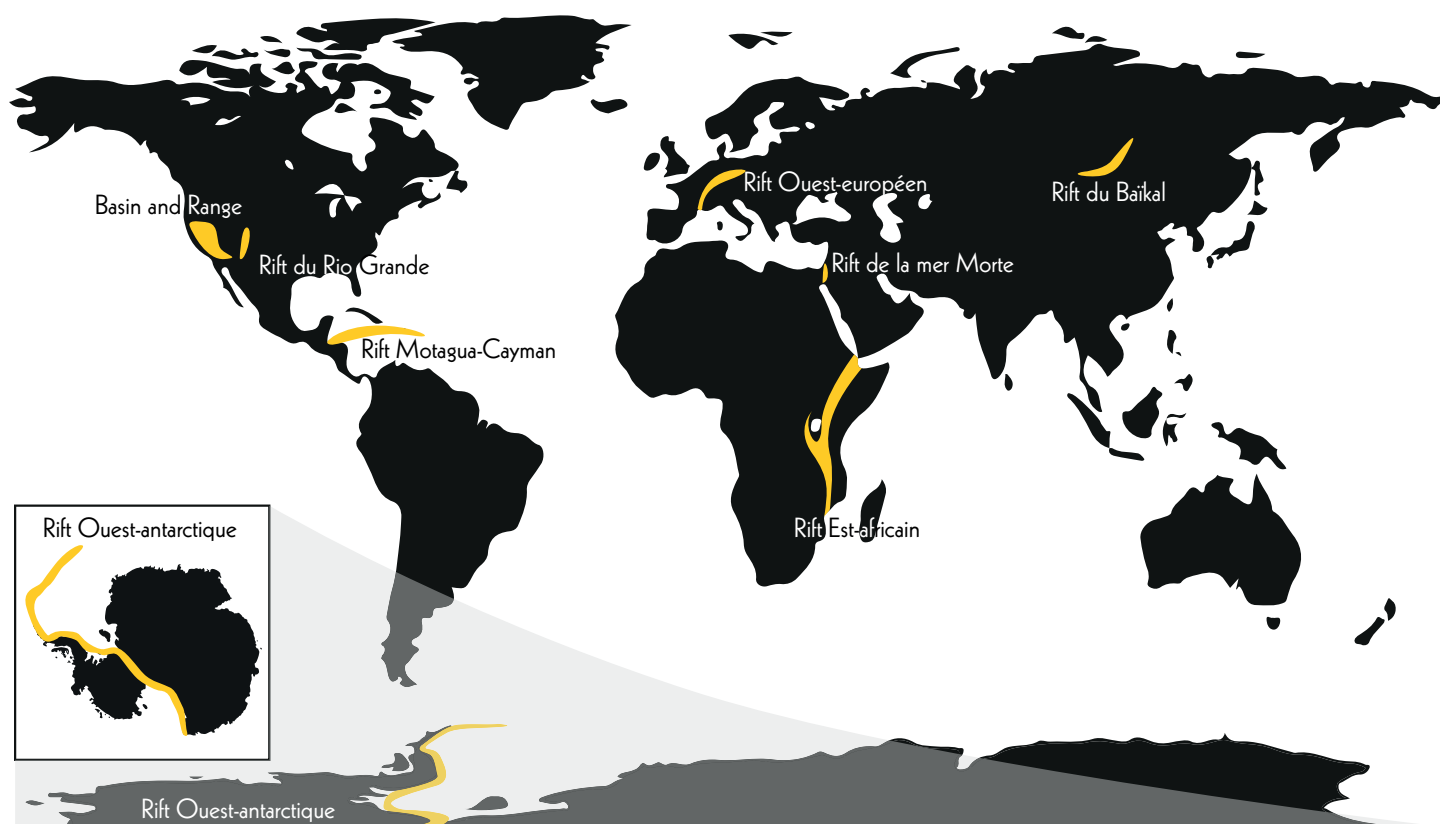
Il existe de nombreux rifts dans le monde, qui peuvent être regroupés en systèmes de rifts ou taphrogenèse tel que proposé par Sengor (1995)¹. La taphrogenèse étant à la séparation des plaques tectoniques ce que l'orogenèse est à leur collision, à cette large échelle, le nombre de rifts dans le monde est assez comparable à celui des orogenèses. Cela traduit le caractère conservateur de la tectonique des plaques, qui implique un nécessaire retour à l'équilibre : tout ce qui s'élève doit descendre et tout ce qui se sépare doit se rejoindre.

1 - Sengor, A.M.C. (1995), *Sedimentation and Tectonics of Fossil Rifts*. In C.J. Busby and R.V. Ingersoll (Eds.), *Tectonics of Sedimentary Basins*, Blackwell Science, Cambridge, 53-117.

On peut ainsi identifier huit systèmes de rifts continentaux majeurs qui se répartissent dans les quatre grandes typologies évoquées :

- ▶ Rifts liés à un point chaud : rift Est-africain, rift Ouest-antarctique ;
- ▶ Rifts liés à la formation de montagnes : rift Ouest-européen, rift du Baïkal ;
- ▶ Rifts liés à des zones de subduction : rift du Rio Grande and Basin and Range ;
- ▶ Rifts liés à des zones transformantes : rift de la mer Morte, rift Motagua - Cayman.

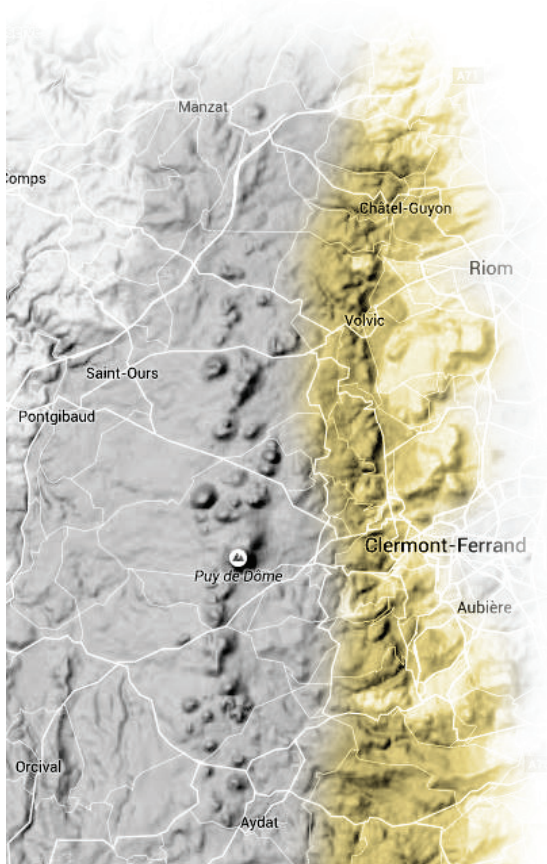
Il existe également des bassins d'arrière-arc tels que les mers Tyrrénienne, d'Égée et du Japon, qui sont également liés à des phénomènes de subduction.



Carte des huit grands systèmes de rifts continentaux
© Cd63



Rift du Baïkal : le lac qui occupe le graben du rift fait ressortir la faille principale au Nord-Ouest. Un second graben est visible à l'Est du lac. Les escarpements de faille sont longs et bien visibles dans le paysage, mais ils ne sont pas aussi clairement associés avec le volcanisme que dans le site de la Chaîne des Puys - faille de Limagne.



Chaîne des Puys - faille de Limagne : le long escarpement de faille est rectiligne, continu et bien visible dans le paysage. Le parallélisme entre l'alignement volcanique et la faille normale est frappant et peut être observé de nombreux points de vue situés dans le bien comme à plus grande distance.

Ainsi, parmi ces huit grands systèmes de rifts continentaux, deux sont liés à la formation de montagnes (mountain-related rifts) : le rift Ouest-européen et rift du Baïkal. Ces deux systèmes de rift mesurent chacun plus de 1 000 km de long et sont respectivement liés aux orogénèses alpine et himalayenne, les deux principales zones de collision actives sur terre, là où les plaques africaine et indienne rencontrent la plaque eurasiennne.

Différents aspects des zones de collision sont représentés sur la Liste du patrimoine mondial par des sites tels que Sardona, Lorentz ou Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn. Les zones de subduction sont représentées par des sites volcaniques tels que les Îles Éoliennes et le Kamchatcka dans une certaine mesure. Les points chauds sont partiellement représentés par Yellowstone, Hawaï, les Galapagos, Jeju, Tenerife ou la Réunion.

Les rifts sont parfois difficiles à percevoir à l'échelle du paysage et c'est une des raisons pour lesquelles ils ne sont pas spécifiquement représentés pour leurs aspects géologiques sur la Liste du patrimoine mondial. Ainsi, certains sites inscrits tels que les Virunga, Thingvellir ou le lac Malawi sont situés dans un tel contexte mais inscrits pour d'autres valeurs. De même, le Baïkal est uniquement reconnu au titre de son lac d'eau douce le plus profond du monde et la dimension tectonique n'est pas citée dans sa déclaration de valeur universelle exceptionnelle.

Certains sites illustrent des phénomènes très spécifiques qui s'apprécient surtout à échelle rapprochée, tels que les Îles Macquarie en Australie qui donnent un instantané d'une faille transformante océanique à travers des expositions basaltiques et sédimentaires, ou le Gros-Morne au Canada dont les roches témoignent de la fermeture d'un océan.

2 – Choix des structures et morphologies pertinentes pour comparaison

La formation d'un rift répond à trois grands processus résumés par Cloos (1939) : soulèvement, rift (graben) et volcanisme.

Les quatre types de rifts combinent ces trois processus de manière différente. De ce fait, un site qui vise à illustrer le phénomène complet de rift doit présenter clairement ces trois processus dans ses structures et morphologies.

Il convient toutefois de noter que les rifts liés aux failles transformantes peuvent suivre la même séquence que ceux liés aux montagnes mais certains ne présentent ni volcanisme, ni soulèvement significatif. Dans les zones de subduction, le magmatisme est plus important, quasi simultané et augmente avec l'extension tendant à se concentrer dans le bassin du rift et non sur son épaulement.

Résumé des principaux phénomènes se succédant sur chaque type de rift :

- ▶ Point chaud : soulèvement par point chaud — rift — volcanisme ;
- ▶ Formation de montagnes : rift — volcanisme — soulèvement par flux d'asténosphère ;
- ▶ Subduction : volcanisme — rift — et possible soulèvement sous plaque par un magma d'arc volcanique ;
- ▶ Faille transformante : rift et possible volcanisme (pas de soulèvement).

Ces différentes séquences aboutissent donc à la formation de formes géologiques spécifiques qui caractérisent et matérialisent chaque type de rift.

La **figure géologique principale de tout rift est une faille normale**, tout système de rift doit donc en présenter une (Lyell 1864, Gregory, 1894, Cloos 1939, Sengor 1995, Merle 2011). Les deux autres structures principales en sont l'épaulement (ou horst) et son fossé d'effondrement (ou graben) (Ramsey and Huber 1987).

La faille normale **s'exprime dans le paysage par un escarpement linéaire**, par opposition aux chevauchements courbes et sinueux des orogénèses et aux structures déplacées latéralement des failles transformantes. On note également des traces d'érosion sur son épaulement, des processus de transport de roches et matériaux sur l'escarpement (tels que glissements de terrain, érosion hydrique ou érosion glacière) et la sédimentation dans le bassin d'effondrement.

Il est à souligner comme cela avait été expliqué dans la partie clarifications, que les failles tectoniques sont rarement visibles dans le paysage : soit elles sont érodées, soit elles sont recouvertes par les sédiments. Deux configurations peuvent cependant conduire à leur exposition :

- ▶ Lorsque la faille est naissante, avant que ne se développe l'escarpement (Cf. Islande et Afrique de l'Est) ;
- ▶ Lorsque l'érosion surpasse la sédimentation, ce qui se produit suite à un soulèvement généralisé de la zone (faille de Limagne).



Islande - le site de Thingvellir qui laisse apparaître une faille naissante bien visible
© CanadaTry.fr



Les failles à l'intérieur des rifts sont souvent associées avec une activité magmatique, là où les dykes créent des fractures additionnelles près de la surface (Cf. rifts de l'Afar, du Kenya et de l'Islande).

Par ailleurs, comme indiqué précédemment, le **volcanisme est partie intégrante de la plupart des rifts** en raison du rôle que le magma peut jouer dans leur formation. Il fait donc partie des **figures imposées qui doivent être prises en compte dans la comparaison**. On recherchera notamment des critères le liant clairement au rift (alignement parallèle aux failles par exemple).

Enfin, comme cela a pu être précisé précédemment, l'enchaînement de la séquence rift (graben) – volcanisme – soulèvement est différent selon le type de rift. Aussi, des **formes géomorphologiques complémentaires** pouvant permettre de **retracer et comprendre l'enchaînement de ces épisodes successifs** constituent une nécessité pour appréhender le fonctionnement global du phénomène. En gardant la mémoire de la nature des sols et de la hauteur des reliefs, et témoignant de l'érosion induite par le soulèvement, les **inversions de relief constituent de véritables horloges géologiques** qui répondent parfaitement à ces attendus. Il apparaît donc essentiel de rechercher ce type de figures géomorphologiques dans la comparaison.

Les critères suivants ont ainsi été retenus :

- ▶ Pour les phénomènes d'extension et/ou de soulèvement, les formes géologiques qui tiendront lieu de comparaison sont :
 - ▶ un escarpement clair ;
 - ▶ une ligne de faille longue et droite ;
 - ▶ un épaulement de rift (horst présentant différents types de roches) ;
 - ▶ des vues rapprochées du plan de faille (affleurements) ;
 - ▶ des liens clairs entre tectonique et volcanisme ;
 - ▶ des processus d'érosion et de sédimentation clairement traduits dans le paysage ;
 - ▶ des inversions de relief (horloge du temps géologique).
- ▶ Pour les inversions de relief, quatre entrées sont retenues :
 - ▶ un relief inversé lié au volcanisme ;
 - ▶ des inversions se produisant dans des roches anciennes et récentes, générant un éventail significatif de morpho structures ;
 - ▶ des inversions de reliefs qui peuvent être vues indifféremment depuis les volcans comme depuis la faille ;
 - ▶ existence de liens entre roches anciennes et modernes.
- ▶ Pour les phénomènes volcaniques liés à la tectonique, ils seront évalués au regard de divers aspects :
 - ▶ un volcanisme génétiquement associé au rift ;
 - ▶ du volcanisme monogénique ;
 - ▶ du volcanisme polygénique ;



Le site de Göreme en Turquie illustre un rift lié une faille transformante
© M. Orlando

- ▶ des édifices volcaniques alignés ;
- ▶ une certaine densité de leur groupement ;
- ▶ une diversité des formes volcaniques et des laves ;
- ▶ une visibilité conjointe du volcanisme et des structures tectoniques ;
- ▶ un volcanisme lié à d'autres processus géologiques (sédimentation, soulèvement, érosion) ;
- ▶ un volcanisme clairement visible dans le paysage.

Pour les aspects volcaniques du rift, il est à noter que certains systèmes sont a-magmatiques, dans les zones transformantes par exemple. Si de tels sites peuvent présenter un intérêt tectonique, leur valeur géologique globale est par nature moins importante puisqu'ils n'illustrent qu'une part des phénomènes habituellement liés aux rifts.

3 – Choix des sites retenus pour comparaison

Comme il n'existe pas d'étude globale à visée patrimoniale pour les rifts, le choix des sites utilisés pour la comparaison est réalisé à partir :

- ▶ D'une liste issue l'étude thématique sur le patrimoine géologique faite par l'IUCN en 2005, dans laquelle étaient identifiés 24 sites du patrimoine mondial incluant des phénomènes tectoniques (dont une dizaine de rifts) ;
- ▶ D'une liste des principaux rifts modernes du monde comportant 41 grands segments de rift, bâtie à partir de trois références bibliographiques principales traitant des rifts en général et complétée par les suggestions de tectoniciens étrangers consultés pour cette étude complémentaire (voir lettres en annexes).

Ces deux listes sont respectivement détaillées dans les deux tableaux R1 et R2 situés en annexes. Pour chacun des sites, le tableau comprend une description du contexte tectonique, de leur emplacement et une analyse de leur pertinence.



Ensemble tectono-volcanique
articulé autour de la faille de Limagne
© G. Fayet

Ainsi, sur la première liste de sites inscrits au patrimoine mondial, sept sites pertinents correspondant à des rifts sont retenus pour l'évaluation. Les autres sites de la liste ne sont pas retenus, soit parce que ce ne sont pas des rifts (zones de collision, de subduction, failles normales, rides océaniques...), soit, pour trois d'entre eux, parce que bien qu'étant des rifts ils ne présentent pas de faille nette (Ngorongoro : pas de faille visible sur site, Simien : début de rift où le phénomène de faille n'est pas encore apparu, Golfe de Californie : l'état avancé de l'ouverture océanique ne permet pas de voir les failles).

La seconde liste est entièrement constituée de 41 segments de rifts et inclut d'ailleurs assez logiquement parmi eux les dix sites de rift identifiés ci-avant. Dans cette liste **tous les rifts liés à la formation de montagnes** (mountain related-rift), qui correspondent à la typologie de rift du site candidat, ont été retenus soit cinq sites (Baïkal, Nord du Rhin, Sud du Rhin, Bresse/Roanne, Egger Graben). On retrouve ainsi les deux grands systèmes de rift liés aux montagnes cités précédemment (Baïkal et



Le rift de la mer Morte, lié à une faille transformante, dont le graben est occupé par la mer éponyme
© NASA

Ouest-européen). Concernant le Baïkal, malgré sa longueur importante et compte-tenu que celui-ci est déjà inscrit dans sa totalité sur la Liste du patrimoine mondial, il est considéré comme un seul site, ce qui a plutôt tendance à le favoriser dans l'analyse par rapport aux autres segments du rift Ouest-européen.

En outre une sélection de sites illustrant d'autres types de rift a été réalisée, en recherchant les segments qui présentaient les trois processus associés au rifting décrits par Cloos afin de rechercher des illustrations du phénomène global, tel que recommandé par la mission technique indépendante. Assez logiquement on retrouve majoritairement des rifts liés aux points chauds (qui bien que présentant un ordonnancement différent des processus, est avec les rifts liés à la formation de montagne ceux qui présentent les séquences les plus complètes, cf ci-dessus), en particulier des segments du système de rift Est-africain : Lac Malawi, Kilimandjaro, Rwenzori (Ouganda), Afar+Djibouti, Nord de la Tanzanie, et Virunga. On retrouve également plusieurs rifts liés aux zones de subduction et aux failles transformantes : Göreme en Turquie et la Mer Morte (faille transformante), la Dépression du Nicaragua, Taupo en Nouvelle Zélande et le Golfe de Corinthe (subduction) et le Rio Grande (subduction et faille transformante). Enfin un site lié à une ride océanique (Islande) et un ancien rift continental (Keweenaw aux Etats-Unis) ont également été inclus.

Au total ce sont donc 19 sites issus de la combinaison des deux listes qui ont été retenus comme étant les plus pertinents et qui ont fait l'objet de l'analyse semi-quantitative détaillée.



Parc National des Virunga en République Démocratique du Congo, dont le rift est lié à un point chaud
© G. Collin



Bordure de la Rift Valley Est-africaine en Tanzanie
© J.-M. Bardintzeff



Rift du Rio Grande lié à la fois à une zone de subduction et à une faille transformante
© J.S. Aber



Détroit de Corinthe, rift lié à une zone de subduction
© CRPG, Nancy



Localisation des segments de rift retenus pour comparaison
© Cd63



0 - Limagne
1 - Sud du Rhin
2 - Nord du Rhin
3 - Egger
4 - Bresse/Roanne

5 - Baïkal
6 - Mer Morte
7 - Rio Grande
8 - Afar
9 - Nord Tanzanie

10 - Rwenzori
11 - Virunga
12 - Lac Malawi
13 - Kilimandjaro
14 - Islande

15 - Keweenaw
16 - Dépression du Nicaragua
17 - Taupo
18 - Golfe de Corinthe
19 - Göreme

4 – Analyse des résultats

L'évaluation réalisée pour la Chaîne des Puys - faille de Limagne et chacun des 19 sites retenus pour comparaison aboutit au tableau de synthèse suivant :

	0	1	2	3	4	5	6
	Limagne	Sud du Rhin	Nord du Rhin	Egger	Bresse/ Roanne	Baïkal	Mer Morte
Faille normale							
Escarpement clair	4	5	2	4	4	5	3
Ligne de faille longue et droite	4	5	2	4	4	5	3
Épaulement de rift (yc diff. types de roches)	4	5	0	5	5	5	3
Vues rapprochées du plan de faille	4	4	2	5	4	5	5
Liens clairs entre tectonique et volcanisme	5	5	0	5	0	3	2
Processus d'érosion et de sédimentation visibles	5	5	4	4	5	5	5
Inversion de relief servant d'horloge géologique	5	2	2	3	0	0	0
Sous-total	31	31	12	30	22	28	21
Inversion de relief							
Liée au volcanisme	5	3	0	3	0	0	0
Se produisant dans des roches jeunes et anciennes	5	2	0	3	0	0	0
Visible depuis la faille et les volcans	5	0	0	0	0	0	0
Existence de liens entre roches anciennes et récentes	5	3	0	0	0	1	0
Sous-total	20	8	0	0	0	1	0
Volcanisme							
Volcanisme génétiquement associé au rift	5	3	0	4	0	2	3
Volcanisme monogénique	5	5	0	5	0	4	3
Volcanisme polygénique	0	2	0	5	0	0	0
Alignement des édifices	5	0	0	2	0	3	2
Densité du regroupement	5	4	0	3	0	1	0
Variété des formes et des laves	5	3	0	4	0	1	1
Visibilité conjointe avec la faille	5	2	0	2	0	1	1
Relation avec d'autres processus (sédimentation, soulèvement, érosion)	5	2	0	5	0	1	1
Visibilité dans le paysage	5	4	0	2	0	2	2
Sous-total	40	25	0	32	0	15	13
Total	91	64	12	62	22	44	34

Tous les critères listés précédemment sont notés sur une échelle allant de 0 à 5 :
5 = haut potentiel **4** = bien **3** = moyen **2** = faible **1** = minimal **0** = absence de valeur

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Rio Grande	Afar	Nord de la Tanzanie	Rwenzori	Virunga	Malawi	Kili-mandjaro	Islande	Keweenaw	Nicaragua	Taupo	Corinthe	Göreme
3	2	4	5	5	5	2	2	0	4	0	0	4
3	5	5	5	5	5	2	3	0	4	3	0	4
3	2	4	5	4	4	2	0	0	3	2	0	4
4	5	5	5	5	5	2	5	3	5	5	4	4
4	4	5	0	4	4	5	5	2	1	3	3	2
5	3	3	5	3	3	2	2	0	2	2	0	5
4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5
26	21	26	25	26	26	2	19	5	19	15	7	28
3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
4	3	3	0	3	3	0	3	0	1	1	1	5
13	3	3	0	3	3	0	7	0	1	1	1	17
5	5	5	0	5	2	5	5	5	5	5	0	4
3	3	5	0	3	2	2	5	0	5	3	0	5
5	5	5	0	5	2	5	5	5	5	5	0	0
2	2	3	0	5	2	5	4	0	4	3	0	0
1	1	3	0	3	3	3	3	0	3	3	0	0
2	4	4	0	3	3	5	2	0	4	4	0	2
2	4	3	0	3	3	0	4	0	3	4	0	0
3	5	5	0	5	5	4	5	0	3	4	0	0
4	4	4	0	4	4	5	5	2	4	5	0	5
27	33	37	0	36	26	34	38	12	36	36	0	16
66	57	66	25	65	55	36	64	17	56	52	8	61



Analyse pour chacun des trois grandes catégories d'items

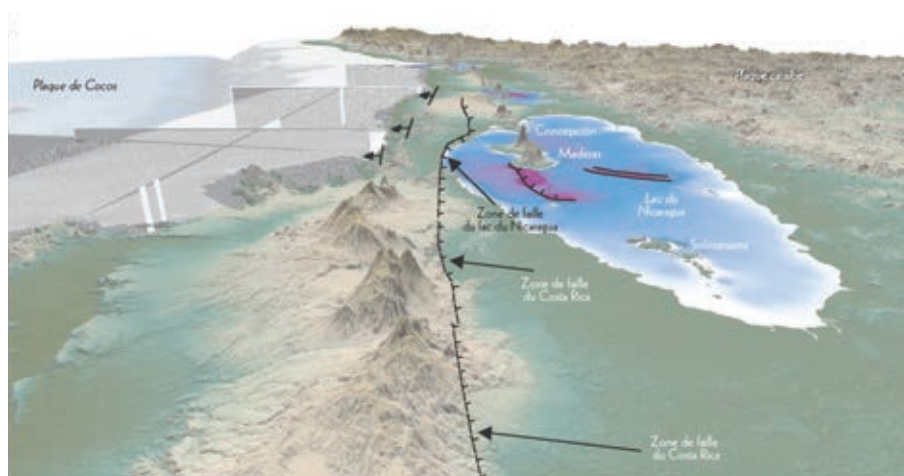
Concernant les figures liées à la faille et à la séquence tectonique, l'analyse comparative s'est concentrée sur l'évaluation de **sites représentatifs d'un rift lié à la formation de montagnes**. Il est donc logique que les **sites emblématiques des deux grands systèmes de ce type, le rift Ouest-européen** (Sud-Rhin, de l'Egger et faille de Limagne) **et le Baïkal**, ressortent avec **les plus hauts scores** sur les aspects tectoniques (plus de 28 points). Göreme atteint également ce score élevé grâce notamment à sa faille claire et la présence d'inversions jouant le rôle d'horloges. Ces scores sont suivis par un deuxième tiers de sites dominés par le rift Est-africain (point chaud) et le Rio Grande (faille transformante et subduction), qui totalisent entre 25 et 26 points. Leur score plus faible est principalement lié à leur typologie : ce ne sont pas des rifts liés à des montagnes et n'ont donc pas exactement les mêmes structures que celles retenues dans les critères de comparaison.

Un troisième groupe de sites réunit entre 19 et 22 points. Ce sont des sites liés à d'autres environnements tectoniques, tels que la subduction ou les rides océaniques. Les structures qui en découlent sont nécessairement différentes. Ce groupe inclut également la Bresse, pénalisée par l'absence d'horloge géologique et de volcanisme.

Enfin il y a quelques sites présentant un faible score, tels que le Kilimandjaro, le Golfe de Corinthe et le Keweenaw qui contiennent des structures tectoniques mais qui sont dominés soit :

- ▶ Par un large stratovolcan pour le premier ;
- ▶ Par des failles sous-marines pour le second (rift recouvert par la mer) ;
- ▶ Par un rift très ancien et donc peu visible pour le dernier.

Concernant les inversions de relief, le site de la **Chaîne des Puys - faille de Limagne** obtient la **meilleure note** (20). Seul le site de Göreme s'en approche (17 points), où l'on peut voir une autre inversion de relief très nette à côté d'une jeune coulée de lave. Cependant ce site est situé dans le bassin plutôt que sur les bords du rift. Le Rio Grande (13 points) dispose également d'une inversion intéressante. Les autres sites obtiennent un score inférieur à 5. Le score élevé ici encore de l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne souligne le caractère remarquable de la Montagne de la Serre, comme cela avait été relevé par Desmarest dès 1773.



Représentation schématisée de la dépression du Nicaragua, rift lié à la subduction entre la plaque des Cocos et la plaque Caraïbe
© Geological society of america



Lac Baikal qui occupe le graben du rift du même nom
© Cd63

Les **résultats de la section volcanique font ressortir un premier groupe de six sites** entre 36 et 40 points. Ce sont des rifts situés dans des environnements tectoniques propices au volcanisme présentant un éventail particulièrement remarquable de phénomènes volcaniques : Chaîne des Puys - faille de Limagne (rift lié à la formation de montagnes), Nord-Tanzanie et Virunga (point chaud), Dépression du Nicaragua et Taupo en Nouvelle Zélande (subduction). L'Islande obtient également un score élevé. La Chaîne des Puys - faille de Limagne obtient un score très haut car les volcans et la faille y sont intimement connectés tant structurellement que visuellement. C'est un des arguments clés de la candidature qui se trouve fortement confirmé par l'analyse comparative.

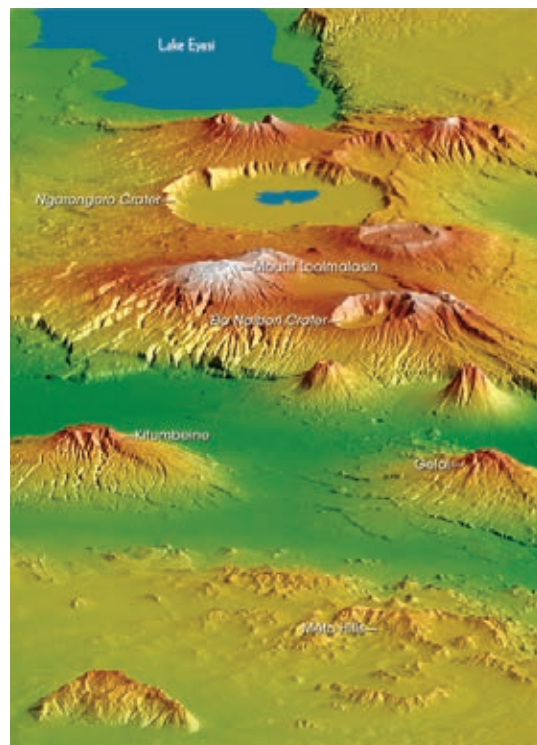
Ensuite un autre tiers de sites obtient entre 25 et 34 points, ce sont des sites où le volcanisme est présent mais où le phénomène apparaît moins remarquable. Trois sites scorent entre 12 et 15 (existence de volcanisme mais très peu remarquable : faible éventail, aucun lien avec la tectonique, morphologiquement peu clair...)

Enfin quatre sites ne présentent aucun volcanisme : Bresse, Nord Rhin, Rwenzori et Corinthe.

Analyse globale sur tous les items

L'analyse globale, incluant tous ces éléments caractéristiques d'un rift (en particulier d'un rift lié à la formation de montagnes) donne le **meilleur score pour la Chaîne des Puys - faille de Limagne qui se détache très nettement** (91 points). Sept autres segments continentaux et océaniques qui ont montré une grande qualité de formes géomorphologiques suivent entre 61 et 66 points : Sud du Rhin et Egger (rifts liés à la formation de montagnes), Nord-Tanzanie et Virunga (point chaud), Göreme (faille transformante), Rio Grande (subduction et faille transformante) et l'Islande (ride océanique). Les **sites non liés à la formation de montagnes sont logiquement pénalisés par cette analyse** qui inclut des expressions qui sont spécifiques à ces rifts. Il est à souligner que si des expressions typiques de rides océaniques ou de points chauds avaient été évaluées, les sites islandais ou Est-Africains se seraient probablement distingués. Dans ce type de sites, les inversions de reliefs sont remplacées par des bombements lors des phases de soulèvement et par les géomorphologies érosives qui en découlent dans un second temps. Le volcanisme y est concentré au centre du bassin qui s'enfonce sous l'effet continu de l'extension. Mais comme cela a été développé, l'analyse des failles bordières fortement érodées ou la fissuration du sol liée au magma ne s'inscrivent pas dans le présent cadre.

En ce qui concerne la typologie spécifique des rifts liés à la formation de montagnes qui constitue une catégorie à part entière sur laquelle s'est centrée l'analyse, le **site de la Chaîne des Puys - faille de Limagne se distingue sans contestation, devançant deux autres segments du rift-Ouest européen** (Sud du Rhin et Egger). Le Baïkal arrive en quatrième position, volcanisme et inversions de relief y étant moins marqués. Enfin la Bresse et le Nord du Rhin, qui ne comportent ni inversion de relief ni volcanisme visible obtiennent des scores inférieurs à 15.



Système volcanique du Nord de la Tanzanie : cratère Ngorongoro et lac Etasy qui occupent ce segment de rift lié à un point chaud
© NASA

5 – Conclusion de l'analyse des rifts

Bien qu'il soit difficile de comparer stricto-sensu des rifts de typologie différente (le séquençement différent des processus faisant apparaître des formes géomorphologiques non similaires), l'analyse comparative permet de constater que le **site Chaîne des Puys - faille de Limagne permet d'appréhender de manière exceptionnelle et dans un petit périmètre tous les processus mis en jeu dans la formation des grabens** : rift, volcanisme et soulèvement. En effet il se caractérise notamment par un lien intime et visible entre volcanisme et failles, et bénéficie de la présence d'exceptionnelles inversions de relief qui permettent de lire l'enchaînement des processus géologiques. **A l'échelle des rifts du monde il constitue donc un site remarquable pour illustrer le phénomène tectonique dans sa globalité.**

En ce qui concerne les **rifts liés à la formation de montagnes**, qui constituent un des quatre grands types de rifts qui pourraient être représentés sur la Liste du patrimoine mondial, l'évaluation semi-quantitative, centrée sur les formes géologiques qui y sont associées, fait clairement ressortir le **site de la Chaîne des Puys et de la Faille de Limagne comme étant le plus représentatif au niveau mondial.**

Cette analyse complémentaire vient ainsi confirmer et renforcer celle réalisée dans le dossier de candidature initial et rejoint les conclusions de la mission technique indépendante d'octobre 2015 :

"It is the ensemble of volcanoes and tectonic structures and landscapes that make it such a scale model and unique in its clearness and completeness on our planet Earth"
(page 1, dernière phrase)

Cette observation met en lumière la nature profonde de l'ensemble tectono-volcanique proposé pour inscription, où structures et morphologies se combinent remarquablement pour constituer un modèle réduit des prémices de la séparation d'un continent.

Références

- ▶ Babuska, Vladislav; Fiala, Jiří; Plomerová, Jaroslava (2010), *Bottom to top lithosphere structure and evolution of western Eger Rift* (Central Europe), International Journal of Earth Sciences: Geologische Rundschau 99.4 : 891-907
- ▶ Baker, B.H., Mohr, P. A., and Williams, L. A. J., (1979). *Geology of the Eastern Rift System of Africa*. Geological Society of America Special Papers, 136, 1-68. doi:10.1130/SPE136-p1
- ▶ Celâl engör, A.M., (1984). *The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Eurasia*. Geological Society of America Special Papers, 195, 1-74. doi:10.1130/SPE195-p1
- ▶ Cole, J. (1990). *Structural control and origin of volcanism in the Taupo volcanic zone, New Zealand*. Bulletin of Volcanology, 52(6), 445-459. doi:10.1007/BF00268925

- ▶ Davis, D.W., and Paces, J.B., (1990). *Time resolution of geologic events on the Keweenaw Peninsula and implications for development of the Midcontinent rift system*. Earth Planet Science Letters, 97, 54-64.
- ▶ Davis, G.A., and Burchfiel, B.C., (1973). Garlock fault; *An intracontinental transform structure, southern California*. Geological Society of America Bulletin, 84, 1407-1422.
- ▶ De Silva, S.L., and Francis, P., (1990). *Potentially active volcanoes of Perú - Observations using the Landsat Thematic Mapper and space shuttle photography*. Bulletin of Volcanology, 52: 286-301.
- ▶ Defant, M., De Boer, J., & Dietmar, O. (1988). *The western Central Luzon volcanic arc, the Philippines: Two arcs divided by rifting?* Tectonophysics, 145(3-4), 305-317. doi:10.1016/0040-1951(88)90202-8
- ▶ Dewey et al. (1986) *Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia - a young collision zone*. Geological Society, London, Special Publications 1986, v. 19, p. 1-36
- ▶ Dickinson, W.R., (2002) *The Basin and Range Province as a Composite Extensional Domain*. International Geology Review, 22, 1-38.
- ▶ Diraison, M., Cobbold, P.R., Gapais, D., and Rossello, E.A., (1997). *Magellan Strait: Part of a Neogene rift system*. Geology, 25, 703-706, doi:10.1130/0091-7613(1997)025<0703:MSPOA N>2.3.CO;2
- ▶ Einarsson, P., (2008). *Plate Boundaries, rifts and transforms in Iceland*. JOKULL, (58), 35-58.
- ▶ Elders, W., Rex, R., Meidav, T., Robinson, P., and Biehler, S., (1972). *Crustal Spreading in Southern California: The Imperial Valley and the Gulf of California formed by the rifting apart of a continental plate*. Science, 178, 15-24.
- ▶ Eyal, Y., (1983). *Tectonic Analysis of the Dead Sea Rift Region since the Late-Cretaceous based on Mesostructures*. Tectonics, 2(2), 167-185.
- ▶ Faulds, J., Henry, C., & Hinz, N. (2005). *Kinematics of the northern Walker Lane: An incipient transform fault along the Pacific-North American plate boundary*. Geology, 33(6), 505-508. doi:10.1130/G21274.1
- ▶ Fuller, R. E., & Waters, A. C. (1929). *The Nature and Origin of the Horst and Graben Structure of Southern Oregon*. The Journal of Geology, 37(3), 204-238.
- ▶ Girdler R.W., (1970), *The structure and evolution of the Red Sea and the nature of the Red Sea, Gulf of Aden and Ethiopian Rift Junction*, Tectonophysics, 10(5), 579-582, ISSN 0040-1951.
- ▶ Karp, T., Scholz, C.A., and McGlue M.M., 2012, *Structure and stratigraphy of the Lake Albert Rift, East Africa: Observations from seismic reflection and gravity data*, in O. W. Baganz, Y. Bartov, K. Bohacs, and D. Nummedal, eds., Lacustrine sandstone reservoirs and hydrocarbon systems: AAPG Memoir 95, p. 299 – 318.
- ▶ Keller, G.R., and Baldrige, W.S., (1999). *The Rio Grande Rift: A Geological and Geophysical Overview*. Rocky Mountain Geology, 34, 121-130, doi: 10.2113/34.1.121.
- ▶ Lizarralde, D., et al. (2007). *Variation in styles of rifting in the Gulf of California*. Nature, 448(July 26), 466-469. (doi:10.1038/nature06035)
- ▶ Manton, W. I. (1987), *Tectonic interpretation of the morphology of Honduras*, Tectonics, 6(5), 633-651, doi:10.1029/TC006i005p00633.

- ▶ Martini, I. Peter; Vai, Gian Battista (2001). «*Geomorphologic Setting*». In Martini, I. Peter; Vai, Gian Battista. *Anatomy of an orogen: the Apennines and adjacent Mediterranean basins*. Dordrecht [u.a.]: Kluwer Academic Publishers. pp. 1-4.
- ▶ McConnell, R.B., (1972). *Geological Development of the Rift System of Eastern Africa*, Geological Society of America Bulletin, 83(9), 2549-2572, doi:10.1130/0016-7606(1972)83[2549:GDOTRS]2.0.CO;2
- ▶ Rasskazov S. V., Luhr J. F., Bowring S. A., Ivanov A. V., Brandt I. S., Brandt S. B., Donnerova E. I., Boven A. A., Kunk M., Housh T., Dungan M. A. Berliner (2003), *Late Cenozoic Volcanism in the Baikal Rift System: Evidence for Formation of the Baikal and Khubsugul Basins due to Thermal Impacts on the Lithosphere and Collision-Derived Tectonic Stress*. Paläobiologische Abhandlungen, Berlin, 4, 33 – 48.
- ▶ Ring, U., (1994). *The influence of preexisting structure on the evolution of the Cenozoic Malawi rift (East African rift system)*. Tectonics, 13(2), 313–326, doi:10.1029/93TC03188.
- ▶ Ring, U., (2008). *Extreme uplift of the Rwenzori Mountains in the East African Rift, Uganda: Structural framework and possible role of glaciations*. Tectonics, 27, TC4018, doi:10.1029/2007TC002176.
- ▶ Rocchi, S., Armienti, P., D'Orazio, M., Tonarini, S., Wijbrans, J.R., and Di Vincenzo, G., (2002). *Cenozoic magmatism in the western Ross Embayment: Role of mantle plume versus plate dynamics in the development of the West Antarctic Rift System*. J. Geophys. Res., 107(B9), 2195. doi:10.1029/2001JB000515
- ▶ Rogers, R.D., and Mann, P., (2007). *Transtensional deformation of the western Caribbean–North America plate boundary zone*, in Mann, P., ed., *Geologic and tectonic development of the Caribbean plate boundary in northern Central America*: Geological Society of America Special Paper, 428, 37–64, doi: 10.1130/2007.2428(03).
- ▶ Sengor AM, Natal'in BA 2001 *Rifts of the World*. Geological Society of America Special Paper 352: 339-401.
- ▶ Sherman, S.I., 1992, *Faults and tectonic stresses of the Baikal rift zone*. Tectonophysics, v. 208, p. 297–307.
- ▶ Sich, K., and Natawidjaja, D., 2000, *Neotectonics of the Sumatran Fault, Indonesia*. Journal of Geophysical Research, v. 105, p. 28295–28326.
- ▶ Suter, M., O. Quintero, and C. A. Johnson (1992). *Active faults and state of stress in the central part of the Trans-Mexican Volcanic Belt*, Mexico 1. The Venta de Bravo Fault. J. Geophys. Res., 97(B8), 11983–11993. doi:10.1029/91JB00428.
- ▶ Taira, A. (2001). *Tectonic Evolution of the Japanese Island Arc System*. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 29, 109-134. doi:10.1146/annurev.earth.29.1.109
- ▶ Taylor, B., Weiss, J.R., Goodliffe A.M., Sachpazi, M., Laigle, M., and Hirn, A., (2011). *The structures, stratigraphy and evolution of the Gulf of Corinth rift, Greece*, DOI: 10.1111/j.1365-246X.2011.05014.x
- ▶ Tian, T., Han, P., Xu, K. (1992) *Geodynamics of rifting, Case history studies on rifts: Europe and Asia The Mesozoic-Cenozoic East China rift system*. Tectonophysics, 208(1), 341-363. [http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951\(92\)90354-9](http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951(92)90354-9).

- ▶ Versfelt, J., and Rosendahl, B. (1989) *Relationships between pre-rift structure and rift architecture in Lakes Tanganyika and Malawi, East Africa*. *Nature*, 337, 354-357. doi:10.1038/337354a0
- ▶ Weinberg, R.F. (1992) *Neotectonic development of western Nicaragua*. *Tectonics*, 11(5), 1010–1017, doi:10.1029/92TC00859.
- ▶ Wright, T., Ebinger, C., Biggs, J., Ayele, A., Yirgu, G., Keir, D., and Stork, A., (2006) *Magma-maintained rift segmentation at continental rupture in the 2005 Afar dyking episode*. *Nature*, (442), 291-294. doi:10.1038/nature04978
- ▶ Ziegler, P.A. 1990 *Geological Atlas of Western Europe*. Geological Society London, p. 256
- Abebe, T., P. Manetti, M. Bonini, G. Corti, F. Innocenti, F. Mazzarini, and Z. Pèksay (2005), *Geological map (scale 1:200.000) of the northern Main Ethiopian Rift and its implications for the volcano-tectonic evolution of the rift*, Map and Chart MCH094, 20 pp., Geol. Soc. of Am., Boulder, Colo., doi:10.1130/2005MCH094TXT.



Reliefs inversés du monde

1 – Présentation des inversions de relief

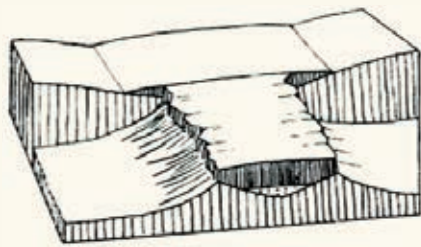


Illustration d'une inversion topographique associée à une coulée de lave
© Tiré de C.A. Cotton, 1957

Les inversions de relief sont les témoins d'un processus par lequel une **vallée devient une crête** (Cf. Scarth 1965, Pain and Ollier 1975, Ollier 1988, Cotton 1944). Ces morphologies sont créées lorsque qu'un **volume important de matériaux plus résistants** que les roches environnantes (notamment celles sédimentaires) prend place dans le fond d'une vallée, la protégeant de l'érosion.

À la faveur de milliers d'années d'érosion, les parois qui encadraient la vallée, constituées de roches plus tendres, subissent pleinement l'altération des éléments. Conséquence de cette **érosion différentielle**, la **topographie la plus basse devient le relief dominant**, formant ainsi ce qu'on appelle un relief inversé (voir partie sur les clarifications tectono-volcaniques).

Cela en fait des **témoins majeurs de l'évolution des paysages**, mettant en évidence les **lents changements morphologiques** des terrains induits par divers processus géologiques. En effet, ces inversions **préservent les niveaux anciens du relief** et constituent une véritable horloge géologique permettant de comprendre l'évolution du niveau et de la nature du sol dans le temps.

Les inversions de reliefs font partie intégrante des études sur le **lien entre tectonique, volcanisme et érosion**, notamment en ce qui concerne la chronologie des événements géologiques qui se succèdent. Elles constituent **une catégorie géomorphologique spécifique** et importante à l'échelle mondiale, qui est **considérée comme manquante sur la Liste du patrimoine mondial** dans l'étude thématique sur le volcanisme (UICN, 2009, tableau 6, page 30).

Les inversions de relief sont particulièrement développées et représentées dans les **champs monogéniques** tels que la Chaîne des Puys, mais on les retrouve également sur les stratovolcans et dans des **environnements non-volcaniques** (Scarth 1995, Ollier 1969, 1988, Cotton 1944). En effet, l'activité volcanique et les laves qui s'épanchent dans les fonds de vallées, les recouvrant de roches dures, sont particulièrement propices à ce phénomène.

Les **planèzes** sont des morphologies similaires produites par l'érosion différentielle entre des coulées de lave plus résistantes que les **autres roches volcaniques sur lesquelles elles s'écoulent** (Allaby, 1999). Les plateaux de lave comme ceux d'Islande ou ceux du Sud de l'Argentine peuvent également subir une





Long plateau tabulaire de la Montagne de la Serre, coulée de lave inversée par l'érosion
© C. Olive-Garcia

érosion différentielle sur leurs pourtours et former une classe spéciale de **reliefs tabulaires volcaniques** ou **mesas**. Ces dernières ressemblent fortement à des inversions de reliefs, mais ne présentent toutefois pas le comblement original d'une vallée qui les caractérise (Cotton 1947). D'autres **vallées remplies par des sédiments tels que des conglomérats ou des sédiments soudés**, peuvent également former des inversions de relief (Pain and Ollier 1975, Lucchitta et al 2011). Avec l'émergence de l'observation géomorphologique des planètes, les inversions de reliefs deviennent également un **sujet grandissant de la planétologie**, notamment sur les terrains de Mars. Les chercheurs ont recours pour ce faire à des comparaisons avec des équivalents terrestres, volcaniques ou non (Newsom et al 2009, Williams 2010, Grotzinger and Milliken 2012).

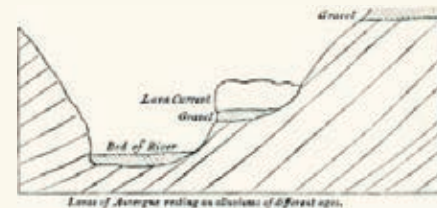
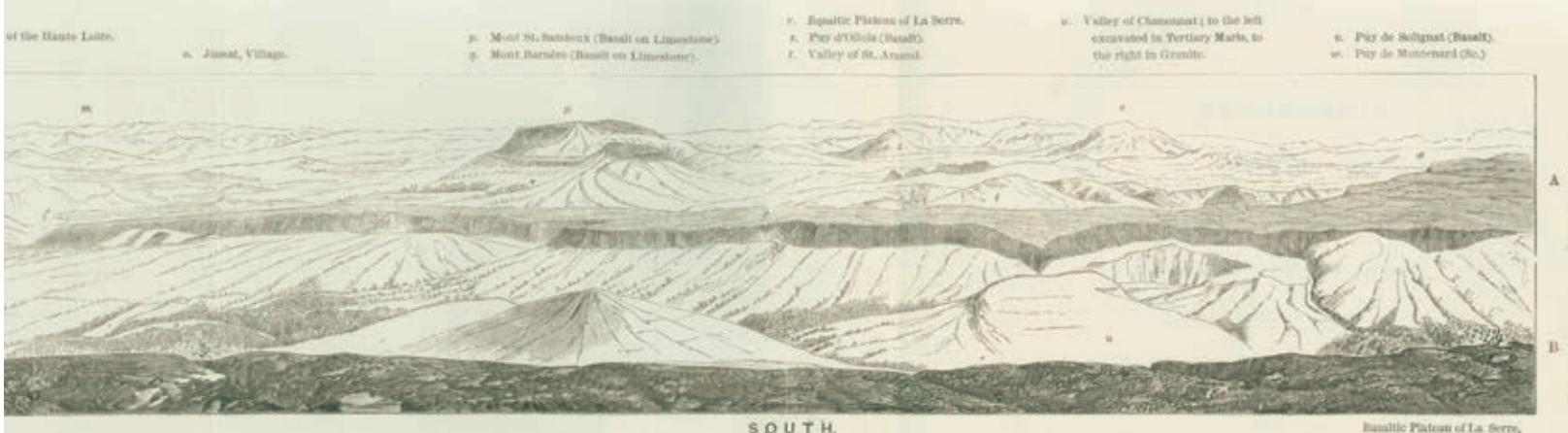


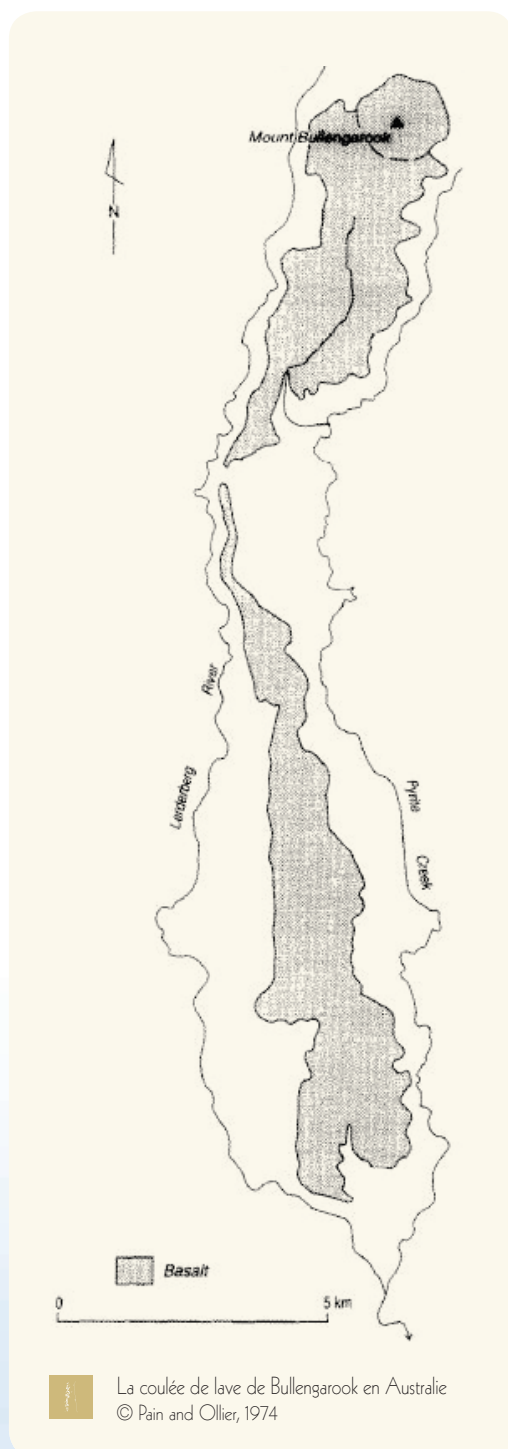
Illustration de Lyell d'une incision d'une coulée basaltique
© Tiré de C.A. Cotton, 1957

Du point de vue de l'histoire des sciences, **la toute première carte décrivant des inversions de relief** a été produite par Desmarest en 1773 sur la Chaîne des Puys - faille de Limagne. C'est sur ce même site et son inversion emblématique, la Montagne de la Serre, que s'est appuyé le débat entre partisans du plutonisme et ceux du neptunisme, puis celui entre catastrophistes et uniformitaristes (voir partie sur les clarifications tectono-volcaniques, page 33). Les premières études sur les inversions de relief ont ainsi démarré sur ce site au XVIII^e siècle et s'y sont poursuivies au XIX^e pour déterminer l'histoire de l'érosion du rift de Limagne et les mouvements de sa faille majeure (Scrope 1821, Glangeaud 1910) jusqu'à nos jours, suscitant plus de **200 ans de recherche scientifique continue** (Desmarest 1773, Scrope 1821, Lyell 1868, Bonney 1899, Glangeaud 1910, Scarth 1966, Vidal et al 1999, Latutrie et al 2015).

La Montagne de la Serre est aujourd'hui utilisée par plusieurs groupes de recherche sur la dynamique des coulées de lave (Harris et al 2014, Latutrie et al 2015) ou sur ce phénomène géologique en tant que tel (van Wyk de Vries and Karatsson 2016).

Montagne de la Serre représentée par Scrope
© G.-P. Scrope, *The geology and extinct volcanoes on Central France*, 1858





2 – Choix des critères de comparaison entre inversions de reliefs d'origine volcanique

Les sites représentatifs du phénomène d'inversion de relief d'origine volcanique doivent comprendre en premier lieu un **long éperon de lave**. La **longueur et la taille du phénomène** sont aussi des facteurs à prendre impérativement en compte, l'inversion devant **clairement être vue dans le paysage**. Le **nombre d'inversions de relief dans la zone** peut également être intégré pour estimer la valeur d'un site, en particulier si celles-ci montrent le **changement progressif des niveaux d'élévation du relief**.

La formation d'une inversion de relief étant directement liée à la résistance de la lave et des roches sous-jacentes, les sites qui rassemblent **plusieurs types de roches** et donc **plusieurs degrés d'inversion**, sont également à privilégier.

La **présence de coulées de lave plus jeunes** occupant des vallées actuelles est un élément qui complète utilement le processus d'inversion de relief, permettant de le saisir à tous ses stades.

Si ces éléments géomorphiques montrent un **début d'incision des flancs de la coulée**, tandis que sa surface protège les roches tendres sous-jacentes de l'érosion hydrique, ce sont des valeurs additionnelles. Des **vallées avec des rivières ou des sédiments lacustres et fluviaux** qui seraient entravées par des **barrages de lave**, sont également des aspects connexes intéressants.

Les **reliefs inversés intrusifs** révélés par l'érosion, tels que des conduits volcaniques, sont des éléments à inclure dans l'analyse, surtout s'ils sont connectés à l'inversion de coulées de lave.

Dernier critère important, le fait que l'inversion de relief soit **clairement associée à une structure tectonique**.

L'analyse comparative spécifique sur les inversions de reliefs se basera donc sur les critères suivants :

- ▶ La présence d'un éperon de lave ;
- ▶ Une longueur et hauteur significatives ;
- ▶ La diversité de roches sous-jacentes ;
- ▶ Des coulées de lave plus récentes dans les vallées adjacentes ;
- ▶ Un début d'incision sur les flancs de ces coulées récentes ;
- ▶ Une surface de lave protégeant les roches sous-jacentes de l'érosion ;
- ▶ Des lits de rivières et/ou des lacs barrés ;
- ▶ Des conduits ou intrusions de lave dégagés par l'érosion ;
- ▶ Des structures tectoniques associées.

3 – Choix des sites retenus pour comparaison : les inversions de relief à travers le monde et leur étude

Les inversions de relief sont reconnues comme étant un phénomène géologique important, largement présent tout autour du globe (e.g. Pain and Ollier 1975, Lyell 1847, Cotton 1957, Scarth 1965). Malgré leur présence universelle, les inversions de relief ont été peu étudiées en tant que telles et seuls deux sites ressortent véritablement dans la littérature scientifique : la Montagne de la Serre qui est un des principaux attributs du bien objet de la présente analyse et la coulée de Bullengarook dans le Sud-Ouest de l'Australie (e.g. Pain and Ollier 1976, Nemeth 2001, Nemeth and White 2003 et 2009).

Outre ces deux sites, des études ont également été réalisées aux États-Unis, décrivant plus ou moins certains de ces édifices (Saint Georges, Denver, Cima) et des exemples intéressants ont été notés en Ecosse (Sgurr of Eigg), au Pérou (Tutupaca notamment) et en Patagonie (Zone des Tres Rios et la zone Sud de Canquel).

À l'exception des inversions de relief ayant fait l'objet d'études spécifiques, listées ci-dessus, une revue des différents champs volcaniques a permis d'identifier d'autres **inversions de relief morphologiquement remarquables mais sur lesquelles il n'y a pas d'études connues**. Les champs volcaniques suivants ont été identifiés, majoritairement aux États-Unis : Raton Clayton (Nouveau Mexique), San Francisco volcanic field (Californie), Springerville, Mount Taylors et Hopi Buttes (Arizona), Reveille (Nevada), Eifel (Allemagne), Tuzkoy (Turquie). La formation des planèzes a également été étudiée sur certaines îles océaniques ou sur les continents.

À travers cette double approche, une liste de 18 sites a été établie. Le tableau IR1 en annexes donne une brève description de chaque site et indique s'il existe ou non des recherches connues de ces différentes inversions.

À l'issue de cette première analyse, **neufs sites ressortent pour comparaison** :

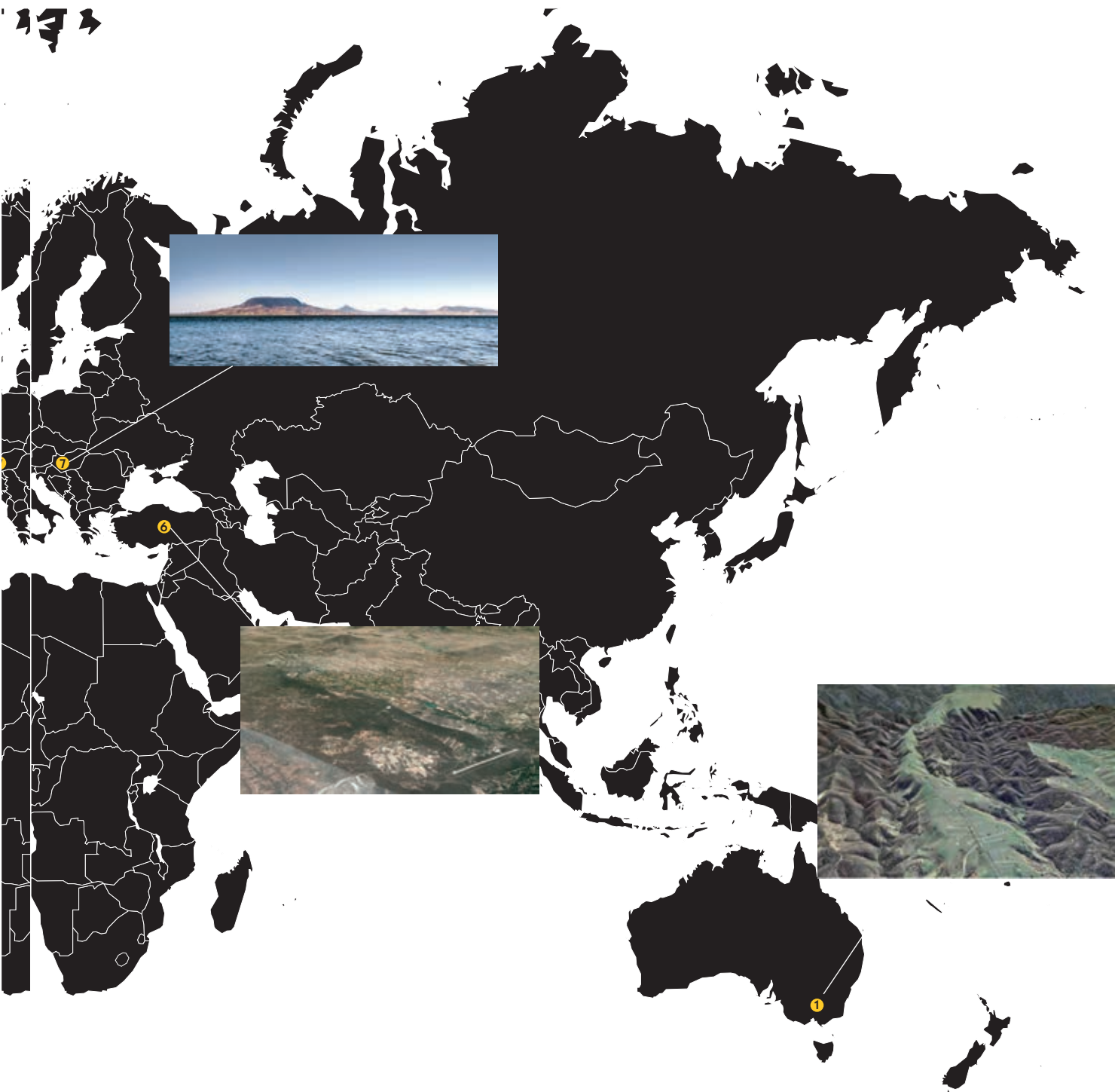
- ▶ Bullengarook (Australie), qui est le site le plus étudié après la Montagne de la Serre ;
- ▶ La zone Sud de Canquel (Patagonie argentine) et l'Eigg (Ecosse), qui ont fait l'objet de recherches, sont reconnus et présentent des morphologies intéressantes ;
- ▶ Les sites de Raton et Springerville sont, parmi les sites n'ayant pas d'études connues, ceux qui présentent les formes d'inversion les plus remarquables (longueur et morphologies des vallées) ;
- ▶ Le site de Tuzkoy est le seul identifié comme associant clairement une coulée ancienne et une plus récente ;
- ▶ Le site d'Hopi Buttes en Arizona est un site connu qui rassemble diverses morphologies volcaniques érodées (dépôts, maars et diatrèmes) ;
- ▶ Enfin, en guise de contraste, deux autres formes d'érosions autour d'édifices volcaniques ont été retenues : le site du Balaton, remarquable pour ses intrusions et les planèzes des îles Canaries.

Les autres sites ne se sont pas avérés pertinents, soit que les morphologies de leurs intrusions étaient moins nettes (coulées de faibles longueur, étalées ou peu marquantes dans le paysage : Denver, Tutupaca, Mount Taylor, Eifel, Nouvelle Zélande, Reveille), soit parce que faute de littérature scientifique, il y avait des incertitudes quant à la nature du phénomène, notamment la présence initiale d'une vallée (San Francisco, Cima).

Relief inversé de Raton Clayton
au Nouveau Mexique
© B. van Wyk de Vries



Localisation des inversions de relief retenues pour comparaison
© Cd63



- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 0 - Montagne de la Serre | 5 - Springerville |
| 1 - Bullengarook | 6 - Tuzkoy |
| 2 - Canquel | 7 - Balaton |
| 3 - Eigg | 8 - Hopi Buttes |
| 4 - Raton Clayton | 9 - Îles Canaries |

4 – Résultats de l'analyse comparative

Comparaison des principaux sites d'inversion de relief à travers le monde.

Une notation simple est suffisante pour évaluer chaque critère, d'où une échelle allant de 0 à 2 :

0 = absence de critère **1** = critère partiellement rempli **2** = critère pleinement rempli

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Chaîne des Puy - faille de Limagne	Bullengarook	Canquel	Eigg	Raton	Springerville	Tuzkoy	Hopi Buttes	Balaton	Îles Canaries
La présence d'un éperon de lave	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1
Une longueur et hauteur significatives	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
La diversité de roches sous-jacentes	2	1	1	1	0	0	0	2	1	0
Des coulées de lave plus récentes dans les vallées adjacentes	2	0	1	0	1	1	1	0	0	2
Un début d'érosion sur ces coulées récentes	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Des coulées de lave où le drainage hydrique de surface est empêché par la perméabilité des laves	2	1	2	0	2	0	2	0	0	0
Des lits de rivières et/ou des lacs barrés	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Des conduits ou intrusions de lave dégagés par l'érosion	2	2	1	0	2	1	0	2	2	1
Des structures tectoniques associées	2	2	2	0	0	0	0	0	2	0
Total	18	11	11	5	9	6	8	7	9	8

La Chaîne des Puy - faille de Limagne obtient un score maximum sur l'ensemble des critères appliqués. En effet, ce site contient le **spectre complet des figures associées au phénomène d'inversion de relief**, qui sont concentrées autour de l'éperon dominant de la Montagne de la Serre. Cette inversion de relief emblématique est en outre complétée par **toute une gamme d'inversions à des stades divers** réparties dans l'ensemble du bien (voir bloc diagramme page 35 de la clarification des liens tectono-volcaniques). Tous les sites retenus pour comparaison présentent un long et haut un éperon de lave, figure

morphologique majeure d'une inversion de relief, et possèdent majoritairement des conduits et des intrusions mis à jour par l'érosion. La présence de coulées de laves récentes autour des anciennes coulées, qui **implique deux épisodes volcaniques successifs**, se retrouve rarement sur les autres sites, de même que les structures tectoniques associées. En rassemblant l'ensemble des critères d'évaluation, **conjuguant diversité et intégrité des processus, morphologies et structures**, la Montagne de la Serre et ses coulées adjacentes positionnent nettement le bien proposé comme étant **la plus représentative des inversions de relief dans le monde**.

En outre, même si **l'importance du site pour l'histoire des sciences ou sa place dans la recherche scientifique** n'ont pas été pris en compte dans les critères de comparaison, la Montagne de la Serre se détache sur ce plan au niveau international, de sa première citation en 1773 jusqu'à aujourd'hui (Cf. clarification des liens tectono-volcaniques page 33). Cela confirme d'autant plus la valeur géologique du site.

Par rapport aux autres sites comportant des inversions de relief, l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne se distingue par la conjonction des éléments suivants :

- Première carte géologique sur une **inversion de relief, la plus étudiée au monde** :

La carte de Desmarest sur la Montagne de la Serre en 1773 est un document important pour l'histoire des sciences, **l'une des premières cartes géologiques thématiques** et qui a pesé dans l'arbitrage d'une des querelles géologiques majeures (Neptunistes versus Plutonistes). La Montagne de la Serre a fait l'objet d'études continues, internationales et toujours actives depuis plus de 200 ans.

- Une inversion de **relief qui enjambe une faille bordière et comporte divers types de roches dans son soubassement** :

La Montagne de la Serre a une valeur particulière en tant que **marqueur du temps géologique**. Il y a plus de 3 millions d'années, cette coulée de lave s'est épanchée sur la faille de Limagne jusque dans le bassin sédimentaire à une époque où leurs niveaux était sensiblement équivalents. Elle a donc mis sous le scellé de son basalte tant les roches granitiques hercyniennes de l'épaulement de rift, que celles sédimentaires du graben de Limagne. D'un point de vue morphologique, cela se traduit par une **coulée "normale" sur le socle du plateau des Dômes**, dur et moins exposé à l'érosion, **qui se transforme en inversion de relief** dans le bassin sédimentaire dont les roches tendres ont été lavées par l'érosion, qui a également révélé le plan de faille de Limagne. Enfin, la Montagne de la Serre, qui **ne marque pas de marche au moment du franchissement de la faille**, indique que non seulement l'épaulement de rift et le bassin d'effondrement rempli de sédiments étaient situés à peu près à la même hauteur il y a 3 Ma, mais que le **soulèvement de la zone fut postérieur et généralisé**.

- **Plusieurs inversions de relief d'âges et de stades très différents** :

Des laves se sont écoulées à intervalles réguliers par-dessus l'escarpement de faille depuis 3 millions d'années jusqu'aux dernières éruptions il y a 8 600 ans, produisant **l'assemblage temporel** d'inversions de relief le plus complet.



Carte géologique de Nicolas Desmarest sur la Montagne de la Serre
© Académie royale des Sciences, Paris, 1774

► **Des coulées anciennes et récentes :**

La Montagne de la Serre est encadrée par deux coulées de lave très jeunes à l'échelle géologique qui courent le long de chacun de ses flancs (coulée du puy Pelat, 60 000 ans et coulées des cratères jumeaux de la Vache et Lassolas, 8 600 ans). Cette **mitoyenneté de coulées anciennes et récentes** se retrouve à Royat, sur la Montagne Percée et à Saint-Pierre-le-Chastel. Aucun des autres sites analysés ne réunit une **telle variété d'inversions**.

► **Des inversions en cours :**

Le processus d'inversion est **toujours en cours** autour de plusieurs coulées **sur le bien proposé**, dont les meilleurs exemples se situent à Saint-Saturnin, Pontgibaud, Volvic, Theix, la Tiretaine et à Ceyrat.

5 – Conclusion

L'analyse comparative permet de conclure que l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne renferme la plus étudiée et la plus riche des inversions de relief, la Montagne de la Serre, qui constitue **un exemple éminemment représentatif de ce type de structure géomorphologique**. L'existence de cette inversion de relief est **intimement liée aux processus et attributs tectoniques et volcaniques du bien**. Le site comporte également des inversions de relief en cours de formation, présentant une **gamme complète de ce phénomène majeur de mutation des paysages et des topographies**.

Références bibliographiques

- Allaby A, Allaby M, 1999, a *Dictionary of Earth Sciences*, Oxford University Press
- Bonney 1912 *Volcanoes, their structure and significance* G.P. Putnam's Sons, 332 pages
- Calvet m, Gunnel Y, Farines B (2015) *Review: Flat-topped mountain ranges: Their global distribution and value for understanding the evolution of mountain topography* 10.1016/j.geomorph.2015.04.015
- Cotton CA (1952) *Volcanoes as landscape forms*, 2nd edn. Whitcombe and Tombs, Christchurch
- Cundari, A. Ollier, C. D. *Australian Geographer*, Mar1970, Vol. 11 Issue: 3, p291-293, 3p. Publisher: Taylor & Francis Ltd.
- Dohrenwend JC, McFadden LD, Turrin BD and Wells SG 1984 *K-Ar dating of the Cima volcanic field, eastern Mojave Desert, California: Late Cenozoic volcanic history and landscape evolution*, *Geology* v. 12 no. 3 p. 163-167
- Emeleus, C.H. and Bell, B.R. (2005) *British Regional Geology: The Palaeogene Volcanic Districts of Scotland*, 4th edition, Nottingham, British Geological Survey, page 45
- Grotzinger, J. and R. Milliken (eds.) 2012. *Sedimentary Geology of Mars*. SEPM
- Hack, JT, 1942, *Sedimentation and volcanism in the Hopi Buttes, Arizona*. Geological Society of America Bulletin, v. 53, p. 335-372.
- Harris A.J.L. van Wyk de Vries B.; Latutrie B.; Saubin E.; Langlois E. 2014 *Lava invasion of urban areas at monogenic systems: Examples from the Chaîne des Puys*. American Geophysical Union, Fall Meeting 2014, abstract #V23B-4784

- ▶ Johnson W 1989 *Intraplate Volcanism: In Eastern Australia and New Zealand*, Cambridge University Press, 408 pp.
- ▶ Karátson D, Telbisz T, Singer BS, 2010. *Late-stage volcano geomorphic evolution of the Pleistocene*. San Francisco Mountain, Arizona (USA), based on high-resolution DEM analysis and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ chronology Bull Volcanol (2010) 72:833–846
- ▶ Karátson et al. 2016. *Reconstructing eroded paleovolcanoes on Gran Canaria, Canary Islands, using advanced geomorphometry* Geomorphology 253 (2016) 123–134
- ▶ Lambi et al 2000 *Cahiers géologiques* [Cah. géol.], 2000, Issue 136 p1857-1866 incl Illustration / Illustration ref 11 ref. (Mt Cameroon)
- ▶ Latutrie et al. 2015. *Testing a geographical information system for damage and evacuation assessment during an effusive volcanic crisis* Geological Society, London, Special Publications, 426
- ▶ Lucchitta I, Holm R, Lucchitta B 2011 A *Miocene river in northern Arizona and its implications for the Colorado River and Grand Canyon*. GSA Today, v. 21, no. 10, doi: 10.1130/G119A.1
- ▶ Lyell 1968 *Principles of Geology*. London.
- ▶ Morgan et al 2008 *From buttes to bowls: Repeated relief inversion in the landscape of the Colorado Piedmont*. 10.1130/2008.fld010(10) GSA Field Guides 2008, v. 10, p. 203-215
- ▶ Newsom, H.E., N.L. Lanza, A.M. Ollila, S.M. Wiseman, T.L. Roush, G.A. Marzo, L.L. Tornabene, C.H. Okubo, M.M. Osterloo, V.E. Hamilton, and L.S. Crumpler, 2010, *Inverted channel deposits on the floor of Miyamoto crater, Mars*. Icarus. 205(1):64-72.
- ▶ Ollier C (1988) *Volcanoes*. Basil Blackwell, Oxford
- ▶ Ollier C 1969 *Volcanoes*, Blackwell, Oxford, 177 pp
- ▶ Pain E and Ollier C, 1995, *Inversion of relief - a component of landscape evolution*. Geomorphology. 12(2):151-165.
- ▶ Palacios D. (1994) *The origin of certain wide valleys in the Canary Islands* In Geomorphology (Amsterdam) 1994, Vol. 9, Issue 1 p1-18
- ▶ Scalabrino B, Ritz, J-F, Lagabrielle Y (2011), *Relief inversion triggered by subduction of an active spreading ridge: evidence from glacial morphology in Central Patagonia*. Terra Nova, 23, 63-69
- ▶ Scarth 1994 *Volcanoes, an Introduction*. Texas A&M University Press, 273 pages.
- ▶ Scarth A 1967, *The Montagne de la Serre* The Geographical Journal, Vol. 133, No. 1 (Mar., 1967), pp. 42-48
- ▶ Twidale, CR, Campbell, EM. 2005, *Australian Landforms: Understanding a Low, Flat, Arid, and Old Landscape*, Rosenberg Publishing Pty Ltd
- ▶ Vidal N, De Goer de Hervé Camus G, (1996) *Déstabilisation de reliefs d'érosion en terrain volcanique, exemples pris dans le Massif Central français* (French) Quaternaire (Paris) 1996, Vol. 7, Issue 2-3 p117-127
- ▶ Wells SG, Dohrenwend JC, McFadden LD Turrin BD, Mahrer KD 1985 *Late Cenozoic landscape evolution on lava flow surfaces of the Cima volcanic field, Mojave Desert, California*, v. 96 no. 12 p. 1518-1529

Vue frontale de la Montagne de Serre qui part du horst du plateau des Dômes pour atteindre le graben de Limagne
© H. Monestier

- ▶ Whitney JD 1979 *the Auriferous gravels of the Sierra Nevada of California* Mem
- ▶ Williams, RME. (2009) *Morphology of lava-capped inverted valleys near St. George, Utah; analogs for Martian sinuous ridges*. In: Abstracts of Papers Submitted to the Lunar and Planetary Science Conference, 2009, Vol. 40
- ▶ Kereszturi G, Németh K (2012) *Structural and morphometric irregularities of eroded Pliocene scoria cones at the Bakony-Balaton Highland Volcanic Field, Hungary*. *Geomorphology* 136(1):45-58
- ▶ Martin U, Nemeth K (2004) *Mio/Pliocene phreatomagmatic volcanism in the western Pannonian Basin*. *Geologica Hungarica, Serie Geologica* 26:192-192
- ▶ Nemeth K, Martin U (1999) *Late Miocene paleo-geomorphology of the Bakony-Balaton Highland Volcanic Field (Hungary) using physical volcanology data*. *Zeitschrift Fur Geomorphologie* 43(4):417-438
- ▶ Németh K (2001) *Long-term erosion-rate calculation from the Waipiata Volcanic Field (New Zealand) based on erosion remnants of scoria cones, tuff rings and maars*. *Géomorphologie: relief, processus, environnement* 2001/2:137-152
- ▶ Nemeth K, White J (2009) *Miocene phreatomagmatic monogenetic volcanism of the Waipiata volcanic field, Otago, New Zealand; field guide*. *Geological Society of New Zealand Miscellaneous Publication* 128B:34-34
- ▶ Nemeth K, White JDL (2003) *Reconstructing eruption processes of a Miocene monogenetic volcanic field from vent remnants: Waipiata Volcanic Field, South Island, New Zealand*. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 124(1-2):1-21

Volcans monogéniques

La mission technique indépendante d'octobre 2015, tout en soulignant la valeur du site comme témoin d'un processus global de rift caractérisé par l'enchaînement de la séquence "rift (graben) – volcanisme – soulèvement" qui a fait l'objet de l'analyse comparative complémentaire principale réalisée ci-avant, a noté les spécificités intéressantes du volcanisme de la Chaîne des Puys :

"...on a global scale, the Chaîne des Puys MVF does stand out as showing a diversity of volcanic processes and products leading to a variety of volcanic edifices, chemical compositions, and landscapes." (Independent mission report, page 5, sections 4.2)

Afin de confirmer la **valeur intrinsèque du champ monogénique** pris en tant que tel, le rapport des experts préconisait donc de réaliser une analyse spécifique sur les aspects volcaniques, **incluant plus de sites que ceux retenus lors de l'analyse comparative initiale** (dossier de candidature 2013).

1 – Caractéristiques des champs monogéniques et leur signification tectonique

Les volcans monogéniques **naissent dans tous les contextes tectoniques**, sur tous les continents comme sur le sol océanique, et sont les **types de volcans les plus représentés sur Terre**. Ils peuvent être formés par tous les types de magmas, du basalte à la rhyolite, mais les **champs monogéniques basaltiques** sont les plus communs.

Les volcans monogéniques sont des indicateurs très clairs des processus tectoniques, **car leur positionnement et leurs éruptions sont contrôlés par des failles**, sur les lignes desquelles ils s'alignent (Cf. Nakamura 1978, Williams 1957, Maccaferri 2014). Les édifices eux-mêmes, dans leurs formes et leur étalement, révèlent la **direction du système de failles** (Tibaldi, 1995). Les volcans monogéniques se disposent le long des chambres magmatiques qui les alimentent et ces **chambres sont une expression à part entière des phénomènes d'extension et de rift**.

Le volcanisme monogénique résulte ainsi de phénomènes géologiques plus globaux à l'échelle de la planète, dont il est l'une des expressions, et peut donc être **une clé de compréhension et d'interprétation de ces grands mécanismes**.

La spécificité des volcans monogéniques réside dans le fait que ce sont des volcans à **éruption unique**, qui peuvent revêtir la **gamme complète des morphologies volcaniques**. Comme ils ne fonctionnent qu'une fois, **leurs traits sont ainsi préservés**, là où ceux des stratovolcans ont tendance à être masqués par les éruptions successives. Cela signifie que les volcans monogéniques sont la **source la plus riche de paysages volcaniques**, permettant de **comprendre les processus volcaniques fondamentaux**, de la fragmentation du magma à la croissance de l'édifice volcanique. À ce titre, ils méritent de figurer comme une **catégorie à part entière parmi les volcans du patrimoine mondial**.

La **taille réduite** des volcans monogéniques, découlant des volumes de lave nécessairement moindres liés à une éruption unique, les rend **plus accessibles au visiteur**. Ils peuvent donc être **utilisés à la perfection à des fins géoéducatives**.

2 – Critères et structures retenus pour comparer différents champs monogéniques

Les champs de volcans monogéniques existants à travers le monde revêtent des aspects très variés et la quantité d'informations les concernant est inégale. Cependant, certaines expressions et caractéristiques élémentaires du volcanisme, facilement appréhendables dans le paysage et donc facilement évaluables, permettent d'identifier les sites remarquables.

Dix principaux critères ont ainsi été retenus pour sélectionner ces sites :

- ▶ Un **nombre significatif d'édifices** (plus de 20) et une **densité marquée**, afin de présenter une **collection de formes variées**. La densité des édifices volcaniques est un facteur important pour la **visibilité** globale du champ ;
- ▶ La **disposition des formes volcaniques**, qui ne se masquent pas mutuellement et peuvent être appréhendées d'un seul point. L'**alignement** constitue à ce titre une disposition parfaite ;
- ▶ Des **édifices individualisés** : si ceux-ci sont trop rapprochés ou sont liés à un système polygénique, les formes se superposent et perdent en spécificité et netteté ;
- ▶ La **variété des édifices volcaniques** illustrant un large **éventail de mécanismes** ;
- ▶ La **diversité des coulées** : les champs de lave ont des **formes, des textures et des tailles** très variables, qui sont directement liées à la diversité du champ monogénique. Les coulées peuvent également occuper des **emplacements divers** dans les vallées, sur les plateaux, sur des escarpements de faille, dans des lacs, donnant lieu à nouveau à une grande variété de formes. Une **interaction visible avec le paysage et le relief** est ainsi un aspect pris en compte dans la notation de ce critère ;
- ▶ Des **dômes de laves** : la plupart des champs de volcans monogéniques étant basaltiques, ils sont dépourvus d'édifices créés par des **laves plus visqueuses** provenant de **magmas plus évolués**. Leur présence est donc un moyen simple d'évaluer les sites avec la plus grande **hétérogénéité** de formes et les **chambres magmatiques les plus complexes** ;
- ▶ L'**éventail des compositions chimiques des laves** : alors que la variété géomorphologique peut être difficile à démontrer, **aucune taxinomie complète des formes volcaniques** n'ayant encore été réalisée, la composition chimique des magmas peut être utilisée pour **estimer quantitativement** la diversité des formes qu'un champ de volcans peut contenir ;
- ▶ L'**âge du champ volcanique** : celui-ci doit être suffisamment jeune (généralement moins de 50 000 ans) pour qu'un nombre important d'édifices présentent des **formes fraîches et peu érodées**. Toutefois, la **présence simultanée de formes volcaniques plus anciennes** peut conduire à une diversité de formes particulièrement intéressante, incluant notamment des morphologies intrusives érodées ;
- ▶ Des **structures tectoniques bien exprimées** qui expliquent le **contexte géologique général** du volcanisme. Pour un champ intraplaque, ce peut être l'absence de système de failles ou de déformation qui indiquera la structure tectonique ;
- ▶ Des **morphologies dynamiques associées** qui reflètent l'**interaction entre le volcanisme monogénétique, la tectonique et des processus connexes**.

Les critères 1 à 3, bien qu'indépendants, sont complémentaires. Ils permettent d'évaluer si la densité du champ permet de **voir depuis un même point un nombre important d'édifices variés**, sans que ceux-ci

ne se superposent. La densité volcanique des champs monogéniques a été étudiée par Le Corvec et al (2013) (voir partie sur la clarification des liens tectono-volcaniques).

Les critères 4 à 7 sur la diversité des coulées, de la composition des laves, des formes et la présence de dômes, illustrent l'importance des **mécanismes à l'œuvre** dans les champs volcaniques et contribuant à leur richesse. À noter qu'il existe des sites avec une **grande diversité de composition chimique mais sans dômes**, ou des **sites avec des coulées diversifiées mais issues de simples cônes**. L'inverse vaut également et des édifices très variés peuvent produire des coulées aux morphologies limitées. De ce fait, même si il y a une **certaine similitude entre ces critères, chacun d'eux permet d'affiner l'analyse et apporte des résultats significatifs**. Les sites qui combinent des scores importants sur ces quatre critères sont véritablement les plus diversifiés.

Les deux derniers critères 9 et 10 permettent de mesurer l'intégration d'un champ monogénique dans son environnement tectonique et géodynamique global. Ce sont des critères importants dans la mesure où ils renseignent la valeur du site à l'aune d'une gamme plus large, donc plus universelle, du processus géologiques et de sa représentativité en tant que système intégré.

Le climat et la végétation n'ont pas été retenus comme des critères pertinents. En effet, on retrouve des champs de volcans monogéniques sous tous les climats. Leurs formes sont ainsi affectées de manière très variable par l'érosion et le couvert végétal. Il n'est pas rare que la végétation en place masque partiellement les formes volcaniques et entrave leur lisibilité générale dans le paysage. À l'inverse, le manque de végétation peut causer une dégradation et une érosion rapides dans des environnements arides soumis à des orages violents et torrentiels. C'est par exemple le cas sur les édifices d'El Pinacate listés en 2012, qui sont impactés par l'érosion liée à ce climat particulier. En outre, l'âge parfois très ancien de certains champs a pu voir changer leur contexte climatique. Le climat ou la végétation ne peuvent donc être considérés comme des critères probants pour l'analyse comparative. Le choix des sites retenus pour comparaison veillera par contre à bien prendre en compte la **visibilité générale des édifices et l'intégrité de leurs formes**.



Alignement Nord de
la Chaîne des Puy
© D. Pourcher



3 – Choix des sites pertinents pour comparaison

Le rapport d'évaluation de l'UICN et ses réponses à la lettre d'erreurs factuelles de la France, remettaient en cause le choix des sites initialement retenus dans l'analyse comparative du dossier de candidature. Lors de la réunion conclusive de la nouvelle mission de terrain, le 7 octobre 2015, le représentant de l'UICN a recommandé que les **listes contenues dans ces deux documents puissent servir de base à l'analyse complémentaire**. Conformément à cette demande, comme aux recommandations de la mission technique indépendante, la présente analyse complémentaire intègre un **nombre considérablement augmenté de sites**.

Les biens mentionnés par l'UICN dans le rapport d'évaluation de mai 2014 et qui n'étaient pas déjà inclus dans la comparaison initiale, sont le **Grand Canyon, Kanawinka, El Pinacate, Petroglyph National Monument, Sunset Crater, Pali Aike et Al Madinah**. Ces sites sont décrits dans le tableau MVI joint en annexes. Bien que ce soit des **sites essentiellement basaltiques**, dont les formes sont de fait moins diversifiées, ils ont **tous été évalués** dans l'analyse comparative complémentaire (voir annexes). On peut relever que certains des sites de cette liste qui sont inscrits au patrimoine mondial, comme le Grand Canyon, ne mentionnent pas dans leur déclaration de VUE le volcanisme comme élément remarquable.

Le document d'erreurs factuelles de l'UICN prend comme référence deux listes de "champ de volcans monogéniques" qui proviennent de différentes publications (Voir fiche dédiée à la bibliographie).

La première liste provient des publications suivantes :

- ▶ A) Nemeth, K. (2010), *Monogenetic volcanic fields: origins, sedimentary record, and relationship with polygenetic volcanism*, Geological Society of America, Special Paper, 470, 43-66
- ▶ B) De la Cruz-Reyn, S and Yokoyama I (2011), *A geophysical characterisation of monogenetic volcanism*, Geofísica Internacional, 50, 4, 465-484
- ▶ C) Kereszturi G and Nemeth K (2012), *Monogenetic basaltic volcanoes: genetic classification, growth, geomorphology, and degradation* in K. Nemeth (ed) (2012) *Updates in Volcanology – New advances in Understanding Volcanic systems*, InTech, 3-88
- ▶ D) Valentine, G.A. and T.K.P. Gregg (2008), *Continental basaltic volcanoes – processes and problems*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 177, 857-873
- ▶ E) White JDL, Ross P.-S. (2011), *Maar-diatreme volcanoes: A review*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 201, Issues 1-4, 15 April 2011, Pages 1-29, ISSN 0377-0273.

Concernant ces articles, **leurs propres auteurs** ont déclaré qu'ils ne devaient pas être présentés ni utilisés comme des listes exhaustives et représentatives du volcanisme monogénique (Voir lettres de réaction scientifiques, juin 2014, jointes en annexes). Les raisons en sont de deux ordres :

- ▶ Soit parce que les sites évoqués dans ces articles sont **issus de leurs expériences de terrain personnelles** (articles A, B et C) ;
- ▶ Soit parce que ces articles se focalisent sur **certains types spécifiques de volcanisme** (article A : lien entre volcanisme monogénique et polygénique ; articles C et D : volcanisme basaltique ; article E : maars et leurs conduits).

En tout état de cause, ces articles ne se sont jamais voulus des sommes exhaustives sur le volcanisme monogénique dans le monde.

La seconde liste est extraite de la publication *Monogenetic Volcanic Sites* (2011), in *Maars and scoria cones: the enigma of monogenetic volcanic fields*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 201, Issues 1-4, qui est principalement consacrée aux maars et cônes de scorie.

Compte-tenu de leur longueur, ces deux listes ont fait l'objet d'un **premier tri détaillé dans les tableaux MV2 et MV3 joints en annexes**, afin de sélectionner les **sites réellement pertinents** pour la présente analyse.

L'analyse de la première liste de l'UICN, qui comprenait 29 sites, a fait ressortir **7 autres sites, dont 6 ne faisaient pas partie de l'analyse comparative initiale** (liste complète et description détaillée dans le tableau MV2 en annexes). Cette dernière s'intéressait en effet principalement aux sites conjuguant tectonique et volcanisme, excluant de fait nombre de champs monogéniques dont le contexte tectonique était soit différent, soit peu significatif. L'analyse de la seconde liste de l'UICN, qui comprenait 53 sites, a permis d'identifier 16 sites potentiellement comparables **dont 10 ne faisaient pas partie de l'analyse comparative initiale** (liste complète et description détaillée dans le tableau MV3 en annexes).

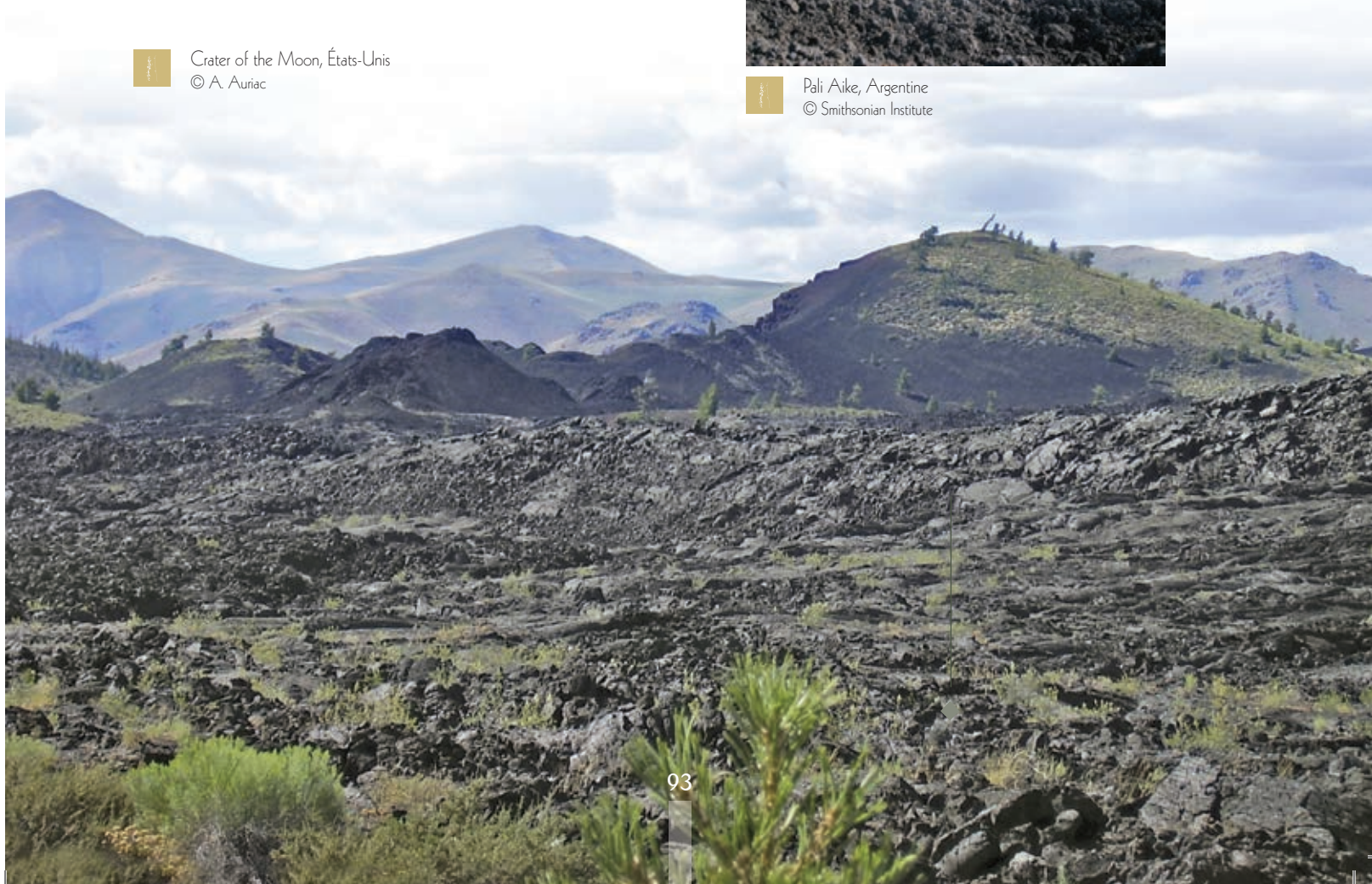


Parícutin Michoacán, Mexique
© Smithsonian Institute



Pali Aike, Argentine
© Smithsonian Institute

Crater of the Moon, États-Unis
© A. Auriac



Deux sites étant cités dans chacune de ces listes, ce sont donc **14 nouveaux sites proposés par l'UICN**, en plus de ceux déjà cités dans la première version de l'analyse, qui ont été retenus pour être comparés par la méthode semi-quantitative :

- Michoacán-Guanajuato (Mexique)
- Chichinautzin (Mexique)
- El Pinacate (Mexique)
- Volcans frontaliers du Guatemala - El Salvador (Amérique centrale)
- Pali Aike (Argentine)
- San Francisco volcanic field (États-Unis)
- Springerville (États-Unis)
- Snake River Plain (Etats-Unis)
- Calatrava (Espagne)
- Olot (Espagne)
- Al Haruj (Lybie)
- East Izu (Japon)
- Jeju (Corée)
- Al Madinah (Arabie saoudite)

Afin de réaliser l'analyse comparative complémentaire la plus poussée possible, cette première sélection a été complétée par une liste de **112 champs de volcans monogéniques établie par la commission dédiée de l'IAVCEI** (Voir fiche sur la clarification des liens tectono-volcaniques, page 37, et fiche sur les clarifications bibliographiques, page 116). Cette liste, rassemblant **les sites les plus représentatifs et significatifs pour les coordinateurs de la commission**, va prochainement être publiée officiellement sur le site Internet : https://vhub.org/groups/iavcei_cmv

Elle fait l'objet d'un premier tri dans le tableau MV4 en annexes, sur la base des critères simplifiés suivants notés de 1 à 3 :

- Un **nombre significatif** de volcans (généralement plus de 20) ;
- Des **champs volcaniques jeunes aux formes peu érodées** (moins de 50 000 ans pour la majorité du champ) ;
- Un **large éventail de compositions des laves** (des basaltes aux trachytes) ;
- Un **large éventail de morphologies** (cônes, dômes, maars, intrusions, coulées variées).



Chyulu Hills, Kenya
© Enchanted Landscapes



Itasy, Madagascar
© N. Piot

Certains champs obtenant des scores peu élevés mais pouvant être néanmoins intéressants par certains aspects (site connu, morphologies spécifiques, champ adventif remarquable sur un grand volcan polygénétique...) ont été également retenus.

On obtient ainsi une nouvelle liste de 48 sites pertinents pour comparaison. Cette liste recoupe la totalité des sites présélectionnés sur les listes 1 et 2 de l'UICN et 7 des sites cités dans son rapport d'évaluation 2014. Sunset Crater, le Grand Canyon et Petroglyph National Monument ont été inclus mais **ne figuraient pas dans la liste IAVCEI**. Cela donne après croisement une **liste finale consolidée de 51 sites**.

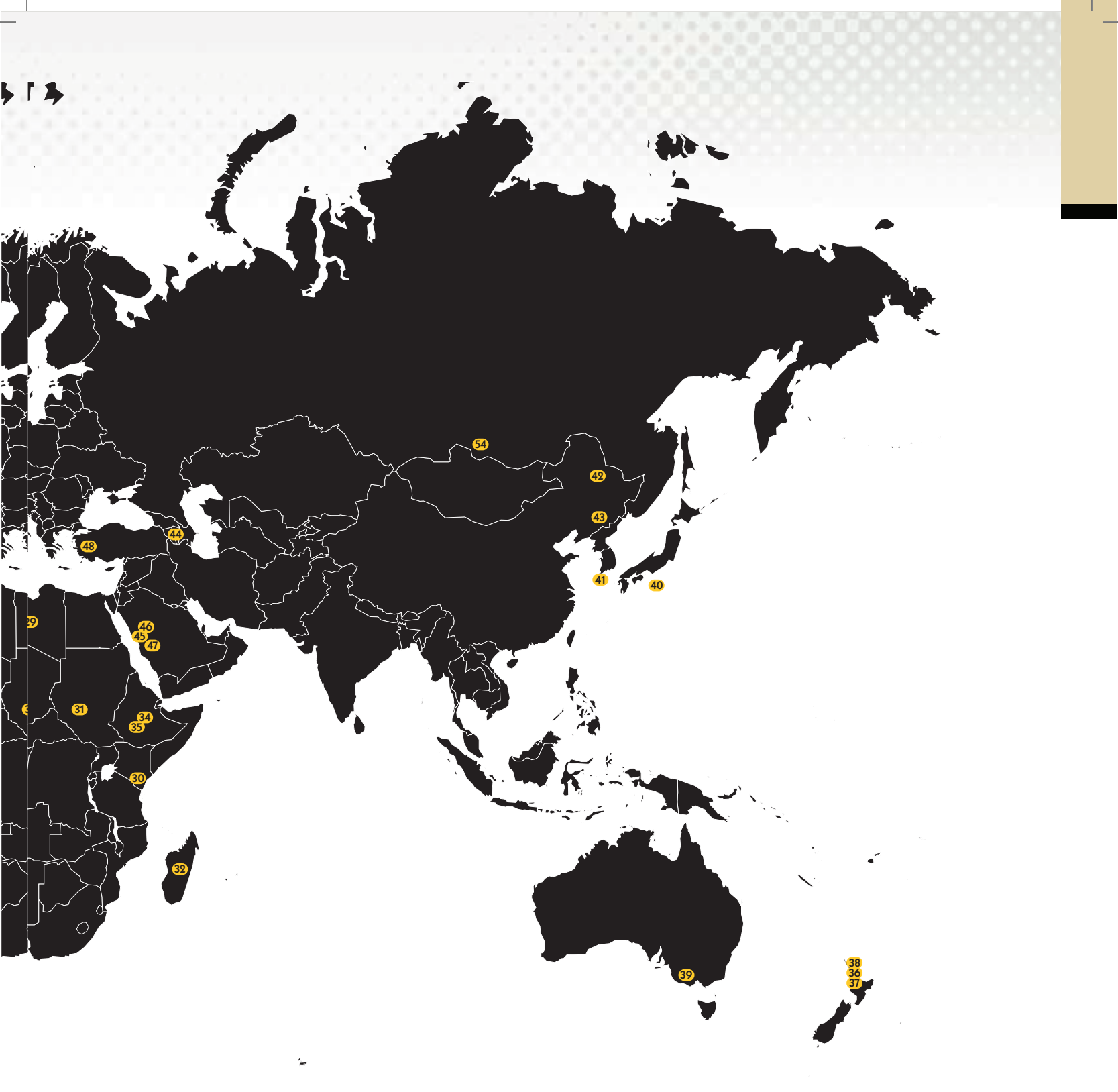
Compte-tenu du contexte tectonique du bien proposé, objet de la présente comparaison, le champ volcanique le plus remarquable sur l'autre grand rift lié à la formation de montagnes, à savoir **Tunka au Baïkal**, a été rajouté. Ce site avait déjà été examiné dans l'analyse comparative originelle. Il en est de même pour l'**Eifel** pris dans sa totalité et pour **Craters of the Moon**, zone spécifique de la Snake River Plain.

Cela porte donc la liste au final à **54 sites** qui sont spécifiquement évalués et comparés à la Chaîne des Puys en tant que champ de volcans monogéniques.



Localisation des champs de volcans monogéniques
retenus pour comparaison
© Cd63

- | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 0 - Chaîne des Puys | 10 - Zacatepec | 20 - Carrizozo |
| 1 - Calatrava | 11 - Pinacate | 21 - Cerros del Rio |
| 2 - Olot | 12 - Raton Clayton | 22 - Diamond Craters |
| 3 - West Eifel | 13 - West Snake River Plain | 23 - Mormon |
| 4 - East Eifel | 14 - San Francisco VF | 24 - Andahua |
| 5 - Eger/Ohre Graben Volcanic Field | 15 - Springerville | 25 - Pali Aike |
| 6 - Lanzarote | 16 - Cima Volcanic Field | 26 - Llancanelo |
| 7 - Michoacán - Guanajuato | 17 - Lunar Crater-Reveille | 27 - Rininahue-Ñilahue Volcanic Field |
| 8 - Sierra de Chichinautzin VF | 18 - Blackfoot | 28 - Al Haruj al Abyad |
| 9 - Tuxtla | 19 - Inyo | 29 - Al Haruj al Aswad |



- | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 30 - Chyulu Hills | 40 - East-Izu | 50 - Petroglyphs national monument |
| 31 - Meidob Hills Volcanic Field | 41 - Jeju | 51 - Grand Canyon |
| 32 - Itasy | 42 - Wudialanchi | 52 - Eifel (all) |
| 33 - Manzaz | 43 - Longgang Volcanic Field | 53 - Craters of the Moon (Only) |
| 34 - Bishoftu Volcanic Field | 44 - Gegham Mountains VF | 54 - Tunka |
| 35 - Butajira | 45 - Al Madinah (Harrat Rahat) | |
| 36 - Auckland (all) | 46 - Harrat Khaybar | |
| 37 - South Auckland | 47 - Kishb | |
| 38 - Northland VF | 48 - Kula Volcanic Field | |
| 39 - Kanawinka | 49 - Sunset Crater | |

4 – Analyse comparative des champs de volcans monogéniques

Application des critères

L'application des dix critères définis ci-avant pour chacun des 54 champs de volcans retenus pour comparaison permet d'obtenir le tableau de synthèse suivant (le **tableau complet MV6** ainsi que la description de tous les sites sont disponibles en annexes).

N°	Nom du site	Source	Score	N°	Nom du site	Source	Score
0	Chaîne des Puys		21	28	Al Haruj al Abyad	L1/IAV	16
1	Calatrava	L2/IAV	10	29	Al Haruj al Aswad	L1/IAV	16
2	Olot	L2/IAV	12	30	Chyulu Hills	IAV	13
3	West Eifel	L1/IA	16	31	Meidob Hills Volcanic Field	IAV	20
4	East Eifel	IAV	16	32	Itasy	IAV	19
5	Eger/Ohre Graben Volcanic Field	IAV	12	33	Manzaz	IAV	12
6	Lanzarote	IAV	13	34	Bishoftu Volcanic Field	IAV	13
7	Michoacán - Guanajuato	L1/L2/ IAV	21	35	Butajira	IAV	18
8	Sierra de Chichinautzin VF	L1/L2/ IAV	20	36	Auckland (all)	R/L1/L2/ IAV	11
9	Tuxtla	IAV	19	37	South Auckland (part of Auckland)	IAV	11
10	Zacatepec	IAV	19	38	Northland VF (part of Auckland)	IAV	11
11	Pinacate	R/L1/ IAV	13	39	Kanawinka (Newer Volcanic Field)	R/ IAV	12
12	Raton Clayton	IAV	10	40	East-Izu	L1/ IAV	18
13	West Snake River Plain (incluant Craters of the Moon)	L1	12	41	Jeju	L1/ IAV	16
14	San Francisco VF	L1/ IAV	19	42	Wudialanchi	R/L1/ IAV	12
15	Springerville	L1/ IAV	14	43	Longgang Volcanic Field	IAV	11
16	Cima Volcanic Field	IAV	11	44	Gegham Mountains Volcanic Field	IAV	19
17	Lunar Crater-Reveille	IAV	17	45	Al Madinah (Harrat Rahat)	R/L1/ IAV	19
18	Blackfoot	IAV	19	46	Harrat Khaybar	IAV	19
19	Inyo	IAV	17	47	Kishb	IAV	18
20	Carrizozo	IAV	7	48	Kula Volcanic Field	IAV	14
21	Cerros del Rio	IAV	12	49	Sunset Crater	R	5
22	Diamond Craters	IAV	14	50	Petroglyphs national monument	R	2
23	Mormon	IAV	16	51	Grand Canyon	R	8
24	Andahua	IAV	11	52	Eifel (all)	CS	16
25	Pali Aike	R/L1/L2/ IAV	13	53	Craters of the Moon (Only)	R/L1/ CS	10
26	Llancanelo	L1/ IAV	13	54	Tunka	CS	2
27	Rininahue-Nilahue Volcanic Field	L1/ IAV	14				

Liste complète des champs de volcans monogéniques retenus pour comparaison avec leur score final.

Les sources qui les ont suggérés sont également indiquées :

R = rapport d'évaluation UICN ; L1 = première liste UICN ; L2 = deuxième liste UICN ; IAV = liste de l'IAVCEI ; CS = comité scientifique de la candidature.

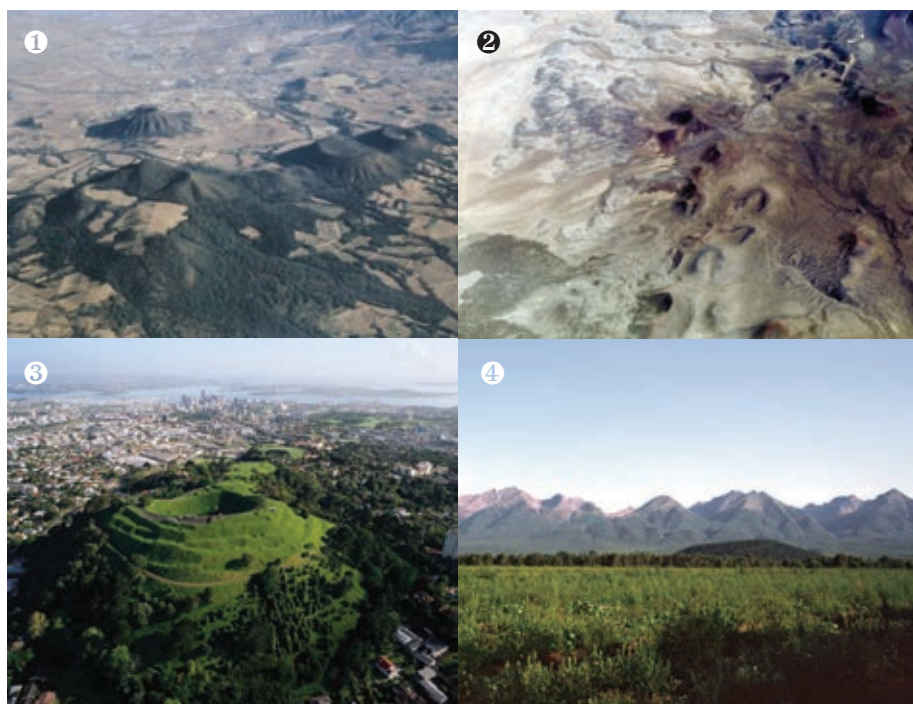
À partir des résultats de ce tableau, il est possible de distinguer quatre groupes :

a. Une **douzaine de champs** qui obtiennent un **score très élevé** (entre 19 et 22 points) : Chaîne des Puys (21), Michoacán-Guanajuato (21), Sierra de Chichinautzin (20), Meidob Hills (20), Tuxtla (19), Zacatepec (19), San Francisco VF (19), Blackfoot (19), Itasy (19), Al Madinah-Harrat Rahat (19), Harrat Khaybar (19), Gegham moutains (19) ;

b. Un **groupe équivalent** qui obtient un **score légèrement inférieur** (15 à 18 points) : Butajira (18), East-Izu (18), Kishb (18), Lunar-Crater (17), Inyo (17), Eifel all (16), East Eifel (16), West Eifel (16), Jeju (16), Mormon (16), Al Haruj al Abyad et Al Haruj Al Aswad (16) ;

c. Une grosse moitié des champs retenus obtient un score médian, entre 10 et 14 points ;

d. Cinq sites obtiennent moins de 10 points : Carrizozo (7), Sunset Crater (5), Petroglyphs national monument (2), Grand Canyon (8), Tunka (2).



Représentants de chaque groupe :

① - Sierra de Chichinautzin - Mexique - © J. Macías / Smithsonian Institution

② - Lunar Crater Reveille - États-Unis - © Google Earth images

③ - Auckland VF - Nouvelle-Zélande - © GeoNet

④ - Tunka - Russie - © P. Boivin

Le groupe a. fait ressortir tous les sites qui **se distinguent tant par leur grande diversité volcanique** (collection complète d'édifices éruptifs et morphologies associées) que par leur environnement tectonique auquel ils sont clairement reliés comme l'expriment leurs structures tectoniques et les morphologies dynamiques associées.

Le groupe b. comprend les **sites qui présentent des formes volcaniques remarquables**, mais qui soit **n'ont pas de dômes** (Butajira, Eifel, Mormon), soit affichent une **diversité limitée** (Haruj, Inyo – ce dernier n'a que des dômes), soit qui **ne remplissent que partiellement certains critères**, notamment sur le plan tectonique (Jeju, East-Izu ou Kishb : faible association tectonique et densité limitée).

Le groupe c., qui comprend une grande partie des champs monogéniques examinés, est dominé par du **volcanisme basaltique**. Ils contiennent donc des formes volcaniques intéressantes et souvent remarquablement exprimées (El Pinacate) liées à ce type de laves, mais ne possèdent **ni la diversité de compositions chimiques, de mécanismes ou de morphologies** des deux premiers groupes. Ils peuvent présenter néanmoins une signature tectonique forte (Diamond Craters, El Pinacate, Manzaz ou Auckland).

Le groupe d. rassemble le site de Tunka au Baïkal dont le contexte tectonique peut être rapproché de celui du bien proposé, mais qui ne présente ni les mêmes plan et épaulement de faille, ni la richesse volcanologique ; celui de Carrizozo qui ne présente ni un grand nombre ni une grande diversité de volcans ; ainsi que les trois sites du rapport UICN que l'on ne retrouvait pas dans la liste de l'IAVCEI : le Grand Canyon, Sunset Crater et Petroglyphs National Monument qui présentent respectivement des valeurs géologiques, esthétiques et culturelles indéniables, mais qui **ne correspondent pas à la grille d'évaluation retenue**.



Analyse des principales caractéristiques des sites les plus représentatifs

Les sites les plus représentatifs et significatifs (groupe a.) ressortent de trois environnements tectoniques différents :

- ▶ Un est **clairement associé à un rift et situé sur sa marge** : la Chaîne des Puys ;
- ▶ Six se situent dans des **zones de subduction** : Blackfoot, Michoacán – Guanajuato, Zapatepec, Tuxtla, Chichinautzin et Gegham mountains ;
- ▶ Quatre sont **intraplaques** : Al Madinah, Harrat Kaybar, Itasy, San Francisco volcanic field et Meidob.

Des sites liés aux **points chauds et aux zones transformantes** figurent dans le groupe b.

Plusieurs de ces sites sont liés à des systèmes de **volcans boucliers** ou de **volcans polygéniques** : Inyo (situé sur les rebords et le plancher de la Long Valley caldera) ; Jeju (champs qui repose sur un large volcan bouclier) ; Gegham (associé à un volcan bouclier). Le champ de Michoacán – Guanajuato contient également d'anciens édifices polygéniques, des volcans boucliers et de larges calderas associés à la zone de subduction. Mais son activité actuelle est monogénique et montre la mutation progressive des activités volcaniques. Elle indique également que les champs monogéniques offrant le plus large éventail de formes sont souvent liés aux flux de magma les plus importants et aux fréquences d'éruptions les plus fortes.

Même si la **Chaîne des Puys et le Michoacán sont les deux sites obtenant le score le plus important** (21 points), plusieurs sites ressortent donc de cette analyse comparative en obtenant un score élevé. Il est donc difficile, compte-tenu de la marge d'erreurs que peut comporter ce type d'évaluation, de distinguer un champ volcanique monogénique en particulier.

Il apparaît par contre **essentiel du point de vue du patrimoine géologique, de reconnaître les champs monogéniques** dans toute la diversité des formes volcaniques qu'ils rassemblent et des contextes tectoniques qu'ils peuvent illustrer. Il est également nécessaire de prendre en compte leur **interaction avec d'autres types de volcanismes**.

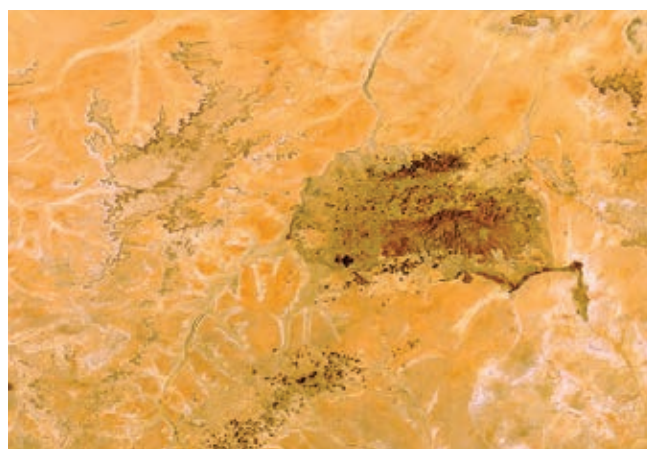
Aussi, pour appréhender le phénomène de manière globale, il convient de **considérer les champs monogéniques dans un environnement géologique complet**, et pas uniquement à l'échelle du volcanisme. C'est ce que vise à illustrer la candidature de la Chaîne des Puys - faille de Limagne.

Compléments concernant la valeur scientifique et historique

La mission technique indépendante a recommandé de faire ressortir les valeurs éducatives et scientifiques du bien proposé, ainsi que sa place dans l'histoire des sciences. L'analyse semi-quantitative ci-dessus



Tuxtla, Mexique
© DZ / Picasa



Meidob, Soudan
© NASA Space Shuttle image



Maars de l'Eifel, Allemagne
© M. Schildgen

n'a pas intégré ces **critères difficiles à évaluer sur l'ensemble des sites**. Cela a permis de plus de concentrer l'analyse sur les valeurs volcanologiques et géologiques intrinsèques des sites.

Il est toutefois possible de prendre en compte ces aspects **pour affiner l'analyse sur les deux groupes de tête**.

Histoire des sciences

Les deux sites qui se détachent sur ce point sont la **Chaîne des Puys et l'Eifel**. Comptant plus de 200 ans de recherches continues et des centaines de publications, ils ont servi de terrain d'observation aux plus grands géologues, ont permis de définir des formes élémentaires de volcans (dômes, pépérite et maars) et d'arbitrer nombre de théories qui servent aujourd'hui de bases universelles de la volcanologie et de la géologie.



Éruption historique du Parícutin en 1943
© G. Ortega

D'autres sites sont également notables pour leurs **éruptions historiques**, en particulier celles du **Jorullo et du Parícutin au Michoacán**. Enfin Jeju et East Izu ont joué un rôle important pour le développement et l'observation de la volcanologie en Asie, de même qu'Al Madinah pour le Moyen-Orient.

Recherches scientifiques actuelles

La Chaîne des Puys fait toujours l'objet de recherches importantes et de citations dans la littérature scientifique actuelle. La **lettre envoyée par Karoly Nemeth, co-leader de la commission sur le volcanisme monogénique de l'IAVCEI** ainsi que **l'analyse bibliométrique** jointes en annexes, montrent que la Chaîne des Puys possède autant de références et de citations que les autres sites majeurs et qu'elle se distingue en ce qui concerne les recherches effectuées sur l'environnement tectono-volcanique. **L'excellence scientifique** de la candidature est également due à la présence à proximité du site du **Laboratoire Magmas et Volcans de Clermont-Ferrand**, qui est un centre de recherche et d'expérimentation majeur au niveau international, grâce notamment à la richesse de son environnement géologique.

Sites pédagogiques

La présence sur le bien proposé de **plusieurs infrastructures** d'accueil du public dédiées à la géologie et diffusant des informations en **plusieurs langues**, attestent que l'ensemble tectono-volcanique dispose des **équipements pédagogiques attendus d'un géosite de classe mondiale**. À eux trois, Vulcania, le volcan à ciel ouvert de Lemptégy et la maison de site du puy de Dôme, accueillent plus d'un million de visiteurs par an. En outre, la possibilité pour le public d'apercevoir depuis de nombreux

points de vue du bien les grands éléments géologiques qui structurent le paysage, expliqués par divers tables d'interprétation, conforte ce caractère éminemment pédagogique. Ces aspects ont été soulignés par la mission technique d'octobre 2015 :

"An added value is provided by excellent geoeucational facilities at Lemptegy open-air volcano and Vulkania, together with excellent research facilities in the nearby University of Clermond-Ferrand (Magmas and Volcanoes Laboratory)."

(Page 7, paragraphe 6)

"We want to stress that the general infrastructure (accessibility trails, signage, panels, interpretative facilities) is already setup and is well kept. We have also observed that a functioning network (university, restaurants and hotels, museums, open quarries, etc.) is already been setup."

(Page 7, paragraphe 8)

En conclusion, la Chaîne des Puys est bien de rang international en ce qui concerne l'histoire des sciences, le dynamisme de la recherche et les qualités pédagogiques du site. Ce point vient renforcer la très grande valeur de cet ensemble du point du vue du volcanisme monogénique.



Al Madinah, Arabie Saoudite
© M. Schildgen

Vulkania, centre français de culture scientifique autour du volcanisme
© S. Seguin



Références

La bibliographie utilisée pour cette section étant **tellement importante**, les **33 pages de références relatives à chacun des 110 sites évalués** ont été renvoyées dans les annexes, avec les tableaux comparatifs et les **35 pages de description** de chaque site évalué.



Diversité des édifices monogéniques
de la Chaîne des Puys
© P. Soissons

5 – Conclusion

On peut tirer de cette analyse comparative d'un attribut spécifique les conclusions générales suivantes :

- ▶ La plupart des champs monogéniques sur Terre sont **basaltiques**, avec les types d'édifices afférents (cônes de scories et maars) et **souvent dispersés** sur une large zone ;
- ▶ Seuls quelques champs présentent des **groupements plus denses avec une grande variété d'édifices et de morphologies volcaniques associées** ;
- ▶ Certains d'entre eux possèdent également un lien étroit avec leur **environnement tectonique**, clairement exprimé dans le paysage ;
- ▶ Au total il existe ainsi environ une **dizaine de champs de volcans monogéniques très significatifs et représentatifs à travers le monde**, qui se répartissent entre tous les contextes tectoniques ;
- ▶ Il serait **arbitraire et artificiel** de n'en distinguer qu'un seul.

Concernant plus spécifiquement la Chaîne des Puys, celle-ci **fait partie de ces quelques champs monogéniques de classe mondiale** grâce à ses liens clairs entre volcanisme et tectonique, sa grande densité et diversité d'édifices, de mécanismes éruptifs et de laves. Son **alignement distinctif, parallèle à la faille, porté en pavois par l'épaule de rift**, ne se retrouve par contre dans aucun autre des sites obtenant les scores les plus élevés. À cela s'ajoute une importance scientifique toujours actuelle et une valeur pédagogique confortée par des équipements et des outils éducatifs variés et de qualité.

Le champ monogénique de la Chaîne des Puys apparaît donc exceptionnellement représentatif au niveau mondial, tel que noté par la mission d'octobre 2015 :

"...on a global scale, the Chaîne des Puys MVF does stand out as showing a diversity of volcanic processes and products leading to a variety of volcanic edifices, chemical compositions, and landscapes."

(Page 5, paragraphe 4.2)



Conclusion de l'ensemble de l'analyse comparative complémentaire

Le phénomène de rift constitue un des processus structurants de la tectonique des plaques. On distingue quatre grands types de rift liés à quatre environnements tectoniques distincts (formation des montagnes, subduction, points chauds, failles transformantes). Chacun de ces grands types de rift est caractérisé par un enchaînement différent des trois grands processus identifiés par Cloos (« rift, volcanisme, soulèvement ») et génère ainsi des formes géomorphologiques différentes.

La comparaison de l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne avec **55 sites tectoniques, dont 41 segments de rift majeurs** (dont la totalité des rifts sont liés à la formation des montagnes), démontre que le bien proposé **présente de manière unique cette phase initiale de séparation d'un continent en deux**.

Rassemblant dans un périmètre réduit et remarquablement articulé, **toutes les grandes structures et morphologies liées à ce phénomène**, l'ensemble tectono-volcanique ressort de l'analyse comparative comme un site où **s'exprime de manière exceptionnelle l'ensemble des processus liés à un rift**. À ce titre, il constitue un **exemple éminemment représentatif de rift lié à la formation de montagnes**.

Deux analyses spécifiques sur l'inversion de relief et sur le volcanisme monogénique démontrent que ces attributs géologiques sont **également exceptionnels pris individuellement**. Conformément **aux attentes de l'UICN et de la mission d'expertise indépendante**, ils ont fait l'objet d'une vaste comparaison avec **les 15 inversions de relief et les 116 champs de volcans monogéniques** les plus renommés à travers le monde.

Par la conjugaison de coulées anciennes et récentes, l'amplitude et la visibilité du phénomène, ainsi que son lien évident avec la tectonique, la Montagne de la Serre constitue un **archétype du phénomène d'inversion de relief**. Cet exemplarité est confirmée par le fait qu'elle soit la morphologie inversée la plus étudiée scientifiquement.

De même, la diversité des laves et des édifices qui en découlent ainsi que leur remarquable alignement qui redouble celui de la faille de Limagne et contribue à leur exceptionnelle visibilité, **élèvent la Chaîne des Puys comme un champ de volcans monogéniques de rang mondial**.

Ces deux composantes remarquables viennent renforcer la valeur universelle exceptionnelle de cette **maquette complète de géologie structurale**, telle que définie dans la déclaration actualisée page 49.

Cette analyse comparative **additionnelle et approfondie, réalisée grâce aux apports de scientifiques étrangers de premier plan** vient utilement compléter et confirmer les conclusions de celle initialement proposée en 2013.

Elle **réaffirme le caractère indissociable de la tectonique et du volcanisme, rejoignant** les conclusions du rapport de la mission technique indépendante : « *It is the ensemble of volcanoes and tectonic structures and landscapes that make it such a scale model and unique in its clearness and completeness on our planet Earth.* » (page 1).



Compléments et clarifications bibliographiques

Extraits du rapport UICN 2014 :

« Du point de vue de l'histoire scientifique, la Chaîne des Puys est **clairement importante en tant que champ européen ayant permis de comprendre la volcanologie au 18^e siècle et au début du 19^e siècle**. La majorité des articles scientifiques concernant la région volcanique de la Chaîne des Puys publiés depuis 60 ans (depuis la fin de la Deuxième Guerre mondiale) sont parus dans des journaux scientifiques nationaux français et en tant que thèses **émanant essentiellement d'universités françaises**. Ces journaux sont **essentiellement d'intérêt national** et peu d'articles sur la Chaîne des Puys ont été publiés dans les principaux journaux scientifiques internationaux de volcanologie. Sur les 52 articles cités dans la bibliographie du dossier sous la rubrique « Volcanologie » et faisant référence à la Chaîne des Puys, 45 – soit 86% – sont issus de journaux français ou émanent d'universités françaises. Depuis plusieurs années et depuis le début de la préparation du dossier, on constate une résurgence du sujet dans les articles scientifiques de journaux internationaux, essentiellement due à la publication de plusieurs articles par des facultés et des **étudiants de l'université de Clermont-Ferrand et de leurs collègues**.

« Les études mondiales récentes du volcanisme monogénique dans la littérature revue par des pairs (Nemeth, 2010 ; de la Cruz-Reyna et Yokoyama, 2011 ; Kereszturi et Nemeth, 2012 ; Valentine et Gregg, 2008) **ne mentionnent généralement pas la Chaîne des Puys** comme un champ volcanique important. **Certains évaluateurs experts indépendants ont soutenu la proposition** mais un grand nombre d'autres évaluateurs ont estimé que ce bien n'a pas de valeur universelle exceptionnelle en tant que bien naturel du patrimoine mondial. » (page 75 du rapport en français)

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ Il est logique et classique que la plus grande partie des recherches sur un site national soient conduites dans la langue du pays. Cela ne signifie pas que le site ne soit pas d'intérêt international, comme l'indiquent les nombreuses recherches menées par des chercheurs internationaux de premier plan
- ▶ La méthode la plus objective de comparer les occurrences scientifiques est la recherche de références et citations académiques, telle que Thomson Reuters Web of Science
- ▶ Cet exercice démontre que la Chaîne des Puys - faille de Limagne se classe très haut dans les publications internationales
- ▶ La lecture que l'UICN a faite de certains articles a appelé des commentaires de leurs auteurs
- ▶ Le contenu du dossier de l'ensemble tectono-volcanique a systématiquement fait l'objet depuis ses débuts d'une double validation scientifique nationale et internationale, jusqu'aux derniers éléments comparatifs fournis dans le présent document



Commentaires/description

Les langues employées en 250 ans de publications scientifiques ininterrompues sur la Chaîne des Puys - faille de Limagne sont majoritairement le français et l'anglais. Il importe de souligner que si l'anglais est désormais la langue la plus usitée pour la science, ce n'est pour autant **pas la seule qui soit employée. Des articles scientifiques majeurs sont également publiés en français.** C'était essentiellement le cas au XVIII^e et au XIX^e siècles, où le français était alors la langue scientifique de référence. Von Buch, par exemple, a écrit plusieurs de ses traités les plus importants en français.

Il serait donc **problématique de juger de la valeur scientifique d'un site sur une base linguistique**, comme de **dénier la valeur internationale de certains travaux** parce qu'ils n'ont pas été publiés en anglais.

Bulletin of Volcanology, un des **titres phares de la recherche volcanologique**, a accepté des articles en français, de même qu'en allemand et en italien, jusque **dans les années 1980**. À cette aune, il est donc normal qu'une grande partie des écrits parus sur la Chaîne des Puys - faille de Limagne l'aient été en français.

Par ailleurs, les **modes de publication** varient entre les pays. Une large part de la littérature scientifique française est de fait contenue dans les **mémoires universitaires** et les **thèses d'État**, tandis qu'historiquement, la littérature anglo-saxonne relève d'articles.



De nombreuses équipes scientifiques étrangères travaillent sur le bien proposé, ici Américains et Allemands étudiant les dykes et strates de Lemptégny
© Laboratoire Magmas et Volcans, Clermont-Ferrand

Il n'est donc pas surprenant que la plupart des éléments sur un site français soient consignés dans ce type de travaux, qui **n'en demeurent pas moins scientifiques**. De même, il n'est pas surprenant que la majeure partie des recherches **soient conduites par des nationaux**, cela vaut quasiment pour tous les sites et pays du monde et **ne signifie pas que le site ne soit pas d'intérêt international** comme l'indique les **nombreuses recherches conduites par ailleurs par des universités étrangères** qui étaient déjà citées dans le dossier de candidature (pages 146-147 et pages 568 à 586).

Il semble utile de rappeler quelques-uns de ces travaux, menés par des **chercheurs internationaux de premier plan** et qui ne relèvent ni d'« étudiants de l'Université de Clermont-Ferrand » ni « de leurs collègues » :

PRINCIPAUX TRAVAUX SCIENTIFIQUES INTERNATIONAUX AVANT 2013

Chercheur	Université	Pays	Thématique
Jean-Pierre Henriet	RCMG Ghent University	Belgique	Les gaz piégés et libres dans les sédiments de maars de la Chaîne des Puys : approche géophysique et implications pluridisciplinaires. Mise au point d'un sondeur sismique multi-faisceaux adapté au milieu lacustre
Markus Schwab	GZF, Potsdam	Allemagne	Stratigraphie, chronologie et paléoenvironnements déduits des enregistrements sédimentaires de maars de la Chaîne des Puys
Thor Thordarson	Edimbourg / Reykjavik	Royaume-Uni / Islande	Laves du puy de Côme : étude de la structure et de la texture des coulées de lave
Linda Kirsten	Edimbourg	Royaume-Uni	Inversion de reliefs, érosion et soulèvements autour de la Chaîne des Puys
Mike Petronis	New Mexico Highlands	États-Unis	Intrusions de lave, dykes, coulées de Royat et Lemptégny
Valentin Troll & Dougal Jerram	Uppsala / Durham	Suède / Royaume-Uni	Incorporation et dissolution explosive des xénolites à Beaunit et Lemptégny
Nancy Dise	Arizona	États-Unis	Évolution des cônes de scories basaltiques : relation entre l'emplacement des coulées de lave et la croissance de cônes de scories
Pablo Grosse	Tucuman	Argentine	Morphométrie de la Chaîne des Puys
Valislav Rappich	Prague	République Tchèque	Comparaison des volcans de la Chaîne des Puys avec ceux du Massif Bohémien
Mathieu Kervyn	Bruxelles	Belgique	Structure des téphras des cônes de scories de la Chaîne des Puys
Alessandro Tibaldi	Milan	Italie	Néo-tectonique et morphologie de la faille de Limagne
Alvero Marques	Madrid	Espagne	Structure et déformation des volcans du Teide et de la Chaîne des Puys : renaissance des cratères de soulèvement

Ces différents points ont été également soulignés par la mission d'octobre 2015 :

*« It is unquestionable that the scientific value of geological sites should be recognised by the international scientific community, which is expressed essentially by published works and communications in congresses. The international relevance of Chaîne des Puys - Limagne Fault proposal in another scientific domain should be stressed: the **history of volcanology**. In fact, this area was the subject of many research works that have contributed for the international advancement of the volcanological knowledge in the last two centuries. Obviously that much of this scientific literature was written in French, which should not be considered a constrain, as **French language was the standard in those times**. »*
(page 7, paragraphe 6)

Au vu de ces différences, la manière la plus objective de comparer les occurrences scientifiques en fonction de leur importance, est d'avoir recours à une **méthode de recherche de références et citations académiques**, telle que proposée par **Thomson Reuters Web of Science**, la **plus grande base de données sur la littérature scientifique**, élaborée et revue par des pairs. Pour figurer dans cette base de données, un journal doit répondre à une série de critères et démontrer l'excellence de son contenu, de même que la fiabilité de ses publications. C'est la raison pour laquelle le Web of Science est mondialement accepté comme une source indépendante et objective pour le classement des papiers scientifiques et la quantité de citations et articles internationaux majeurs publiés sur un site.

Cet exercice a été conduit en 2014 par **K. Nemeth** (Massey University, Nouvelle-Zélande, co-coordonateur de la commission de l'IAVCEI sur les volcans monogéniques), dans sa lettre de réponse au rapport d'évaluation de l'UICN (voir annexes) montrant que la Chaîne des Puys - faille de Limagne **se classe très haut dans les publications et citations sur les champs monogéniques**. Une version de cette liste **mise à jour en juillet 2015** par **P. Boivin** (Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand) est jointe en annexes. Cet outil permet de **prendre la vraie mesure de l'importance scientifique internationale**, passée et actuelle, pour la Chaîne des Puys - faille de Limagne.

Clarifications sur les références utilisées par l'UICN

Références citées dans le rapport d'évaluation

Le rapport d'évaluation 2014 de l'UICN se réfère à quatre articles cités comme des « *études mondiales récentes du volcanisme monogénique* ». Or, **leurs auteurs** (Karoly Nemeth, Greg Valentine, Servando de la Cruz Reyna) ont écrit au directeur du Centre du patrimoine mondial pour expliquer **pourquoi leurs écrits ne pouvaient être utilisés en ce sens**.

Leurs travaux sont en effet des études spécialisées sur certains aspects du volcanisme monogénique, et **non des inventaires visant l'exhaustivité** sur ces volcans à travers le monde. Ce point a été d'ailleurs clairement **établi par Karoly Nemeth lui-même en présence de l'UICN** lors de la mission d'expertise d'octobre 2015, à laquelle il a pris part en tant que membre du comité scientifique international de la Chaîne des Puys - faille de Limagne.

Références citées dans la réponse à la lettre d'erreurs factuelles

La réponse de l'UICN à la lettre d'erreurs factuelles de la France s'appuyait sur des articles scientifiques et des études thématiques pour établir une longue liste de champs volcaniques dits monogéniques. Lors de la mission d'expertise d'octobre 2015, il a été établi que cette littérature ne représentait pas une source adéquate pour élaborer une telle liste, en raison du fait que :

- ▶ Les références utilisées traitaient d'aspects très spécialisés, principalement des cônes de scories basaltiques et des éruptions phréato-magmatiques (maars), et **non du volcanisme monogénique dans son ensemble** ;
- ▶ Des noms de **sites ont été massivement extraits sans vérifier** qu'il s'agissait véritablement de champs volcaniques monogéniques. Or, plusieurs édifices et ensembles étaient mentionnés dans ces articles dans le cadre de références plus larges, et ne désignaient pas des volcans monogéniques.

Aussi, **seulement un quart des sites listés** par l'UICN illustrent réellement du volcanisme monogénique, comme relevé dans le rapport de 2015 :

« References on monogenetic volcanic fields largely rely too much on the monograph not inclusively summarized by the IAVCEI new commission in the report. Rather, not effective comparison of this nomination with other volcanoes may have not been done by the IUCN report to diminish the characteristics of the nominated property. »

(page 3, paragraphe 2)

Toutefois, une liste consolidée de 112 champs volcaniques monogéniques a été communiquée par la commission dédiée de l'IAVCEI et utilisée pour établir la nouvelle version de l'analyse comparative ci-avant. Il est à souligner qu'aucune étude aussi approfondie, sur un aussi grand nombre de sites, n'avait à ce jour été entreprise dans le cadre d'une inscription sur la Liste du patrimoine mondial.

Nouvelles publications et derniers travaux de recherche

Plusieurs articles ont paru depuis la finalisation du dossier de candidature de la Chaîne des Puys - faille de Limagne et son dépôt auprès du Centre du patrimoine mondial en janvier 2013. Ne sont consignées ici que les **dix-huit références éditées dans des titres scientifiques majeurs**. Ces publications indiquent la **diversité de la recherche scientifique en cours** sur le bien proposé (tectono-volcanisme, volcanisme, paléomagnétisme, pétrologie et gestion des risques), comme sa **réelle dimension internationale**.

Références :

- 1) Le Corvec N. et al. (2013), *Spatial distribution and alignments of volcanic centers: clues to the formation of monogenetic volcanic fields*, **Earth-Science Reviews** 124: 96–114
- 2) Martel C. et al. (2013), *Trachyte phase relations and implications for magma storage conditions in the Chaîne des Puys (French Massif Central)*, **Journal of Petrology**, 54, 1071–1107
- 3) Petronis MS et al. (2013), *Magma emplacement Lemptégy scoria cone (Chaîne des Puys, France)*, **Bulletin of Volcanology**, 75:753
- 4) Boivin P., Thouret J.C. (2013), *The volcanic Chaîne des Puys: A unique collection of simple and compound monogenetic edifices. In Landscapes and Landforms of France*, Springer, Heidelberg, 9: 81-91
- 5) Laj C et al. (2014), *Dynamics of the earth magnetic field in the 10-75kyr period comprising the Laschamp and Mono Lake excursions: New results from the French Chaîne des Puys in a global perspective*, **Earth and Planetary Science Letters**, 387: 184-197
- 6) Delcamp A. et al (2014), *The endogenous and exogenous growth of the monogenetic Lemptégy volcano, Chaîne des Puys, France*, **Geosphere**, issue 5, vol.10
- 7) Maccaferri et al. (2014), *Off-rift volcanism in rift zones determined by crustal unloading*, **Nature Geoscience**, 7(4), 297–300.
- 8) Sigurdsson et al (2014), *The Encyclopedia of Volcanoes*, 2nd Edition, H. Sigurdsson (ed.), Elsevier, 423-439, doi: 10.1016/B978-0-12-385938-9.00023-7
- 9) Valentine G. et al (2014), *Unconventional maar-diatreme and associated intrusions in the soft sediment-hosted Mardoux structure (Gergovie, France)*, **Bulletin of Volcanology** 76:807, doi: 10.1007/s00445-014-0807-9

10) Jouannic G. et al (2014), *Occurrence of an unknown Atlantic eruption in the Chaîne des Puys volcanic field (Massif Central, France)*, **Journal of Volcanology and Geothermal Research** 283, 94–100 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2014.06.007> 0377-0273

11) Van Wyk de Vries B. et al (2014), *Volcanic Landslides, Debris avalanches and gravitational deformation*, **Encyclopaedia of volcanoes**, Springer

12) Van Wyk de Vries B. et al (2014), *Volcanic Debris avalanches*, in *Landslide Hazards, Risks, and Disasters*, Tim Davies and J. F. Shroder Jr. edition, doi:10.1016/B978-0-12-396452-6.00005-7

13) Van Wyk de Vries B. et al (2014), *Craters of Elevation Revisited : Forced Folds, Bulges and Uplift of Volcanoes*, **Bulletin of Volcanology**, DOI: 10.1007/s00445-014-0875-x

14) Boudon G. et al (2015), *What factors control superficial lava dome explosivity?* **Nature Science**, Rep. 5, 14551; doi: 10.1038/srep14551

15) Latutrie B. et al. (2015), *Testing a geographical information system for damage and evacuation assessment during an effusive volcanic crisis*, **Geological Society**, London, Special Publications, 426

16) Rivalta E. et al (2015), *How the differential load induced by normal fault scarps controls the distribution of monogenetic volcanism*, **Geophysical Research Letters**, 42, doi:10.1002/2015GL065638

17) Ambrosino F. et al (2015), *Joint measurement of the atmospheric muon flux through the Puy de Dôme volcano with plastic scintillators and Resistive Plate Chambers detectors*, **Journal of Geophysical Research - Solid Earth** vol.120, doi:10.1002/2015JB011969

18) Boivin P. et al (2015), *Building and ornamental use of trachyte in the center of France during antiquity: Sources and criteria of identification*, **Journal of Archaeological Science**, vol.3, p.247-256, doi:10.1016/j.jasrep.2015.06.017

D'autres articles et projets sont en cours, dont voici quelques exemples. À noter que la recherche internationale est menée par de nombreux groupes qui ne travaillent pas nécessairement avec le laboratoire clermontois Magmas et Volcans. Certains projets ne sont donc pas connus avant leur publication.

1) Karatson D., *Inverted Relief as a landscape agent*, project with Otvos University, Hungary

2) Rivalta E., *The structure and evolution of the Limagne Rift*, project with Acocella V. GFZ Potsdam and Roma III Universities

3) Lit C., *Evolution of the Chopine volcano, Chaîne des Puys*, project with the University of the Philippines

4) Jordan SC. et al, *Highly explosive eruption of the monogenetic 8.6 ka BP La Vache et Lassolas scoria cone complex (Chaîne des Puys, France)*, in press JVGR, VOLGEO4860R1 (accepted for publication 16/12/2015)

5) Harris A.J. et al, *Lava invasion of urban areas at monogenic systems: Examples from the Chaîne des Puys*, abstract #V23B-4784

6) Portal et al, *Electrical resistivity tomography applied to a complex lava dome: 2D and 3D models comparison*, Award student poster (OSP) 2015 EGU Vienna, April 2015

7) Portal A., *Geophysical study of the inner structure of a volcanic dome: the Puy de Dôme and its surroundings*, PhD Thesis, defended December 2015

8) Garza D et al., *Emplacement of the Puy de Dôme Investigated Using Structural, Anisotropy of Magnetic Susceptibility, Paleomagnetic and Rock Magnetic Data*, V51B-4758, AGU Fall meeting abstract, December 2015

9) Gurioli L. et al, *Textural evolution of magma during the 9.4 ka trachytic explosive eruption at Kilian Volcano, Chaîne des Puys, France*, publication submitted

En lien avec ce nombre croissant de projets de recherche, le Laboratoire Magmas et Volcans de l'Université Blaise Pascal va mettre en place en 2016 un groupe de travail international et pluridisciplinaire pour coordonner les différents travaux sur l'ensemble tectono-volcanique.

Dans leur rapport 2015, les experts ont commenté l'importance et l'activité de ce laboratoire de recherche. Celui-ci est vu tout à la fois comme la **preuve de la valeur scientifique du bien proposé et comme un moteur pour maintenir ce haut niveau de recherche** :

« The University Blaise Pascal in Clermont-Ferrand with its « Laboratory of Magmas and Volcanoes » underlines the outstanding geoeducational and scientific importance of the property ». (Page 1)

«The increase of recent works published in international top-level scientific journals concerning several aspects of Chaîne des Puys - Limagne Fault geology should be noted. This is a demonstration of the scientific relevance of the area, also attested by the existence of international research projects and post-graduation programmes.

An added value is provided by excellent geoeducational facilities at Lemptegy open-air volcano and Vulkania, together with excellent research facilities in the nearby University of Clermont-Ferrand (Magmas and Volcanoes Laboratory). » (Page 7, paragraphe 6)

Validation scientifique nationale et internationale

Le laboratoire Magmas et Volcans, qui a fourni tout le contenu scientifique de la candidature Chaîne des Puys - faille de Limagne et garanti sa rigueur, fait partie des centres de recherche en tectono-volcanique les plus actifs et reconnus au niveau international.

Volcans monogéniques

Pour s'assurer de l'objectivité et de la mise en perspective des informations contenues dans le dossier, l'équipe locale s'est entourée d'un **comité scientifique international** qui a **vérifié et augmenté les chapitres stratégiques** du dossier de candidature, tel qu'attesté dans les lettres qui y étaient annexées et qui n'ont pas été mentionnées dans le rapport d'évaluation de l'UICN.

Certains de ces experts **sont venus en personne accompagner les visites et évaluation de terrain** : Páll Einarsson et William Rose en septembre 2013, Karoly Nemeth en octobre 2015.



M. Pierre Boivin

Volcanologue,
chercheur émérite au laboratoire Magmas et
Volcans,
Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand -
FRANCE



M. Károly Németh

Senior Research Officer
& Co-leader of the IAVCEI,
Hazards Research Unit,
King Abdulaziz University, Jeddah
SAUDI ARABIA KINGDOM



M. Greg Valentine

Professor and Director Center for GeoHa-
zards Studies,
Department of Geology,
University of Buffalo, Buffalo - UNITED
STATES OF AMERICA



M. Joan Marti

Professor, Secretary General of the International
Association of Volcanology
and Chemistry of the Earth's Interior (IAVCEI),
Head of the Group of Volcanology,
Spanish National Research Council (CSIC),
Barcelona - SPAIN

Tectonique



M. Olivier Merle

Professeur de tectonique,
laboratoire Magmas et Volcans,
Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand -
FRANCE



M. Sierd Cloething

Member Academia Europaea, Professor of
Tectonics,
Vrije Universiteit,
Amsterdam
NETHERLANDS



M. Páll Einarsson

Professor of Geophysics,
University of Iceland,
Reykjavik
ICELAND



**M. Benjamin
Van Wyk de Vries**

Professeur,
volcanologue au laboratoire Magmas et
Volcans,
Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand -
FRANCE



M. Stephen Sparks

Professor,
Department of Earth Sciences,
University of Bristol
UNITED KINGDOM



M. William Rose

Professor,
Geological and Mining Engineering and
Sciences,
Michigan Technological University,
Houghton
UNITED STATES OF AMERICA



M. Bernard Joyce

Honorary Principal Fellow,
School of Earth Sciences,
University of Melbourne
AUSTRALIA



M. Matthieu Kervyn

Professor,
Department of Geography, Earth System
Sciences, Vrije Universiteit Brussel
BELGIUM



M. Pablo Grosse

Professor,
CONICET & Fundación Miguel Lillo,
Tucumán
ARGENTINA



M. Yves Michelin

Professeur,
géographe
Campus Agronomique de Clermont-Ferrand
FRANCE



Mme Cindy Orlando

Superintendent,
Hawaii Volcanoes National Park
UNITED STATES OF AMERICA



M. Eisuke Fujita

Senior Researcher on volcanic earthquakes,
volcanic tremor and crustal deformation,
National Research Institute for Earth Science
and Disaster Prevention,
Tsukuba
JAPAN

Volcanologie

Géomorphologie

Gestion, conservation

Les informations additionnelles fournies dans le présent dossier ont été **rassemblées avec l'aide d'organisations géologiques internationales** telles que l'IUGS (International Union of Geological Sciences), l'ILP (International Lithosphere Program) et l'IAVCEI (Commission for monogenetic volcanoes), et la Smithsonian Institution (Global Volcanism Program), qui en ont **validé les analyses** (voir formulaires d'erreurs factuelles joints en annexes).

Les **27 lettres de personnalités scientifiques internationales** adressées au Centre du patrimoine mondial en 2014 suite à la publication du rapport d'évaluation de l'UICN, sont également annexées au présent dossier complémentaire de manière à ce qu'elles **comptent officiellement parmi les documents de la candidature**.

Elles portaient principalement sur :

1. **L'omission des aspects tectoniques et structuraux** du bien proposé pour inscription et, par voie de conséquence, la non prise en compte du lien tectono-volcanique qui fonde sa spécificité ;
2. Le recours à un **référencement inadéquat** et une **interprétation discutable de la littérature scientifique** ;
3. Une sélection de sites non à propos dans le cadre d'une comparaison du bien pris dans son ensemble ;
4. Des divergences d'interprétation scientifique.

La mission indépendante a passé en revue le contenu de ces lettres et conclut :

« The 27 letters of support written by the international scientific community have not been available to the IUCN evaluation. They represent a significant contribution to recognise the scientific relevance of the combination of volcanological and tectonic features in the proposed property.

An examination of the 27 support letters states the following with regard to the Chaîne des Puys - Limagne Fault nomination: superb universal value because of landforms including domes and intrusions; outstanding universal value linking volcanoes and tectonics with landforms and geoeducation; new and internationally acknowledged publications in the past 3 years in addition to geoeducational value; tectono-volcanic scale model; integrated model with volcanism, tectonics and landscape, especially well suited for geoeducation; globally significant with geologically outstanding universal value; outstanding universal value with educational and scientific outreach.

The scientific community clearly expresses in favour of the Chaîne des Puys - Limagne Fault as a world heritage property. Furthermore, all support letters unmistakably look at the ensemble of volcanology, tectonics, landscape, and geoeducation. This holistic view resolves one of the deep controversies between the IUCN evaluation and the Chaîne des Puys - Limagne Fault proposal: it is the ensemble of volcanism plus tectonics plus landscape that makes the proposal unique and outstanding and a scale model for the interdependence of lifting – rifting – volcanism.

It is to be stated that most of the letters do not specifically highlight an « outstanding universal value » of the proposed property, probably because some of these scientists are not aware of criterion (viii). In addition, many letters do criticize the considerations made in the IUCN technical evaluation report »

(Pages 6-7, paragraphe 5).

Introduction à la partie gestion

Afin de définir les éléments complémentaires pertinents concernant la gestion, l'État-partie s'est appuyé sur une relecture approfondie du rapport UICN, ce qui lui a permis de relever l'ensemble des problématiques soulevées. Sur cette base, pour chacune d'entre elles, le présent document vise à travers des fiches thématiques à :

- ▶ Apporter des compléments requis sur la réglementation et les mesures proposées dans le plan de gestion ;
- ▶ Reformuler ce qui semble provenir d'incompréhensions liées à des spécificités techniques ou juridiques françaises qui ont probablement été insuffisamment expliquées dans le dossier initial et lors de la visite terrain ;
- ▶ Fournir de nouvelles données quantitatives afin de donner une vision objective des menaces pesant sur le bien et de pouvoir les mettre en perspective ;
- ▶ Faire état des nouveaux engagements de l'État-partie, visant à renforcer la gestion et à répondre aux principales menaces ;
- ▶ Exposer les actions menées depuis 2013 sur chacune des thématiques soulevées par l'UICN et présenter les objectifs fixés par les gestionnaires.

Outre le fonctionnement global du plan de gestion et des outils sur lesquels il s'appuie, plusieurs points concernant la gestion ont été soulevés dans le rapport UICN, qui se répartissent entre :

- ▶ Un questionnement quant à la place des activités humaines sur le site et leur compatibilité avec ses valeurs naturelles et son intégrité ;
- ▶ Des attentes supplémentaires concernant les réponses apportées en matière de connaissance et gestion de la fréquentation touristique et de lisibilité des formes géologiques ;
- ▶ Des doutes quant à l'effectivité des protections et des mesures de gestion.

La partie gestion est donc structurée pour répondre successivement à toutes ces questions, en respectant l'ordre dans lequel elles sont présentées dans le rapport UICN.

1 – Présentation générale du cadre du plan de gestion et des outils réglementaires

Quatre fiches visent à resituer le cadre général de la protection et de la gestion et leurs domaines d'application. Les éléments présentés donnent une vision globale des objectifs du plan de gestion, de son mode d'élaboration et de suivi ainsi que des outils réglementaires sur lesquels il s'appuie :

- ▶ **Présentation du plan de gestion** : afin de lever certaines incompréhensions transparaissant dans le rapport d'expertise, cette fiche vise à mieux expliquer le cadre général du plan de gestion. Elle démontre que celui-ci répond pleinement aux Orientations de la convention du patrimoine mondial ainsi qu'aux récentes décisions du Comité. Elle éclaire également la place essentielle occupée par les communautés locales et les activités humaines pour préserver la valeur universelle exceptionnelle naturelle du site et la manière dont cette question a été appréhendée tout au long du processus. Enfin elle présente le fonctionnement du plan de gestion (modalités d'action, durée, moyens, système d'évaluation) en insistant sur son effectivité, son efficacité et sa pérennité.
- ▶ **Présentation des outils réglementaires** : la protection du bien s'appuie sur des mesures réglementaires fortes et adaptées, mais différenciées selon les enjeux de chaque secteur (alignement volcanique, faille, relief inversé, zone tampon agricole). La complexité des outils réglementaires français n'a semble-t-il pas permis une bonne appréhension de leur effectivité réelle et des réponses qu'ils apportaient aux principales menaces identifiées. Cette fiche vise donc à présenter individuellement chacun de ces outils, puis, thème par thème, à comprendre les garanties qu'ils apportent en matière de protection du bien.
- ▶ **Présentation des limites du bien et de la zone tampon** : conformément aux Orientations, les limites du bien et de la zone tampon retenues sont intimement liées aux attributs géologiques et paysagers qui fondent la VUE et aux enjeux de gestion. Cette fiche expose la manière dont les limites ont été définies et les connexions fonctionnelles entre la zone cœur et la zone tampon qui fondent la stratégie de gestion développée sur l'ensemble du site.

2 – Un bien naturel habité dont l'intégrité est préservée

- ▶ **Un site faiblement peuplé dont l'urbanisation, contenue, concerne principalement la zone tampon** : les qualités paysagères du site sont intrinsèquement liées à la présence des hommes qui y habitent et le cultivent. Le phénomène d'urbanisation est donc identifié comme une menace sur l'intégrité du site dans le rapport UICN. En apportant de nouvelles données chiffrées, cette fiche permet de constater que la densité de population reste faible, que l'attractivité du site est limitée et que les outils réglementaires existants permettent pleinement de répondre à cet enjeu.
- ▶ **Un site peu altéré par l'érosion** : le rapport UICN s'inquiète de l'érosion constatée sur certains édifices et des aménagements sur quelques chemins qui peuvent être mis en œuvre pour y faire face. En apportant les résultats de nouvelles campagnes de relevés de fréquentation (éco-compteurs) et en fournissant des données quantitatives, cette fiche démontre que l'érosion est en fait ponctuelle et très superficielle et que les formes géologiques restent pures et peu altérées. De même, elle permet de constater que les aménagements en bois ou en béton demeurent une solution très exceptionnelle (0,4% du linéaire de sentier). Elle présente également les mesures de gestion prévues pour prévenir l'altération des sols.
- ▶ **Des réponses fortes concernant la problématique des carrières** : important sujet d'attention dans les sites du patrimoine mondial, la présence de carrières constitue une menace réelle pour un bien

naturel. La présente fiche amène de nouveaux éléments quantitatifs permettant de mieux appréhender la problématique. Elle confirme également l'interdiction effective de toute nouvelle carrière dans le bien et clarifie les éléments réglementaires qui y sont liés. Elle affirme enfin l'engagement ferme de l'État français à fermer les deux carrières de pouzzolane en activité, comme officialisé par Mme Ségolène Royal, ministre de l'Écologie du Développement durable et de l'Énergie, dans son courrier d'octobre 2015 figurant en annexe.

► **Un traitement particulier du site emblématique du puy de Dôme** : volcan dominant le cœur de la Chaîne des Puys, le puy de Dôme joue un rôle paysager extrêmement fort dans le site et constitue un belvédère exceptionnel, et très prisé du public, sur l'alignement volcanique et la faille de Limagne. Il a donc fait l'objet d'aménagements anciens, qui, s'ils n'avaient pas altéré l'édifice en profondeur, étaient peu compatibles avec l'esprit d'un site naturel (parkings au sommet, nombreux bâtiments peu intégrés, érosion des chemins). Depuis 2004, ce site a fait l'objet d'actions successives visant à concilier l'accueil du public et la qualité paysagère du site : reprise des chemins, remplacement de l'accès voiture par un train écologique, restauration des pelouses. Tel qu'indiqué dans le rapport, l'UICN a pu constater lors de la visite de terrain que les bâtiments dégradés du centre interministériel situé au sommet étaient visuellement intrusifs. Cette fiche détaille les actions en cours pour résorber ce point noir paysager, actions qui viendront clore en 2016 l'importante restauration écologique et paysagère de ce site emblématique.

3 – Des mesures adaptées aux enjeux de fréquentation et de maintien de la lisibilité des formes géologiques

► **Une stratégie touristique directement liée aux enjeux de gestion** : une description probablement insuffisante de l'organisation touristique française a pu laisser penser lors de l'expertise à une absence de planification dans ce domaine. En présentant le rôle de chaque acteur et les compétences clés du gestionnaire départemental dans l'organisation touristique française, cette fiche permet d'appréhender la stratégie touristique mise en œuvre sur le bien et sa déclinaison opérationnelle. Visant à transmettre au public la valeur universelle exceptionnelle de la Chaîne des Puys - faille de Limagne, elle s'appuie à la fois sur un réseau de sites pédagogiques adaptés à l'accueil du public et sur une découverte à pied des principales formes géologiques représentatives de la VUE. Une gestion différenciée de l'ouverture au public des édifices volcaniques permet de prendre en compte la sensibilité particulière de chacun d'entre eux.

► **Une politique de gestion des déplacements intégrée et peu impactante** : Dans le cadre de l'évaluation initiale, la visite sur site aura permis de constater un phénomène très localisé de stationnement non autorisé. Le dossier de candidature ne présentait lui-même qu'une description trop succincte des accès routiers sur la Chaîne des Puys - faille de Limagne. Ces deux constats ont donné l'impression d'une absence de gestion des stationnements et d'une trop forte présence d'infrastructures de transport. En amenant de nouveaux éléments cartographiques, chiffrés et photographiques, cette fiche apporte un support objectif d'analyse permettant de constater que les voiries du site sont essentiellement situées dans la zone tampon. De plus, leurs dimensions modestes et le faible trafic mesuré démontre leur vocation de desserte locale et leur faible impact environnemental et paysager. Elle détaille également la politique de déplacements menée sur le bien et les mesures d'ores et déjà mises en œuvre pour traiter les difficultés de stationnement tout en préservant l'intégrité du site.

► **Un pastoralisme indispensable à la lisibilité des formes géologiques** : perçues comme des menaces dans le rapport de l'UICN, les activités pastorales et sylvicoles jouent pourtant un rôle majeur dans l'existence et la préservation de la valeur exceptionnelle du site. En effet, si les critères qui fondent la valeur du site sont naturels, la lisibilité des formes géologiques et la qualité des paysages sont intimement liées au maintien de la complémentarité entre l'agropastoralisme et les espaces forestiers qui soulignent les formes géologiques dans le paysage. Cette fiche vise à clarifier cette relation fonctionnelle utile à la préservation d'un paysage ouvert aux formes géologiques visibles et présente des opérations expérimentales qui renforceront sur le long terme ce subtil équilibre.

4 – Un plan de gestion pleinement effectif et doté des moyens adéquats

► **Une capacité d'action démontrée sur les propriétés privées** : entremêlant biens publics, privés et biens « collectifs » (privés ou semi-publics), la structure foncière du site est complexe. Se fondant sur cette complexité, le rapport d'expertise voit dans la capacité d'action sur le domaine privé « *la principale faiblesse du plan de gestion* ». Illustrée par les nombreuses actions de gestion d'ores et déjà réalisées sur ce type de bien, cette fiche vise à démontrer que la forte adhésion des communautés locales au projet combinée à de puissants outils réglementaires appliqués (en grande partie par l'État lui-même) sans distinction entre domaine privé ou public permettent au gestionnaire de répondre pleinement aux enjeux de préservation de la VUE quelle que soit la nature du foncier.

► **Des moyens humains adaptés** : en fournissant de nouvelles données quantitatives, cette fiche démontre que les moyens affectés à la gestion du site sont tout à fait comparables, voire supérieurs aux effectifs rencontrés sur d'autres biens géologiques inscrits sur la Liste du patrimoine mondial en Europe. Les gestionnaires disposent en outre d'une véritable légitimité institutionnelle et technique pour agir dans tous les domaines touchant à la préservation de la Chaîne des Puys - faille de Limagne.

► **Des moyens financiers importants et pérennes** : le programme d'actions du plan de gestion ayant fait en 2015 l'objet d'une contractualisation financière détaillée sur cinq ans de plus de 12,7 M€, cette fiche introduit de nouveaux éléments chiffrés qui démontrent d'une part que les moyens annuels consacrés à l'hectare sont comparables à d'autres sites géologiques similaires et que d'autre part le gestionnaire principal et ses partenaires disposent d'une assise financière large qui garantit la pérennité des moyens consacrés à la gestion.

► **Présentation du système d'évaluation et de suivi** : afin de répondre aux exigences d'un site patrimoine mondial et d'évaluer l'effectivité des mesures prévues et leur évolution dans le temps, la gestion des biens doit faire l'objet d'un système d'évaluation complet. Cette fiche présente les différents outils d'observation utilisés par le plan de gestion, ainsi que les indicateurs suivis pour quantifier et mesurer l'évolution du site dans le temps.

Chapitre 1

Présentation générale du cadre du plan de gestion et des outils réglementaires

Ce premier chapitre présente le fonctionnement général du plan de gestion, les protections nationales dont le bien fait l'objet et la logique de sa délimitation.

- ▶ Présentation du plan de gestion
- ▶ Présentation des mesures réglementaires
- ▶ Réglementation par types
- ▶ Réglementation par menaces
- ▶ Limites du bien et de la zone tampon



Présentation du plan de gestion



Extraits du rapport UICN 2014 :

« Un plan de gestion de deux ans (2012-2013) a été conçu pour le bien proposé ; il sert à intégrer et mettre en fonction les différents règlements qui se recouvrent et qui sont interconnectés, ainsi que les zones présentes dans le site. Il est appliqué dans le bien proposé et dans la zone tampon. » (page 76 du rapport en français)

« Le plan de gestion du bien est adéquat du point de vue de l'utilisation multiple du paysage, traite toutes les menaces et propose des mesures d'atténuation. L'UICN note que le plan de gestion n'a qu'une brève durée de vie et qu'il pourrait être utile d'accorder, en particulier, une plus grande priorité à des mesures relatives à de grands événements sportifs, à l'accueil de groupes scolaires et de touristes. Les approches traditionnelles de gestion sont appliquées dans les secteurs de la sylviculture et de l'agriculture qui reçoivent un appui des autorités nationales ainsi que des gouvernements régionaux, municipaux et communaux. » (pages 76-77 du rapport en français)

« Le plan de gestion du bien proposé n'était pas pleinement appliqué au moment de la mission d'évaluation mais de nombreuses activités étaient en cours. Le plan fait référence à des indicateurs et à un cadre de suivi et d'évaluation qui n'ont pas encore été appliqués. » (page 77 du rapport en français)

« La participation des communautés au processus de proposition, à l'élaboration du plan de gestion et aux processus initiaux relatifs au parc et à ses différentes zones a été considérable. » (page 77 du rapport en français)

« Le bien proposé est un paysage à utilisations multiples et si sa protection et sa gestion sont appropriées pour une situation de ce type, elles ne sont pas adaptées aux exigences des Orientations pour l'inscription d'un bien naturel. » (page 78 du rapport en français)

Données clés 2016

SYNTHÈSE

► Outre plusieurs problématiques particulières qui sont traitées dans des fiches spécifiques, le rapport de l'UICN amène un certain nombre de questionnements et constats quant au fonctionnement global du plan de gestion

► Cette fiche vise donc à présenter la méthodologie qui a précédé à l'élaboration du plan de gestion de l'ensemble tectono-volcanique en insistant sur la place donnée à la gouvernance locale ; les protections sur lesquelles s'appuient les actions de préservation et de valorisation du bien proposé ; et les moyens qui en garantissent la pleine application et efficience

Une élaboration rigoureusement conforme aux recommandations du Comité et des documents de référence de la convention

1 – Un plan de gestion qui répond pleinement aux objectifs stratégiques de la déclaration de Budapest et des récentes décisions du Comité du patrimoine mondial

Le projet mis en œuvre pour la protection et la valorisation de l'ensemble tectono-volcanique s'est conformé aux objectifs stratégiques du Comité du patrimoine mondial (ou « 5 C »), tels qu'adoptés lors de sa 26^e session (Budapest, 2002) et de la 30^e session (Christchurch, 2007) :

- ▶ Renforcer la Crédibilité de la Liste du patrimoine mondial en tant que témoignage représentatif, géographiquement équilibré, des biens culturels et naturels de valeur universelle exceptionnelle ;
- ▶ Assurer la Conservation efficace des biens du patrimoine mondial ;
- ▶ Favoriser le développement d'un renforcement effectif des Capacités dans les États parties ;
- ▶ Développer la Communication pour sensibiliser le public et encourager sa participation et son appui au patrimoine mondial ;
- ▶ Valoriser le rôle des Communautés dans la mise en œuvre de la Convention du patrimoine mondial.

Si le premier « C » de la déclaration de Budapest concerne plutôt le choix des sites à inscrire et la définition de la valeur universelle exceptionnelle, les quatre autres objectifs recoupent directement les enjeux liés à la gestion. La construction du plan de gestion s'est donc pleinement appuyée sur ces quatre piliers.

En premier lieu, **le plan de gestion vise à assurer la conservation de la valeur universelle exceptionnelle telle qu'établie dans le dossier de candidature sur la base des critères (vii) et (viii) des Orientations de la Convention.** Ce plan de gestion propre à l'ensemble tectono-volcanique proposé pour inscription, ne vise pas à répondre à toutes les problématiques du territoire concerné mais bien à garantir de manière efficace la préservation des attributs pouvant motiver sa reconnaissance internationale. Il ne prétend donc pas à l'exhaustivité mais répond à des objectifs ciblés, en s'appuyant sur des mesures de protection et un programme d'actions déjà opérationnels.

En second lieu, afin d'assurer une gestion effective du site, l'État, en tant que garant du respect des engagements internationaux en matière de préservation des biens, maîtrise directement le suivi et le contrôle des protections réglementaires nationales et locales. Il s'appuie sur **deux gestionnaires locaux complémentaires** (Conseil départemental et Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne) **dotés de toutes les compétences et capacités opérationnelles utiles à cette gestion** : environnement, paysages remarquables, tourisme, voirie, agriculture et forêt. Ceux-ci ont mis en commun leurs équipes dédiées à la gestion du bien et travaillent, à travers un partenariat contractualisé, avec l'ensemble des institutions nationales et locales : État, Région, Communes et Communautés de communes.

La recherche et le partage des connaissances sont également pleinement intégrées à la gestion et constituent un axe à part entière du plan d'action. Conformément à la déclaration de Budapest, les actions incluent notamment « *communication, éducation, recherche, formation et sensibilisation* ».



38^e Comité du patrimoine mondial de Doha, 2014
© C. Olivé-García

Au regard des enjeux et de la nature du site, cette gestion doit nécessairement passer par le maintien de activités humaines concourant à la lisibilité des formes volcaniques, en particulier les activités agricoles. Pour y répondre de manière efficiente, **une association pleine et entière des communautés locales dans l'élaboration et la mise en œuvre du plan de gestion est prévue**. Cette liaison intime et cruciale entre la VUE et les activités humaines et ses implications en termes de gestion et de gouvernance est développée plus largement ci-après.

Le plan de gestion prend enfin en compte les orientations les plus récentes et notamment celles adoptées au cours de l'année 2015 :

- ▶ La décision 39COM7 relative aux études d'impact environnemental, la réglementation française applicable sur site prévoyant d'ores et déjà ce type d'évaluation (Cf. fiche dédiée aux mesures réglementaires page 137) ;
- ▶ Les décisions 39COM10A1 et 20GA12 relatives au plan d'actions stratégique Europe, tel que détaillé dans le tableau joint en annexes.

2 – Un plan de gestion centré sur la préservation et la transmission de la valeur universelle exceptionnelle

« La gestion d'un bien du patrimoine mondial doit être axée principalement sur les attributs et les caractéristiques qui sont liés à la valeur universelle exceptionnelle virtuelle du bien ou véhiculent cette valeur. L'objectif est de faire en sorte que la valeur, l'authenticité et l'intégrité du bien soient préservées à l'avenir grâce à une bonne gestion des attributs. Par conséquent, la déclaration de valeur universelle exceptionnelle constitue en la matière un outil de référence essentiel.

Il convient également que la valeur universelle exceptionnelle du bien soit gérée selon une approche holistique, qui doit s'appliquer aussi aux besoins en matière de conservation du bien dans son ensemble et pour ce qui concerne la totalité de ses valeurs. »

Manuel de référence,
Établir une proposition d'inscription
au patrimoine mondial, 2011, page 93.

Le plan de gestion se divise ainsi en **trois grands axes** permettant de garantir la protection des différents aspects fondant la valeur universelle exceptionnelle du bien, dans un souci de développement local durable et de partage des connaissances en lien avec les missions de l'UNESCO :

Axe 1 : La préservation de la lisibilité et de l'intégrité du paysage et des édifices volcaniques et géologiques

Axe 2 : La gestion de la fréquentation touristique et le maintien des activités traditionnelles locales

Axe 3 : Partager, accroître et transmettre les connaissances

Les cinq composantes de la protection de la valeur universelle exceptionnelle de l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne sont :

- ▶ La préservation de la maquette de géologie structurale ;
- ▶ La conservation du champ de volcans monogéniques emblématiques ;
- ▶ Le maintien du paysage harmonieux à l'esthétique remarquable ;
- ▶ Le dynamisme de ce haut-lieu scientifique et pédagogique ;
- ▶ La conciliation de la valorisation internationale du site avec un développement local durable.

Pour chacune de ces composantes, il s'agit de cibler de façon stratégique certaines actions clés garantissant le maintien des valeurs ayant motivé la proposition d'inscription sur la Liste du patrimoine mondial. Chaque fiche action a été élaborée en prenant en considération les opportunités et les menaces sur la Chaîne des Puys et la faille de Limagne, comme le contexte socio-économique actuel de leur territoire, et précise :

- ▶ Les acteurs en charge du pilotage et de la réalisation de l'action ;
- ▶ Les partenariats techniques ou institutionnels impliqués dans sa réalisation ;
- ▶ Le constat de la thématique ou de la problématique visée ;
- ▶ Le ou les objectifs attendus ;
- ▶ La description concrète des tâches liées à l'action ;
- ▶ Son mode d'évaluation et ses indicateurs de suivi ;
- ▶ Les moyens financiers et humains.

L'ensemble de ces fiches est consultable dans le plan de gestion joint dans les annexes.

3 – Une attention particulière apportée à la place des communautés locales et à la gouvernance

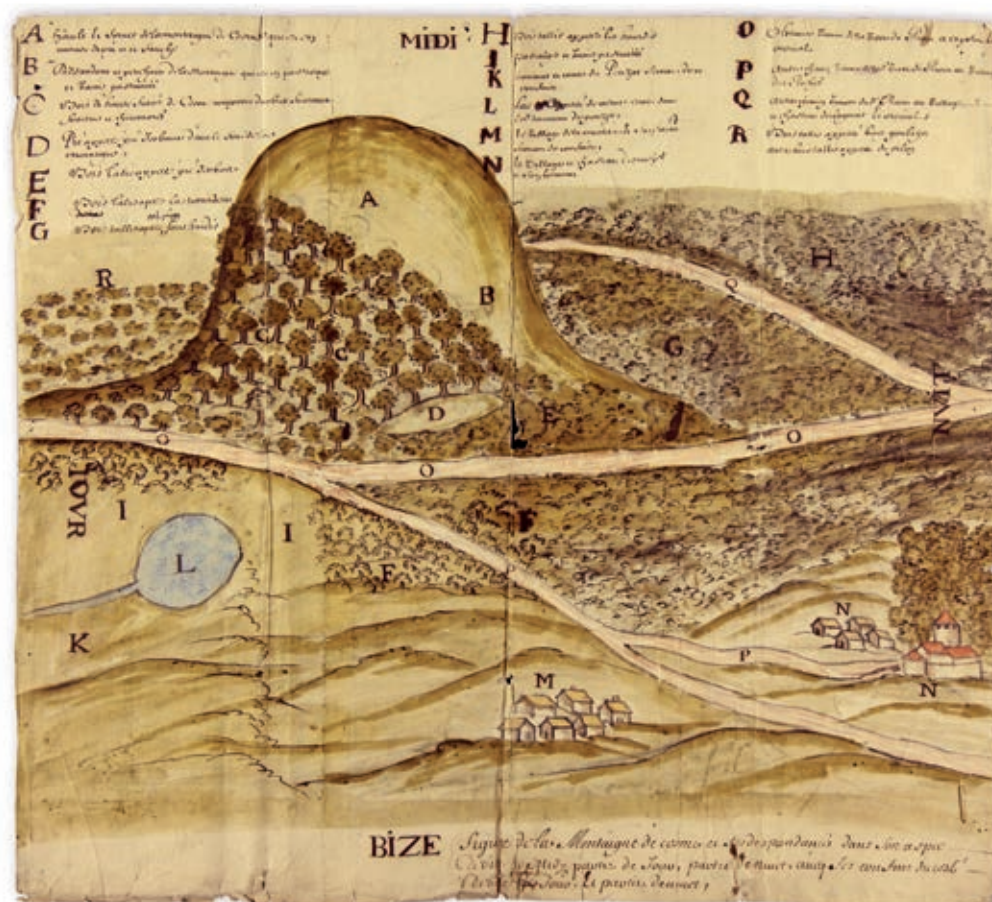
Des valeurs naturelles, une gestion anthropique

La nature et l'histoire de l'ensemble tectono-volcanique font pleinement écho au cinquième « C » relatif aux communautés de la déclaration de Budapest ainsi qu'au paragraphe 90 des Orientations devant guider la mise en œuvre de la Convention du patrimoine mondial :

« Pour tous les biens proposés pour inscription selon les critères (vii) à (x), les processus biophysiques et les caractéristiques terrestres **doivent être relativement intacts**. Il est cependant reconnu qu'**aucune zone n'est totalement intacte** et que toutes les aires naturelles sont dans un état **dynamique** et, dans une certaine mesure, entraînent des **contacts avec des personnes**. Il y a souvent des **activités humaines**, dont celles de sociétés traditionnelles et de populations locales, dans des aires naturelles. Ces activités **peuvent être en harmonie** avec la valeur universelle exceptionnelle de l'aire là où elles sont écologiquement durables. »

En effet, les attributs géologiques et paysagers du site ne sont perceptibles que parce que l'activité humaine a développé des usages et des pratiques pastorales, agricoles et sylvoles qui les ont mis en valeur. L'histoire de la Chaîne des Puys - faille de Limagne, notamment les **donations seigneuriales qui ont façonné son foncier depuis le Moyen-Âge**, rend incontournable la pleine association des communautés locales à l'élaboration des protocoles de gestion, tant ces dernières ont un attachement et un rôle forts sur ce territoire.

Impliquer et faire bénéficier la population locale de la patrimonialisation est ainsi au cœur des objectifs de gestion du bien proposé, et notamment de son axe 2 : gestion de la fréquentation touristique et maintien des activités traditionnelles locales.



Plan du domaine de Côme, 1693, montrant la répartition déjà ancienne du foncier dans la Chaîne des Puys
© Archives départementales du Puy-de-Dôme

Concertation et participation locales au cœur d'une nouvelle gouvernance

De ce fait, et comme souligné dans le Manuel de référence, *Établir une proposition d'inscription au patrimoine mondial*, 2011, pages 94-95, il est ici particulièrement crucial que le système de gestion repose sur une **vision partagée** du bien par toutes les parties prenantes.

Débuté en 2010, le processus de concertation locale a tenu un rôle prépondérant dans la définition du plan de gestion du bien proposé pour inscription. Tous ces acteurs ont été consultés à plusieurs reprises et directement associés à la démarche, que ce soit lors de l'élaboration du diagnostic ou de la définition des priorités de gestion et des actions.

Toutes ces parties prenantes (élus, représentants de l'État et des autorités locales, habitants, propriétaires, agriculteurs, forestiers, carriers, acteurs du tourisme, représentants associatifs, universitaires et chercheurs...) restent étroitement associées à sa mise en œuvre par le biais d'une instance de concertation élargie, leur participation régulière à des groupes de travail thématiques et la mise en œuvre d'actions les concernant.

Les aspects de gestion et de développement local ont été en permanence mis en balance avec la nécessité de protection. Cette approche croisée permet ainsi que le plan de gestion de l'ensemble tectono-volcanique ait **été accepté par ces parties-prenantes**, dont les **représentants se sont officiellement engagés** en siégeant au sein de la commission locale du bien qui rassemble et consulte annuellement près de 75 personnes.



Commission locale, instance de consultation élargie pour la gestion du bien proposé
© J. Way/Cd63

Une attention particulière a également été apportée à la construction d'**objectifs communs de gestion, de planification et de mise en cohérence des politiques respectives des différentes autorités locales**. Financé collectivement, le plan de gestion fait ainsi l'objet de conventionnements et **a été voté par les assemblées délibérantes**. L'élaboration et la validation des fiches actions a été réalisée à la faveur de séances de travail communes qui sont aujourd'hui pérennisées à travers un comité technique qui se réunit au moins une fois par trimestre, afin de permettre l'**adéquation du plan de gestion avec la conduite des politiques sectorielles propres à chaque institution**.

Enfin, le **monde de l'entreprise** se mobilise également en faveur de la protection et de la valorisation de la Chaîne des Puys - faille de Limagne. Ainsi, sept entreprises phares du territoire ont décidé de s'engager dans la création d'une fondation, officialisée le 14 décembre 2012. Placée sous l'égide de la Fondation de France, elle vise à mobiliser **700 000 € sur cinq ans** au service de la gestion du site proposé pour inscription.

La nouvelle gouvernance du site comprend ainsi dans son schéma organisationnel **des instances décisionnelles, opérationnelles et consultatives** qui garantissent respectivement :

- ▶ La capacité d'**arbitrage et de financement** (autorités locales réunies au sein du **comité exécutif**) ;
- ▶ La **mise en œuvre** de ces décisions et la **réflexion collective sur des problématiques ciblées** (services administratifs et techniques des institutions locales réunis au sein du **comité technique**, cellule de suivi terrain et parties prenantes mobilisées sur les sujets les concernant au sein des **groupes de travail thématiques**) ;

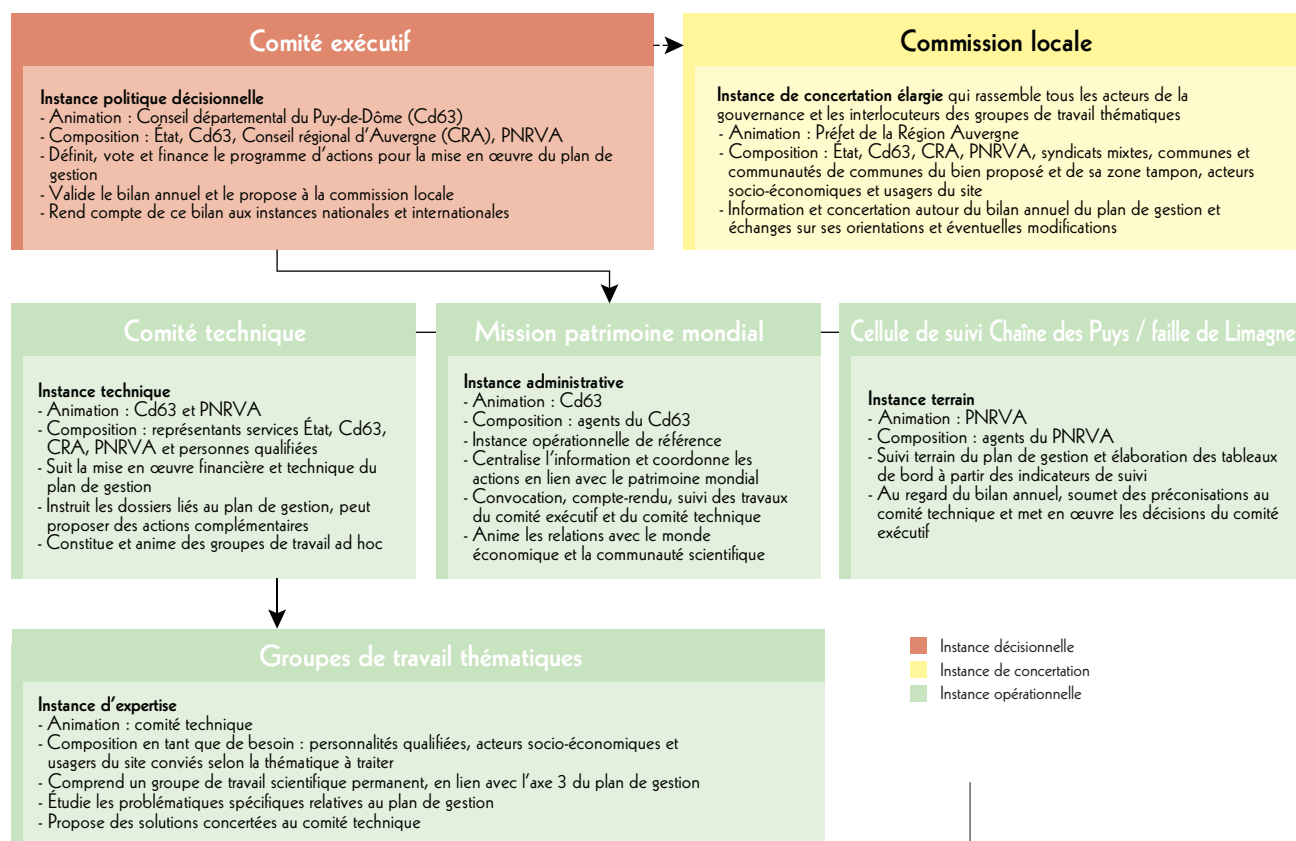


 Schéma de gouvernance de la Chaîne des Puys - faille de Limagne
 © Cd63

- Le **partage des informations**, la définition des **orientations générales** et l'**évaluation collective** (représentants des autorités locales, de leurs services et des différentes parties prenantes au sein de la commission locale).

Sensibilisation locale et communication grand public

Pour accompagner cette concertation et favoriser la participation locale, des outils électroniques de communication ont été mis en place qui diffusent les informations relatives au bien, sa valeur, sa gestion ainsi que l'actualité de la démarche d'inscription sur la Liste du patrimoine mondial :

- Un site Internet spécifique : www.chainedespuy-failledelimagne.com ;
- Une page de soutien interactive de type réseau social et un fil d'information – Facebook : *Pour que la Chaîne des Puys soit reconnue patrimoine mondial de l'UNESCO* et compte Twitter : *chainedespuy – @chainedespuy* ;
- Une lettre électronique sur abonnement.

Par ailleurs, des **documents à destination du grand public** ont été réalisés par le Conseil départemental (plaquettes informatives, synthèse du dossier de candidature, supports pédagogiques pour le jeune public...) et **largement diffusés** dans tout le territoire via des structures relais (sites muséographiques, lieux d'accueil du public, offices du tourisme...)

Enfin, les **médias locaux** se sont organisés pour former un « pack médias » expliquant l'actualité du projet et permettant d'en exposer les enjeux auprès du grand public.

Un plan de gestion pleinement efficace, effectif et pérenne

1 – Une gestion s'appuyant sur des mesures réglementaires fortes et des actions volontaristes

Des protections réglementaires fortes

« Tous les biens inscrits sur la Liste du patrimoine mondial doivent avoir une protection législative, à caractère réglementaire, institutionnelle et/ou traditionnelle adéquate à long terme pour assurer leur sauvegarde. Cette protection devra inclure des limites correctement définies. De même, les États-parties devront faire la preuve d'une protection législative adéquate aux niveaux national, régional, municipal, et/ou traditionnel d'un bien. Ils devront joindre à la proposition d'inscription des textes appropriés, ainsi qu'une explication claire de la manière dont cette protection juridique fonctionne pour protéger le bien. »

Orientations devant guider la mise en œuvre
de la Convention du patrimoine mondial,
2015, paragraphe 97

« Des mesures législatives et à caractère réglementaire au niveau national et local assurent la protection du bien contre des changements et des pressions sociales, économiques ou de quelque autre nature qui pourraient avoir un impact négatif sur la valeur universelle exceptionnelle, y compris l'intégrité et/ou l'authenticité du bien. Les États-parties doivent assurer la mise en œuvre totale et effective de ces mesures. »

Orientations devant guider la mise en œuvre
de la Convention du patrimoine mondial,
2015, paragraphe 98

Conformément aux *Orientations*, la protection et la valorisation du bien proposé sont garanties par un dispositif législatif national et des documents réglementaires d'aménagement du territoire. Ces dispositifs sont déjà en place et apportent des **réponses législatives et réglementaires fortes** qui s'appliquent aussi bien sur les propriétés publiques que privées. Ils couvrent à la fois le bien et sa zone tampon. On peut notamment noter que plus de **70% du bien fait l'objet de la plus forte protection existante pour les sites naturels** au niveau français : le site classé.

La France a veillé à fournir pour chacun des attributs du bien une protection à hauteur des enjeux et répondant aux principales menaces identifiées. On peut notamment souligner :

- ▶ Que l'alignement volcanique de la Chaîne des Puys et de ses principales coulées, qui constituent la zone la plus sensible aussi bien physiquement (fragilité des sols, attractivité pour le public) que paysagèrement est protégée par le site classé, qui interdit toute construction et soumet à autorisation de l'État toute intervention sur le site (hors entretien courant) ;
- ▶ Que la faille de Limagne et la Montagne de la Serre, pour lesquelles l'urbanisation constitue la principale menace identifiée, sont protégées de nouvelles constructions par les documents d'urbanisme locaux. Le plan de gestion vise en outre à renforcer encore cette protection réglementaire par la mise en place d'un dispositif soumettant à autorisation de l'État la constructibilité des zones à enjeux patrimoniaux ;
- ▶ Que l'ensemble de la zone tampon est également couverte par des mesures réglementaires permettant de répondre aux enjeux identifiés sur le site.

Les différents dispositifs réglementaires et législatifs et la manière dont ils répondent à chacune des menaces identifiées, sont détaillés dans la fiche « Présentation des mesures réglementaires » et ses tableaux de synthèse.

Un programme d'actions spécifiques et volontaristes

Le plan de gestion repose sur un programme d'actions volontariste, planifié et contractualisé sur six ans (2015-2020). Il vise à répondre aux différents enjeux et menaces identifiées sur le site. Ce programme d'actions accompagne ainsi les protections réglementaires par une démarche active et une mise en œuvre opérationnelle impliquant toutes les parties du bien.

Il comprend à la fois des actions transversales portées sur l'ensemble du bien (sensibilisation, surveillance, communication, outils d'accueil des visiteurs, accompagnement de l'agriculture et de la sylviculture, gestion des déplacements...) et des actions de gestion intégrées portant sur certains édifices ou secteurs cibles. Ces actions de gestion intégrées permettent une déclinaison opérationnelle sur un secteur donné des différents enjeux du plan de gestion à travers une approche croisée incluant mise en valeur paysagère de l'édifice, lutte contre l'érosion, qualités environnementales, valeur pédagogique, gestion des flux et des visiteurs, gestion agricole et forestière... De même que la réglementation, ce programme d'actions est d'ores et déjà opérationnel. Les différentes fiches de ce dossier complémentaire présentent, pour les points soulevés par le rapport de l'IUCN, les opérations déjà menées depuis 2013.

La Montagne de la Serre fait l'objet de protections contre l'urbanisation, visant le maintien des parcelles agricoles qui l'entourent
© J. Way/Cd63

TABLEAU DES MENACES ET RÉPONSES ENGAGÉES

Menaces	Facteurs socio-économiques externes	Intégrité des formes géologiques	
Carrières	Besoin en granulats du bassin de vie clermontois	Altération des attributs du bien : un volcan à ciel ouvert (Lemptégy - exploitation arrêtée), deux puys partiellement exploités (Toupe et Ténusset) sur les 80 volcans de l'alignement. Faille et Montagne de la Serre intactes.	
Érosion des sols par la concentration de la fréquentation, les loisirs de nature et l'exploitation forestière	Médias et publicités des professionnels du tourisme qui diffusent toujours les mêmes images du site Cadre privilégié pour les manifestations sportives et de loisirs Manque de connaissance des sites alternatifs Contraintes économiques d'exploitation des forêts incitant à la mécanisation	Altération des sols volcaniques par ruissellement au niveau des sentiers et surcreusement par les pratiques pédestres. Cette altération est actuellement superficielle et concerne des portions limitées – 1,6% du linéaire de sentiers Les secteurs de la faille de Limagne et de la Montagne de la Serre ne sont pas touchés par l'érosion	
Fermeture des paysages liée à la déprise pastorale sur les édifices volcaniques	Suppression des aides ovines et des garanties du prix du lait par la Politique Agricole Commune (PAC), manque d'attractivité de la profession. Conflits d'usage entre pastoralisme et tourisme	Pas d'incidence sur l'intégrité des édifices	
Urbanisation et infrastructures	Proximité d'une grande agglomération, engouement des citoyens pour habiter à la campagne, rarefaction des terrains constructibles, mais géographie et climat dissuasifs dans la Chaîne des Puys	Pas d'impact sur les édifices volcaniques (relief empêchant toute urbanisation) Pression urbaine en pied de faille	
Complexité du foncier de l'alignement volcanique	Situation historique héritée de legs du Moyen-Âge et de la Révolution française	La complexité du foncier est de fait favorable à la préservation des édifices volcaniques car la multitude de propriétaires et l'impossibilité dans certains cas de délimiter leurs parcelles (indivis) empêchent leur vente	

POUR LA PRÉSERVATION DU BIEN PROPOSÉ

Impacts		Réponses actuelles et prise en charge de la menace Éléments complémentaires apports par le présent dossier	Références des axes et fiches actions du plan de gestion (joint en annexe)
Lisibilité des formes géologiques et qualité paysagère du site	Dynamisme scientifique et pédagogique		
Altération de la qualité paysagère en phase d'exploitation Réaménagement paysager obligatoire visant à rendre une forme volcanique à l'édifice, cependant celle-ci n'est plus la forme initiale	Ancienne carrière de Lempteguy constitue un site pédagogique et scientifique unique et remarquable	Protections réglementaires fortes interdisant l'ouverture de nouvelles carrières et obligeant au réaménagement paysager Engagement de fermeture des deux carrières de pouzzolane encore en activité Accompagnement technique et scientifique des carrières en exploitation Utilisation pédagogique et scientifique de l'ancienne carrière de Lempteguy ► Cf fiche sur les carrières, page 203	Axe 1 - Action III (gestion des carrières)
Risque de création de ravines d'érosion Visibilité des sentiers en cas d'aménagements trop lourds	L'ouverture au public des sites les plus sensibles à des fins de découverte doit être encadrée et limitée. Nécessité d'identifier des sites pédagogiquement remarquables qui puissent constituer une alternative aux édifices les plus fréquentés	Travaux de restauration ou d'aménagement des sentiers ; limitation de certains usages (réglementation des pratiques motorisées, charte sur les manifestations sportives, encadrement des groupes, accompagnement des pratiques sylvicoles) ► Cf fiche sur l'érosion, page 189 Une stratégie touristique différenciée selon les sites et prenant en compte leur sensibilité ; programme de mise en valeur de sites alternatifs aux édifices emblématiques ; formation des professionnels et sensibilisation du public. ► Cf fiche sur le tourisme, page 221	Axe 1 – Action IV (prévention de l'érosion) Axe 1 – Action VIII (pratiques sylvicoles) Axe 2 – Actions XII à XVI (gestion de la fréquentation) Axe 2 – Actions XIX à XXI (structuration de l'offre touristique) Axe 3 – Action XXIII (sensibilisation des professionnels aux enjeux de gestion)
Perte de lisibilité des édifices volcaniques et de leurs caractéristiques esthétiques par l'uniformisation du paysage Fermeture des points de vue remarquables	Perte des qualités pédagogiques du site par la disparition de la lisibilité des formes géologiques et fermeture des points de vue permettant de l'appréhender globalement	Suivi de l'évolution du paysage ► Cf fiche évaluation et suivi, page 273 Soutien au pastoralisme ; valorisation des produits locaux ; Programme intégré de mise en valeur des édifices incluant entretien et de réouverture des zones d'estive. Mise en place d'un troupeau mobile expérimental. ► Cf fiche visibilité des puys et pastoralisme, page 243 Gestion de la fréquentation et sensibilisation du public	Axe 1 – Action I (observatoire du paysage) Axe 1 – Actions VIII à XI (gestion des activités agricoles et sylvicoles) Axe 2 – Actions XII à XVI (gestion de la fréquentation)
Altération de l'harmonie du paysage par « mitage » Risque de points noirs paysagers liés à des infrastructures visuellement intrusives (routes, lignes électriques, bâti dégradé)	Diminution de la lisibilité des formes géologiques	Présence de mesures réglementaires fortes interdisant ou limitant strictement l'urbanisation sur les principaux attributs géologiques du bien. Documents de planification et réglementation encadrant fortement l'urbanisation sur la faille. ► Cf fiche réglementation, page 137 et fiche urbanisation, page 181 Dispositif volontariste de suppression des quelques points noirs paysagers existants ► Cf fiche puy de Dôme, page 213 Gestion des déplacements et des stationnements sur le site ► Cf fiche déplacements, page 235	Axe 1 – action I (observatoire du paysage) Axe 1 – action II (suppression des points noirs) Axe 1 – actions V à VII (maîtrise de l'occupation des sols) Axe 2 – actions XVII et XVIII (déplacements et stationnements)
Dans le secteur central de l'alignement volcanique, cela freine parfois la mise en œuvre d'une gestion globale et partagée et l'accueil du public. Lorsqu'il n'y a pas d'association constituée, l'absence d'un interlocuteur unique rend plus longue et difficile la mise en œuvre des actions de gestion. Néanmoins, les lois et protections nationales s'appliquent indistinctement sur les propriétés publiques comme privées.		Mesures réglementaires s'appliquant indistinctement sur les propriétés publiques et privées ; programme d'actions volontariste en lien avec les associations de propriétaires ; maîtrise foncière ciblée ► Cf fiche réglementation, page 137 et fiche capacités d'actions sur le foncier, page 253	Axe 1 – actions V à VII (maîtrise de l'occupation des sols)

2 – Un plan pérenne, régulièrement évalué et disposant des moyens nécessaires à son effectivité

Une durée d'application et de révision conforme aux périodicités d'évaluation fixées par les *Orientations*

Le plan de gestion et ses orientations construisent une vision à long terme pour le site qui est déclinée de manière opérationnelle par un programme d'actions contractualisé sur six ans (2015-2020) entre les différents partenaires. Il comprend également des mécanismes d'évaluation permettant de le **réviser et de l'actualiser sur cette même période de 6 ans**. Cette temporalité correspond à celle des **rapports périodiques** permettant ainsi de fournir un bilan actualisé de la gestion du bien dans le cadre de cet exercice de suivi.

Des moyens humains et financiers garantis et pérennes

Soixante-six personnes sont impliquées dans la gestion du bien, dont 29 personnes qui y sont entièrement dédiées à plein temps comme cela est détaillé dans la fiche consacrée au personnel dédié au bien. Ces effectifs de personnes qualifiées aux profils variés, sont de niveaux comparables à ceux rencontrés dans des biens inscrits comparables en termes de surface et d'enjeux de protection et de gestion.

Les deux gestionnaires principaux, à savoir le Conseil départemental du Puy-de-Dôme et le Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, disposent d'un **véritable savoir-faire et d'une légitimité** indiscutable dans tous les domaines nécessaires à la mise en œuvre du plan de gestion : préservation et valorisation des sites naturels, éducation à l'environnement, tourisme, agriculture, mobilité... De plus, l'équipe de gestion bénéficie des apports de scientifiques dans les domaines de la gestion et des sciences géologiques par l'intermédiaire d'un comité scientifique international, ainsi que par la mise à disposition de chercheurs par les universités locales.



En ce qui concerne les ressources financières, un engagement contractuel des partenaires de plus de **18 millions d'euros sur cinq ans** (Cf. fiche dédiée au financement du plan de gestion, page 267) permet de couvrir les besoins tant humains, que de fonctionnement et d'investissement sur le bien. Cela correspond également aux niveaux de financement d'autres sites du patrimoine mondial de même nature. Le département, qui est le gestionnaire principal, dispose de capacités financières élevées et pérennes grâce à un budget annuel propre de **700 M€**, dont **46,5 M€** sont consacrés à des thématiques touchant aux enjeux de gestion du site.

D'autres financeurs, publics et privés, complètent et confortent ces ressources, tandis que les principaux équipements d'accueil payants du site équilibrent leur fonctionnement avec les recettes générées par leurs visiteurs.

Un système d'évaluation spécifique dédié

Pilotée par le Conseil départemental, la nécessaire évaluation du plan de gestion repose sur une démarche partenariale tant **dans la collecte des données que dans leur interprétation**. Depuis 2013, les instances de gouvernance de la Chaîne des Puys - faille de Limagne consacrent a minima une réunion par an au bilan de l'année écoulée, à la mise en perspective des résultats obtenus par rapport aux enjeux globaux permettant ainsi d'**ajuster les actions** à entreprendre pour l'année suivante.

Ils s'appuient pour ce faire sur plusieurs outils d'observation, ainsi que des indicateurs précis qui sont décrits dans la fiche dédiée à l'évaluation du plan de gestion.

Le train à crémaillère équilibre son budget de fonctionnement par les recettes qu'il génère
© J.Way/Cd63



Conclusion

Construit pour répondre à long terme aux différents enjeux liés à la préservation et la mise en valeur de la valeur universelle exceptionnelle, le plan de gestion a été élaboré conformément aux orientations de la Convention et du Comité du patrimoine mondial.

Constatant que la préservation des qualités paysagères et géologiques du site est intimement liée aux activités humaines, les gestionnaires ont recherché et favorisé une **forte implication des communautés locales**. La gestion s'appuie donc sur une vision partagée du bien qui facilite sa mise en œuvre opérationnelle et fait l'objet d'une gouvernance adaptée.



Afin de répondre aux différents enjeux et aux menaces recensées, il prévoit des mesures réglementaires fortes et un programme d'actions volontariste. Doté de moyens humains et financiers adéquats, pérennes et contractualisés, il s'appuie sur un État garant des mesures de protection et du contrôle de leur application, sur deux gestionnaires locaux dotés de l'ensemble des compétences nécessaires à la gestion et sur un partenariat fort avec toutes les parties prenantes.

Exemple de mobilisation citoyenne en faveur de la préservation du bien :
ici opération de balisage du sentier du Pariou, mars 2014
© Collectif RAWvergnet

Présentation des mesures réglementaires

Extraits du rapport UICN 2014 :

« Le bien proposé se trouve dans le Parc naturel régional des volcans d'Auvergne (PNRVA), établi en 1977 (une aire protégée gérée de la Catégorie V de l'UICN – Paysage terrestre/marin protégé). Le bien proposé est soumis à différents lois et règlements d'Etat, régionaux, départementaux et communaux qui gouvernent l'environnement, le développement urbain, les carrières, le tourisme, la gestion des ressources naturelles (foresterie, eau, sols) et l'agriculture. Toute une gamme de règlements, expliqués dans la proposition, sont conçus pour garantir l'équilibre entre les besoins des populations et la protection de l'environnement, la préservation de zones attribuées à l'agriculture et aux activités de sylviculture et la protection de sites, cirques et paysages naturels. Les dispositions s'appliquant spécifiquement aux régions de montagne qui font partie du bien et de la zone tampon doivent aussi être respectées. »

« De manière générale, le régime de protection en vigueur convient à un paysage à utilisations multiples mais il ne semble pas suffisamment strict pour un bien qui pourrait être inscrit sur la Liste du patrimoine mondial pour ses valeurs naturelles. » (page 76 du rapport en français).

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ Le périmètre bénéficie sur 80% de sa surface des protections nationales les plus importantes pour un site naturel : site classé et site inscrit (niveau III de protection UICN)
- ▶ Les communautés locales ont développé des mesures complémentaires visant à assurer une gestion du territoire protectrice de son intégrité physique et environnementale : charte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, Schéma de cohérence territoriale, documents d'urbanisme etc.
- ▶ Le plan de gestion préconise de développer des dispositifs destinés à la préservation des espaces agricoles et naturels

Analyse/commentaires

Conformément aux paragraphes 97 et 98 des *Orientations devant guider la mise en œuvre de la Convention du patrimoine mondial*, la protection et la valorisation de l'ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys - faille de Limagne sont garanties par un dispositif législatif national et des documents réglementaires d'aménagement du territoire. **Ainsi, plus de 80% du bien est couvert par un « site classé » ou un « site inscrit », deux des dispositifs réglementaires les plus forts en France.** D'autres dispositifs nationaux et locaux offrent des **protections significatives aussi bien sur la zone cœur que sur la zone tampon**, permettant d'agir sur les différents enjeux du site : urbanisation, carrières, développement forestier et agricole...

Le plan de gestion, **en vigueur depuis 2011**, s'appuie sur cet ensemble de protections qu'il harmonise et articule dans une optique de préservation de la valeur universelle exceptionnelle.

Cette fiche comprend en premier lieu une présentation des principaux dispositifs intéressant le plan de gestion puis deux tableaux de synthèse (par type de règlement et par type de menace) permettant de comprendre, sur chacun des enjeux du bien, la manière dont la réglementation y répond.

1 – Des protections réglementaires nationales fortes

Classement national de la Chaîne des Puys : la plus forte protection pour les sites naturels français.

Le classement de la Chaîne des Puys par décret ministériel a eu lieu le 26 septembre 2000. Les sites naturels classés sont des lieux dont le caractère exceptionnel justifie une **protection de niveau national décidée et contrôlée par l'État**. Les sites naturels qui sont protégés au titre d'un classement sont des espaces ou des formations naturelles « **dont la conservation ou la préservation présente un intérêt général** ». Cette réglementation correspond à une aire protégée de la catégorie III de l'UICN.

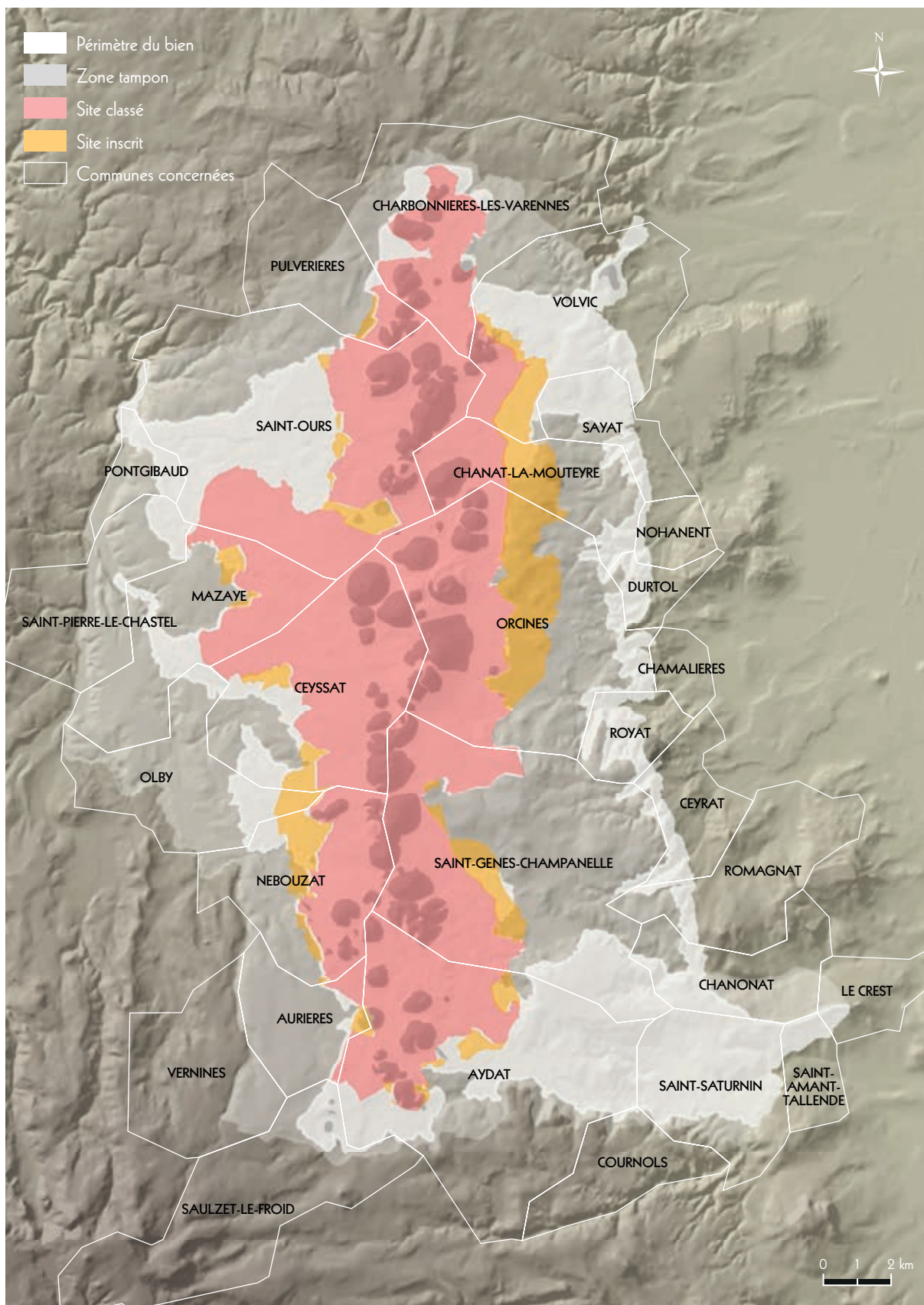
C'est une législation qui **s'applique en domaine public et en domaine privé**. Elle a pour objectifs :

- ▶ La **conservation en l'état du périmètre concerné** (entretien, restauration et mise en valeur...);
- ▶ Et la **préservation de toutes atteintes graves** aux valeurs paysagères et géologiques du site ayant conduit à la reconnaissance nationale du site (destruction, altération, banalisation...).

Une fois qu'un site bénéficie de cette protection, tous travaux susceptibles de modifier l'aspect ou l'état du site sont soumis au contrôle du ministre de l'Écologie français.

Le classement de la Chaîne des Puys s'étend sur 13 640 ha soit **70 % de la surface totale du bien proposé**, et s'étend du Nord au Sud sur 32 kilomètres. Ce périmètre comprend la quasi-totalité des appareils de la Chaîne, et le choix du tracé a été fait de façon à respecter les perspectives et les cônes de vue les plus pittoresques sur les volcans. De plus, il a été convenu d'intégrer quelques formes originales, représentatives d'activités volcaniques spécifiques, telles que des cratères d'explosion et des coulées.

Sud de l'alignement
de la Chaîne des Puys
vu du puy de Dôme
© G. Michau



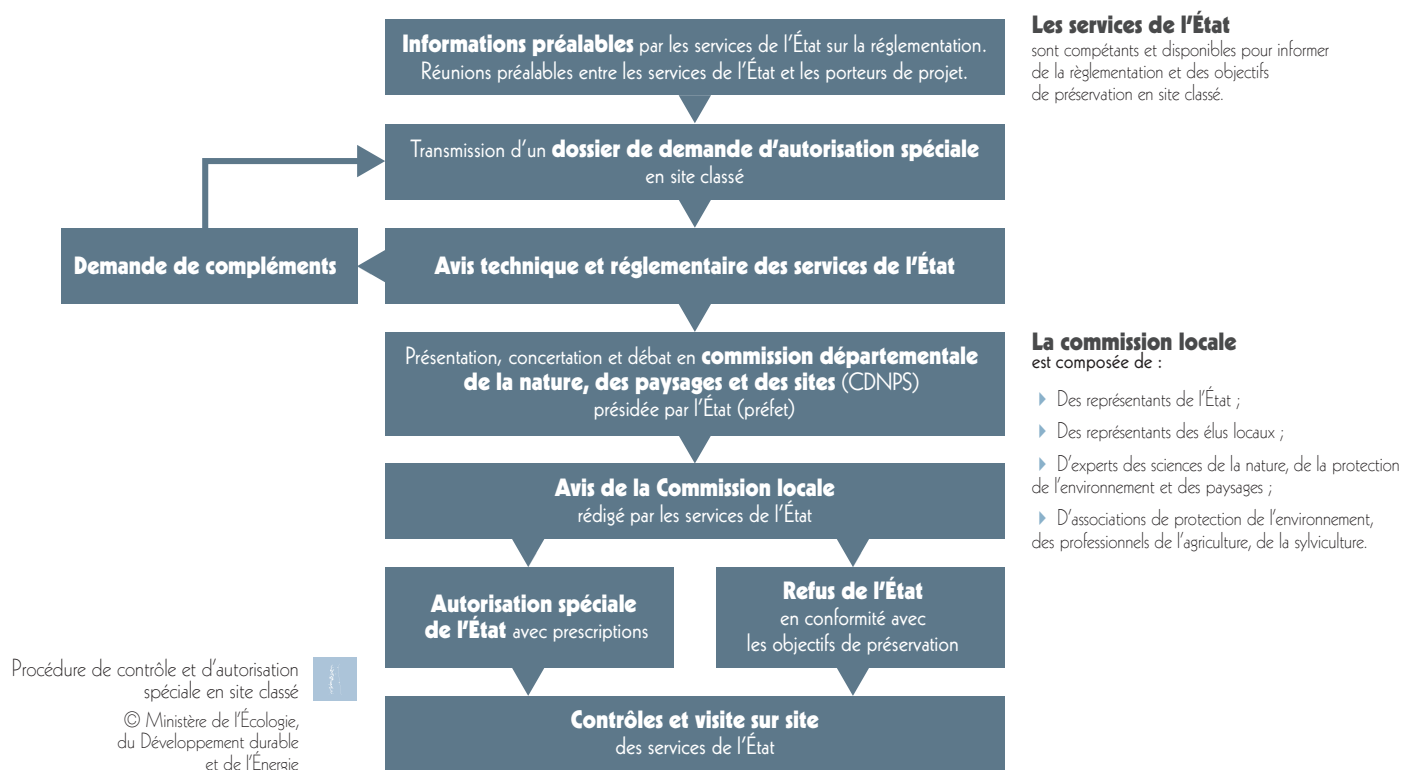
Cette protection basée sur les qualités géologiques et paysagères de la Chaîne des Puys, vise cinq objectifs sous la responsabilité de l'État :

- ▶ Reconnaître le caractère remarquable, la beauté et la singularité du site ;
- ▶ Préserver les qualités paysagères du site ;
- ▶ Préserver la naturalité du site ;
- ▶ Interdire et contrôler les activités ;
- ▶ Interdire et contrôler les constructions.

Le classement national est une protection qui s'impose à l'ensemble des documents d'aménagement et d'urbanisme. Elle prévoit une **procédure de contrôle spécifique** sur l'ensemble des activités susceptibles d'affecter le bien. Ainsi, en site naturel classé, **toute modification** de l'état ou de l'aspect du site est soumise à une **autorisation spéciale de l'État** (ministère de l'Écologie). Au niveau local, une **commission départementale** examine les demandes d'autorisations afin de conseiller le Ministre dans sa décision finale.

La demande d'autorisation spéciale est une obligation, le manquement à cette règle est un délit, **la loi française prévoit des peines lourdes (amendes ou peines de prison)**. L'autorisation spéciale permet de garantir et de contrôler la bonne conservation des sites classés. Elle est délivrée ou refusée notamment sur la base des critères suivants :

- ▶ La **compatibilité du projet avec les objectifs de préservation** ;
- ▶ L'**impact du projet** sur le site ;
- ▶ Les **interdictions strictes** (interdiction de la publicité, camping, stationnement de caravanes) ;
- ▶ Les **mesures d'accompagnement** destinées à améliorer ou à restaurer l'état originel du site (ex : obligation d'enfouissement de lignes électriques et réseaux téléphoniques).



Une première évaluation des projets est réalisée par les services de l'État sur la base d'un dossier rédigé par les porteurs de projet (le contenu du dossier est précisé dans ses principes par la loi française). Les services de l'État sont compétents pour le suivi réglementaire et technique ainsi que le conseil. Des experts de l'État avec un pouvoir de police sont chargés du contrôle et du suivi.

Chaque dossier est ensuite étudié collégialement au sein de la commission départementale de la nature des paysages et des sites (CDNPS) présidée par le représentant local de l'État français (préfet). Cette commission est le lieu d'un débat. Après un vote, la commission transmet à l'État ses conclusions. Celles-ci servent à l'État pour formuler un avis définitif : soit un refus, soit une autorisation spéciale avec des mesures d'accompagnement nécessaires pour conserver les qualités paysagères du site. Enfin, un contrôle et un suivi continus des sites est assuré par les services de l'État.

Cette protection des sites naturels classés implique également une concertation avec l'ensemble des acteurs locaux, propriétaires, exploitants ou usagers de ces espaces. Cette concertation se fait à travers un comité de gestion du site classé, qui dans le cas présent est totalement intégré au comité de gestion du site patrimoine mondial. Elle permet de définir des orientations de gestion du site comme d'assurer un contrôle administratif et technique fort de l'État.

Le site inscrit : une protection nationale complémentaire au site classé

Les sites naturels reconnus et protégés par un classement peuvent bénéficier d'une zone tampon protégée par un dispositif de site inscrit. Le site inscrit est donc une protection nationale complémentaire au site classé en droit français, elle comporte les mêmes objectifs que le classement mais suppose un dispositif de contrôle plus souple. Au même titre que le site classé, la protection de site inscrit s'impose à l'ensemble des documents d'aménagement et d'urbanisme.

Cette protection impose l'obligation d'informer l'administration de tous projets de nature à modifier l'état ou l'aspect du site, quatre mois au moins avant le début de ces travaux.

Comme pour les sites inscrits, les services de l'État chargés du contrôle et du suivi sont compétents pour le suivi réglementaire et technique ainsi que le conseil. La commission départementale de la nature, des paysages et des sites (CDNPS) peut être consultée dans tous les cas. Dans les sites inscrits, comme dans les sites classés, le camping et le caravanning sont interdits sauf dérogations spéciales sur la base d'une étude d'impact.

Le site inscrit de la Chaîne des Puys est un prolongement à l'Est et à l'Ouest du site classé du même nom, sur une surface de 2 430 ha (soit 12% de la surface totale du bien).

Un schéma départemental des carrières qui interdit toute nouvelle exploitation de pouzzolane sur le site

Les carrières font l'objet d'un dispositif réglementaire national inscrit dans le code de l'Environnement et décliné localement par l'État à travers un schéma départemental des carrières élaboré par la Commission départementale de la nature, des paysages et des sites.

Le schéma de gestion des carrières en place sur le site de la Chaîne des Puys - faille de Limagne interdit toute nouvelle ouverture de carrière de pouzzolane sur le site. Dans le cadre de ce dossier l'État français s'est également engagé à ne pas renouveler les autorisations existantes des deux carrières de pouzzolane aujourd'hui en activité, dispositions qui seront reprises dans la révision du schéma. Tous ces éléments sont détaillés dans la fiche dédiée aux carrières et le courrier portant engagement de la ministre de l'Environnement en annexes.

Des études d'impact et d'évaluation environnementales prévues par le code de l'Environnement

Conformément aux objectifs fixés par la décision 39COM7, le Code de l'environnement français à travers ses articles R122-17 et R122-2, prévoit la mise en œuvre d'**études d'impact et d'évaluations environnementales** pour certains documents de planification ainsi que pour la réalisation d'ouvrages d'importance. Dans le cas d'un site patrimoine mondial, le cahier des charges de ces études comprend un volet relatif à la préservation de la VUE du bien inscrit.

Ces dispositions assurent donc :

- ▶ La prise en compte du site patrimoine mondial dans les documents d'orientations stratégiques incluant le bien et notamment : le schéma des carrières, la charte du parc naturel, le schéma énergétique régional. . .
- ▶ Une protection forte contre tout projet d'envergure pouvant menacer le bien, la dimension patrimoine mondial étant pleinement intégrée aux études d'impacts préalables réalisées afin de se prononcer sur leur opportunité.

Autres dispositifs nationaux spécifiques permettant de maîtriser le développement

Le classement national, assorti du site inscrit, est la protection la plus forte pour un monument naturel en France. Elle est complétée par un **éventail législatif** qui **s'applique également au foncier privé comme public** de l'ensemble de la Chaîne des Puys - faille de Limagne, à savoir :

- ▶ La loi du 9 janvier 1985 relative au développement et à la protection de la montagne dite loi Montagne ;
- ▶ La loi du 13 décembre 2000 relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbains, dite loi SRU ;
- ▶ La loi du 2 juillet 2003 Urbanisme et Habitat ;
- ▶ La loi du 23 février 2005 relative au développement des territoires ruraux ;
- ▶ La loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement dite loi Grenelle II.

Ces différents textes ont été transcrits dans plusieurs codes, principalement dans les codes de l'Environnement et de l'Urbanisme. Ils intègrent des règles particulières aux zones de montagne et ont pour but de **concilier vie et travail des populations montagnardes tout en préservant le patrimoine**.

Ces dispositifs permettent de :

- ▶ Valoriser les spécificités naturelles et culturelles de ce massif ;
- ▶ **Maîtriser l'urbanisme** par des règles de construction en continuité du bâti ou en hameau nouveau intégré, voire de non constructibilité dans certains cas ;
- ▶ **Contrôler le développement touristique** via la création d'Unités Touristiques Nouvelles (UTN) ;
- ▶ Prendre en compte les zone écologiquement remarquables (Natura 2000, espaces naturels sensibles).

Ils sont soit traduits à travers les documents locaux de planification et d'aménagement, soit font l'objet de dispositions particulières, tels que les dispositifs Natura 2000 et les Espaces Naturels Sensibles détaillés dans les tableaux des fiches dédiées aux réglementations par types et par menaces.

2 – Des documents locaux de planification et d'aménagement du territoire ayant déjà incorporé la préservation de la valeur universelle exceptionnelle

« Les biens proposés pour inscription doivent être convenablement protégés par des dispositions juridiques et/ou coutumières. L'idéal est qu'ils bénéficient de la meilleure protection possible dans une juridiction et un contexte donnés, ce qui parfois implique des mesures législatives ou autres prises à de multiples niveaux. »

Manuel de référence,
Établir une proposition d'inscription
au patrimoine mondial, 2011, page 91.

Aux dispositifs législatifs forts précédemment décrits, s'ajoutent deux grands documents de planification et d'aménagement : la **charte du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne** et les **Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT)** – principalement celui du Grand Clermont. Ces documents d'orientations sont déclinés de manière opérationnelle dans les documents réglementaires locaux (plans locaux d'urbanisme, réglementation des boisements).

L'ensemble des acteurs politiques ont été associé à l'élaboration de ces documents importants puisqu'ils scellent une vision partagée du territoire et de son développement futur. Ces documents de planification territoriale votés par les assemblées locales, ont donc une **portée tant programmatique que réglementaire**.

En cohérence complète, puisque les SCoT se doivent d'être compatibles avec la charte du Parc, ils mettent notamment l'accent sur la **préservation du patrimoine géologique** – intégrité, lisibilité –, le **maintien des territoires ruraux** et des activités associées, et la **conciliation des usages**.

Charte du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne

Contrat qui concrétise le **projet de protection et de développement durable élaboré pour son territoire**, la charte d'un parc naturel régional doit être soumise à enquête publique, avant approbation par les communes membres du syndicat mixte, la région et les départements concernés, ainsi que les partenaires socio-professionnels et associatifs. C'est in fine l'État français qui décide de reconduire ou non le classement en Parc naturel régional.

Du point de vue réglementaire, la charte du parc a un **rang supérieur aux documents d'urbanisme**. Ainsi, les schémas de cohérence territoriale, plans locaux d'urbanisme et cartes communales doivent être rendus compatibles avec les orientations et les mesures de la charte du Parc, dans les conditions prévues par les articles L. 122-1-12, L. 123-1-9 et L. 124-2 du code de l'Urbanisme.

La charte permet d'assurer la **cohérence et la coordination** des actions menées sur son périmètre **par les diverses collectivités publiques**. Elle a une validité de **douze ans**. Celle du Parc des Volcans, récemment révisée, couvre la période 2013 - 2025.

La charte du PNRVA intègre nommément la candidature de l'ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys - faille de Limagne sur la Liste du patrimoine mondial. Sa disposition 2.3.2.1 « Prendre en compte transversalement les différents enjeux au sein des projets d'urbanisme » permet d'embrasser toutes les orientations de gestion paysagère et urbanistique nécessaires à la **préservation de la valeur universelle exceptionnelle** du bien proposé. En faisant spécifiquement apparaître dans ses cartes le périmètre de la candidature au patrimoine mondial, le rapport de charte lui confère ainsi une portée contractuelle forte, validée par l'État qui s'impose au SCoT.

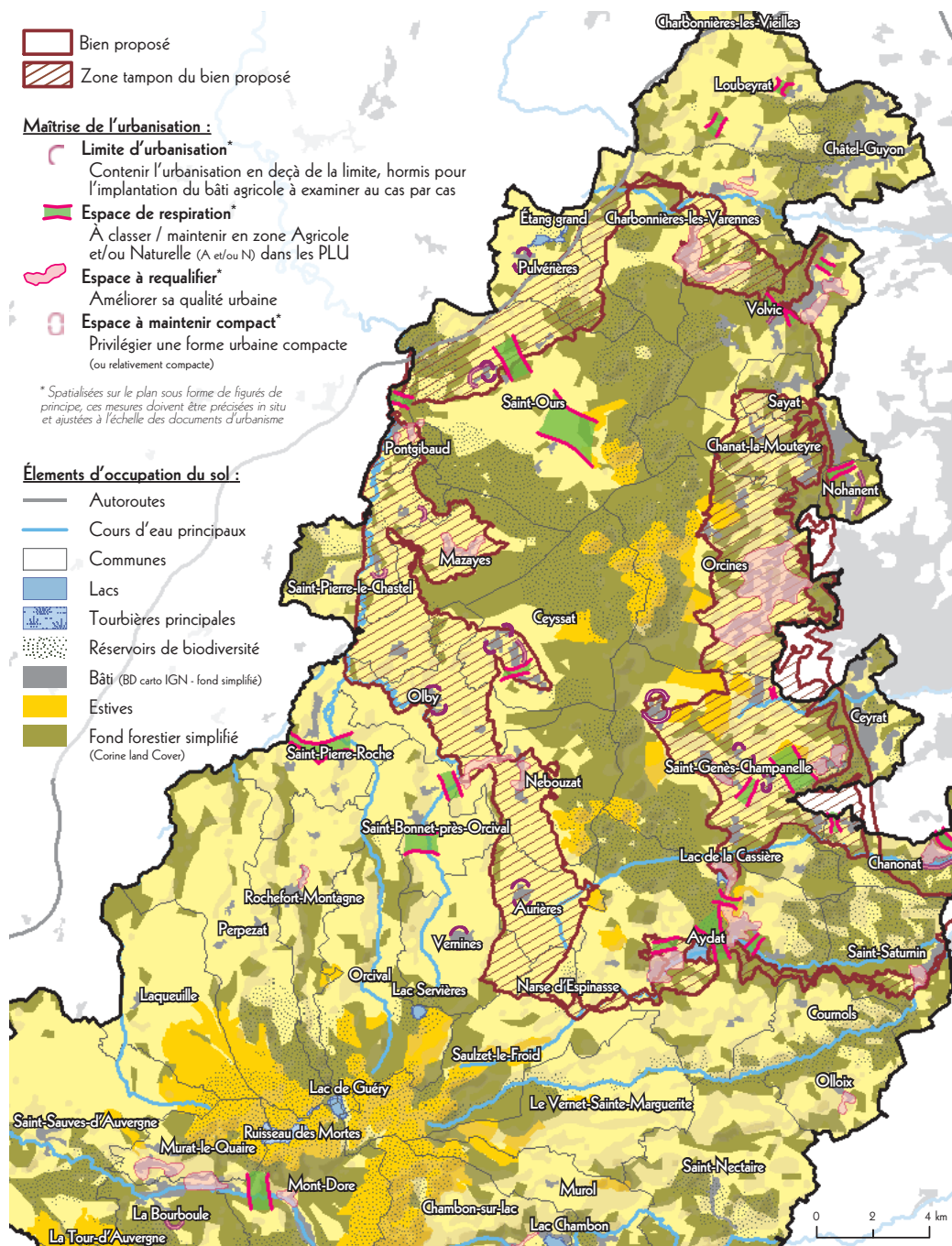


Schéma de Cohérence Territoriale du Grand Clermont (SCoT)

Document de planification à **quinze ans**, le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) revêt la double dimension d'un **projet politique et de formalisation d'une stratégie territoriale d'aménagement**. Il fixe un **cap en matière de développement d'habitat, de transport en commun, d'équipement**, et doit permettre de mieux maîtriser le développement urbain en cohérence avec l'environnement.

Pour déterminer les **grands équilibres entre les espaces urbains, à urbaniser et ceux naturels à protéger**, le SCoT doit prendre en compte les principes édictés par le code de l'Urbanisme, ainsi que les programmes d'équipement de l'État, des collectivités locales et des établissements publics et les autres prescriptions réglementaires. Il doit ainsi être **compatible avec les normes de rang supérieur**, telles que les lois et règlements nationaux, les chartes des Parcs naturels régionaux, ou certains documents locaux, et **impose ses orientations aux normes de rang inférieur** :

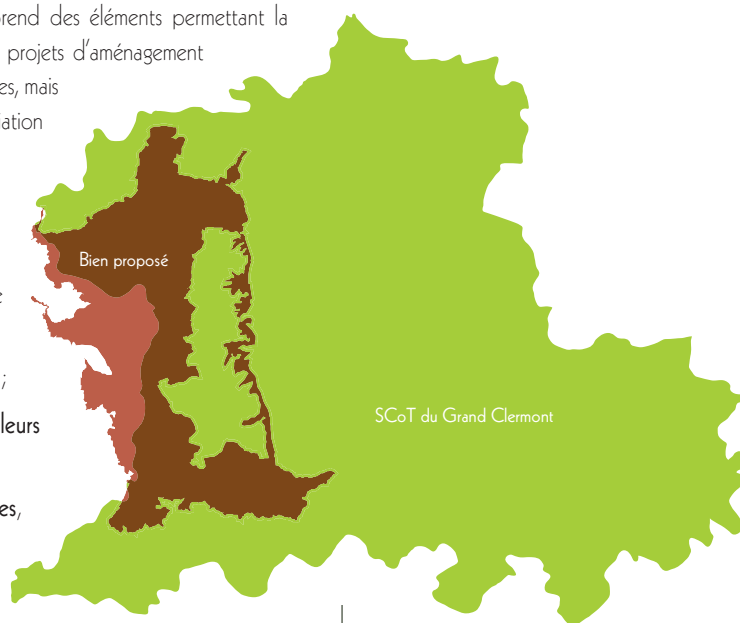
- ▶ Aux documents de planification sectorielle : Plan Local de l'Habitat (PLH), Plan de Déplacements Urbains (PDU), Schéma de Développement Commercial (SDC) ;
- ▶ Aux documents d'urbanisme locaux : Plan Local d'Urbanisme (PLU) et cartes communales ;
- ▶ À certaines opérations foncières et d'aménagement : Zones d'Aménagement Concertées (ZAC), Zones d'Aménagement Différé (ZAD), lotissements.

Le territoire du Grand Clermont recoupe une grande portion du bien proposé pour inscription. **Intégrant nommément la candidature au patrimoine mondial**, le SCoT du Grand Clermont a finement décrit les enjeux propres à la Chaîne des Puys - faille de la Limagne et comprend des éléments permettant la **protection de ces paysages et de leur intégrité géologique**. Les futurs projets d'aménagement devront ainsi tenir compte des aspects patrimoniaux, paysagers, écologiques, mais également du maintien de certaines activités traditionnelles, de la conciliation des usages et de la gestion de la fréquentation.

Pour ce faire, les prescriptions du Document d'Orientations Générales (DOG) du SCoT visent pour la Chaîne des Puys à assurer :

- ▶ La protection de la ressource volcanique basée sur une **fréquentation encadrée et une « mise en tourisme » durable** ;
- ▶ La **préservation** des espaces patrimoniaux de toute artificialisation ;
- ▶ La valorisation des paysages remarquables et le **maintien des valeurs paysagères** ;
- ▶ Le **maintien des activités agricoles et pastorales traditionnelles**, garantes notamment des valeurs paysagères.

Pour ce qui concerne plus particulièrement la **faille de Limagne**, le SCoT la définit comme « *un écrin forestier de qualité à préserver en tant que zone de transition entre les puys et l'agglomération* ». Véritable lanière verte marquant une **rupture entre les espaces urbains et le plateau des Dômes**, la faille fait tout à la fois office de limite et de lien, et constitue un élément géomorphologique très important participant à la cohérence et à la mise en scène du paysage.



Le SCoT du Grand Clermont couvre près de 70% du bien proposé
© Cd63 d'après Agence d'urbanisme Clermont Métropole

Les plans locaux d'urbanisme et la réglementation des boisements

Réalisés à une échelle communale ou intercommunale, ces deux documents réglementaires locaux permettent de **contrôler la destination et l'utilisation du foncier** à l'échelle de chaque parcelle. Ils doivent être conformes à la réglementation nationale (notamment obligations de **continuité de l'urbanisation** prévue par la loi Montagne), à la charte du parc et au schéma de cohérence territoriale.

Les plans locaux d'urbanisme (PLU) **définissent les utilisations possibles** de chaque parcelle à travers quatre grandes typologies : urbanisée, à urbaniser, agricole ou naturelle. Sur chaque parcelle ou groupe de parcelles s'applique une réglementation **autorisant ou limitant certains usages**. Les PLU jouent notamment un rôle essentiel sur le bien en permettant une réelle maîtrise de l'urbanisation.

La réglementation des boisements vise à définir la **vocation forestière ou non des parcelles agricoles** et naturelles, permettant également de donner des orientations quant aux **essences à utiliser**. C'est un outil important de préservation de l'équilibre sur le site entre espaces agricoles et espaces forestiers, mais également un moyen d'action pour favoriser la biodiversité (mélanges des essences, tailles et âges des arbres pour favoriser les sous-bois), la stabilité des sols et la mise en valeur des paysages (implantation des boisements, stabilisation des pentes, ouverture de points de vue).

Les zones agricoles protégées et les périmètres d'intervention pour la protection et la mise en valeur des espaces agricoles, naturels et naturels périurbains (PAEN)

Ces deux **dispositifs destinés à la préservation des espaces agricoles et naturels** pouvant être soumis à une pression d'urbanisation, permettent de les maintenir sur le long terme en **empêchant la transformation** de zones agricoles et naturelles en zones « à urbaniser » **lors de la révision des plans locaux d'urbanisme**. En effet, une éventuelle modification de la destination agricole ou naturelle des parcelles nécessiterait des procédures lourdes (autorisation de l'État pour les PAEN par exemple).

Ils permettent donc de **renforcer la portée et la pérennité** des orientations prévues aujourd'hui dans les plans locaux d'urbanisme. La plan de gestion prévoit d'utiliser ces deux dispositifs afin de conforter les protections existantes contre l'urbanisation sur la faille de Limagne et la Montagne de la Serre, l'alignement volcanique étant protégé par le site classé qui **interdit déjà toute construction**.

L'ensemble du site
Chaîne des Puys - faille de Limagne est soumis
aux règles de la loi Montagne qui vise à concilier
protection, valorisation et développement économique durable.
Vue du puy de la Tâche.
© M. Valdenaire

Réglementation par types

Extraits du rapport UICN 2014 :

« Le bien proposé est soumis à différents lois et règlements d'État, régionaux, départementaux et communaux qui gouvernent l'environnement, le développement urbain, les carrières, le tourisme, la gestion des ressources naturelles (foresterie, eau, sols) et l'agriculture. » (page 76)

« De manière générale, le régime de protection en vigueur convient à un paysage à utilisations multiples mais il ne semble pas suffisamment strict pour un bien qui pourrait être inscrit sur la Liste du patrimoine mondial pour ses valeurs naturelles. » (page 76).

Données clés 2016

SYNTHÈSE

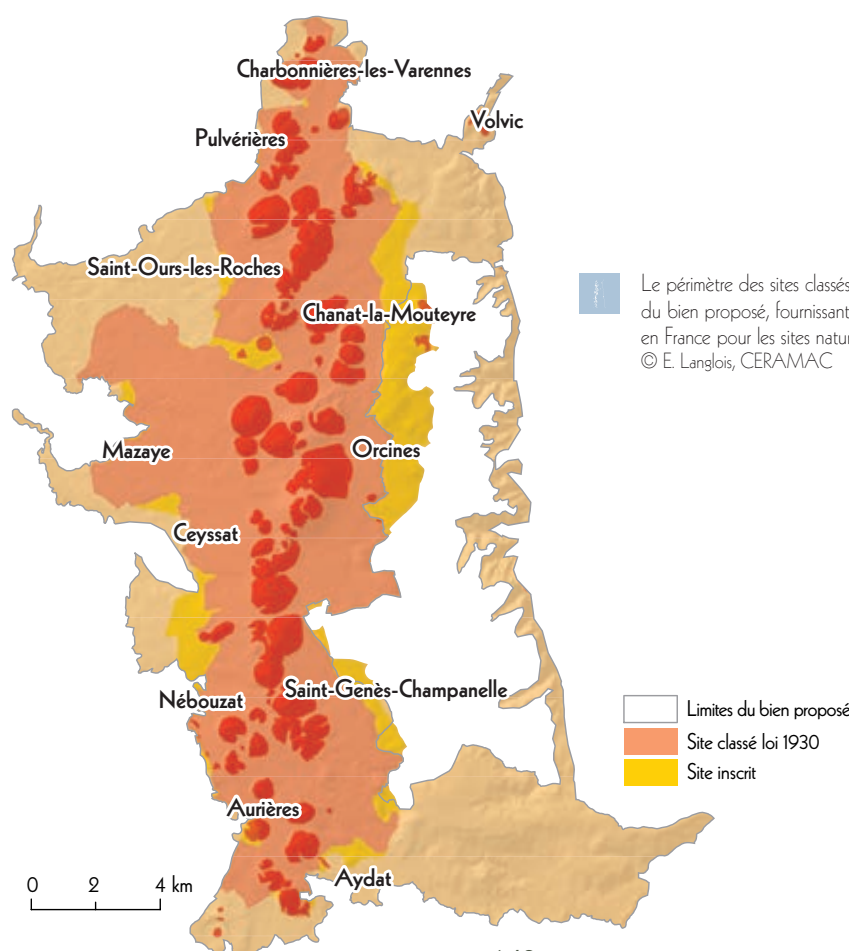
- ▶ Un panel important de réglementations nationales ou locales s'applique sur l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne qui permettront d'assurer la protection de la valeur universelle exceptionnelle si le bien est inscrit sur la Liste du patrimoine mondial
- ▶ Le plan de gestion accompagne l'extension du périmètre d'application de plusieurs réglementations locales (maîtrise de l'urbanisation, protection des espaces agricoles et naturels)

SITES CLASSÉS ET INSCRITS CHAÎNE DES PUYs

NIVEAU DE PROTECTION III

Réf. : articles L 341-1 et suivants du Code de l'Environnement

Principes généraux	Application locale			
	Périmètre	Menaces	Dispositifs/Conséquences	Résultats attendus
Les sites naturels classés sont des lieux dont le caractère exceptionnel justifie une protection de niveau national décidée et contrôlée par l'État. Cette protection porte sur les qualités naturelles et paysagères du site et s'applique en domaine public et en domaine privé L'objectif de cette protection est de préserver le site de toute atteinte grave. Tous travaux susceptibles de modifier l'aspect ou l'état du site sont soumis au contrôle du ministre de l'Écologie français	13 640 hectares classés ; 2 430 hectares inscrits soit au total 66% de la zone cœur La délimitation s'appuie sur le respect des cônes de vue les plus remarquables, sur l'intégration de formes originales telles que des cratères d'explosion et des coulées, sur les tracés des chemins ou sur des limites cadastrales, sur l'exclusion des secteurs bâtis à l'exception de ceux très limités installés préalablement au cœur de la Chaîne (Château de Montlosier, Château des Roches, deux habitations sur Mazayes, constructions du col de Ceyssat, le restaurant du sommet du puy de Dôme)	Carrières	Aucun renouvellement ou autorisation sauf autorisation ministérielle	Plus de carrières de pouzzolane d'ici 15 ans
		Urbanisation	Aucune construction ou modification substantielle de l'habitat sauf autorisation du ministère de l'Écologie	Pas d'urbanisation nouvelle
		Progression du boisement	Encadrement et contrôle de l'affectation des sols. Les travaux autres que l'entretien courant sont soumis à autorisation ministérielle	Maintien de l'équilibre forêt/pâturage. Adaptation des modes d'exploitation aux fragilités du sol pour éviter l'érosion
		Pratiques agricoles	Aucune construction professionnelle sauf autorisation du ministère de l'Écologie	Maintien voire renforcement de l'intégrité des édifices géologiques et des paysages
		Circulation des véhicules	Pas de création ou d'élargissement de tous types de voirie sauf autorisation ministérielle	
		Fréquentation touristique	Interdiction du camping, caravanning sauf autorisation ministérielle Interdiction de l'affichage et de la publicité	
		Réseaux aériens de distribution électrique	Toute création de ligne doit faire l'objet d'une autorisation ministérielle L'enfouissement est préconisé	



CHARTRE DU PARC NATUREL RÉGIONAL DES VOLCANS D'Auvergne

NIVEAU DE PROTECTION V

Réf. : Articles L331-1 à L333-4 du code de l'Environnement

Principes généraux	Application locale			
	Périmètre	Menaces	Dispositifs/Conséquences	Résultats attendus
Un parc naturel régional est un territoire à l'équilibre fragile et au patrimoine naturel et culturel riche, faisant l'objet d'un projet de développement fondé sur la préservation et la valorisation du patrimoine. Ce projet est traduit dans la charte et le plan du Parc qui ont rang supérieur aux documents d'urbanisme. Le projet prend en compte les enjeux de la VUE, en particulier enjeux paysagers et de maintien des espaces agricoles et naturels	Le bien et la zone tampon sont couverts en quasi-totalité par le périmètre du Parc des Volcans d'Auvergne (seuls quelques secteurs sont exclus en bordure de faille). Dans les enjeux pris en compte par la charte, son rapport 2013-2025 intègre nommément la candidature de l'ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys et de la faille de Limagne sur la Liste du patrimoine mondial.	Carrières	Accompagner les carrières pendant le temps d'exploitation des carrières pour une meilleure prise en compte des milieux naturels et paysagers. Économiser la ressource géologique	Adaptation des objectifs des exploitations pour un réaménagement paysager final intégré dans les formes volcaniques
		Urbanisation	Maîtriser la densité urbaine en privilégiant la localisation des projets dans le tissu urbain existant	Préservation des espaces naturels et agricoles
		Progression du boisement	Suppression des boisements peu qualitatifs. Préserver les trames écologiques. Valoriser les forêts anciennes. Établir des règles de gestion en harmonie avec l'environnement	Maintien de l'équilibre forêt/pâture. Adaptation des modes d'exploitation aux fragilités du sol pour diminuer l'érosion Préservation de la biodiversité
		Pratiques agricoles	Proposer des produits issus de filière courte, valorisant les ressources et savoir-faire du territoire Préserver la qualité environnementale par des pratiques agricoles adaptées. Optimiser la gestion du foncier agricole	Adaptation des modes d'exploitation à l'environnement. Maintenir une ressource économique pour les communautés locales. Maintien de paysages ouverts
		Circulation des véhicules	Maîtriser les conditions de circulation des véhicules motorisés de loisirs sur les sites où les risques d'atteinte à la richesse écologique et paysagère est avéré (cartographie existante dans la charte du Parc)	Une généralisation des arrêtés municipaux sur la réglementation de la circulation motorisée de loisirs Présence de gardes nature qui travaillent en lien avec les services de l'État en charge de la police. Les gardes nature ont aussi un important rôle d'information et de sensibilisation
		Fréquentation touristique	Structurer une offre touristique durable Développer la découverte itinérante et la mobilité douce touristique	Orienter le tourisme vers des sites adaptés Rendre les visiteurs responsables des sites visités Charte Européenne du Tourisme Durable (label obtenu et renouvelé)
		Activités sportives en milieux naturels	Développer les pratiques éco-responsables au sein des activités de pleine nature	Adaptation des pratiques au regard de la sensibilité patrimoniale des milieux Mise en place d'une charte volontariste (limitation du nombre de manifestations et de manifestants)
		Réseaux aériens de distribution électrique	Promouvoir les économies d'énergie et maîtriser la production d'énergies renouvelables	Aucune implantation d'éoliennes dans le périmètre Chaîne des Puys-faille de Limagne (disposition intégrée dans le schéma régional éolien)

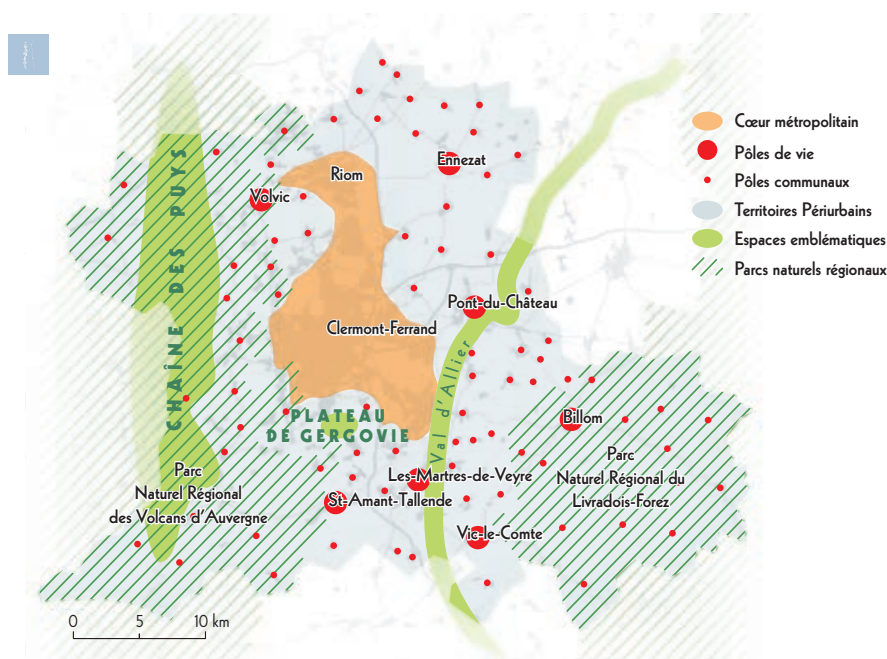


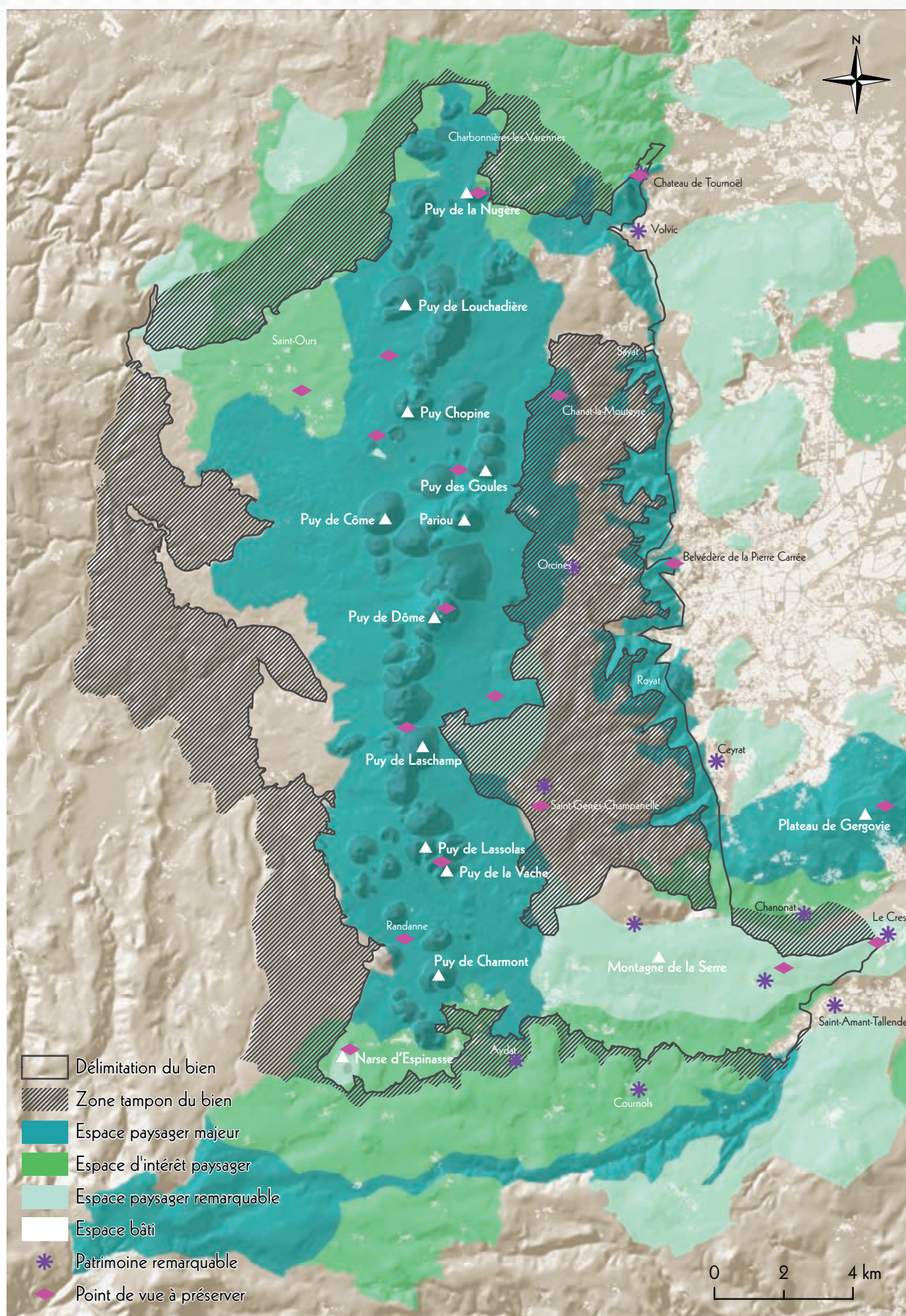
SCHÉMAS DE COHÉRENCE TERRITORIALE

Réf. : Articles L 121-1 à L 121-15, L 122-1 à L 122-19 du Code de l'urbanisme

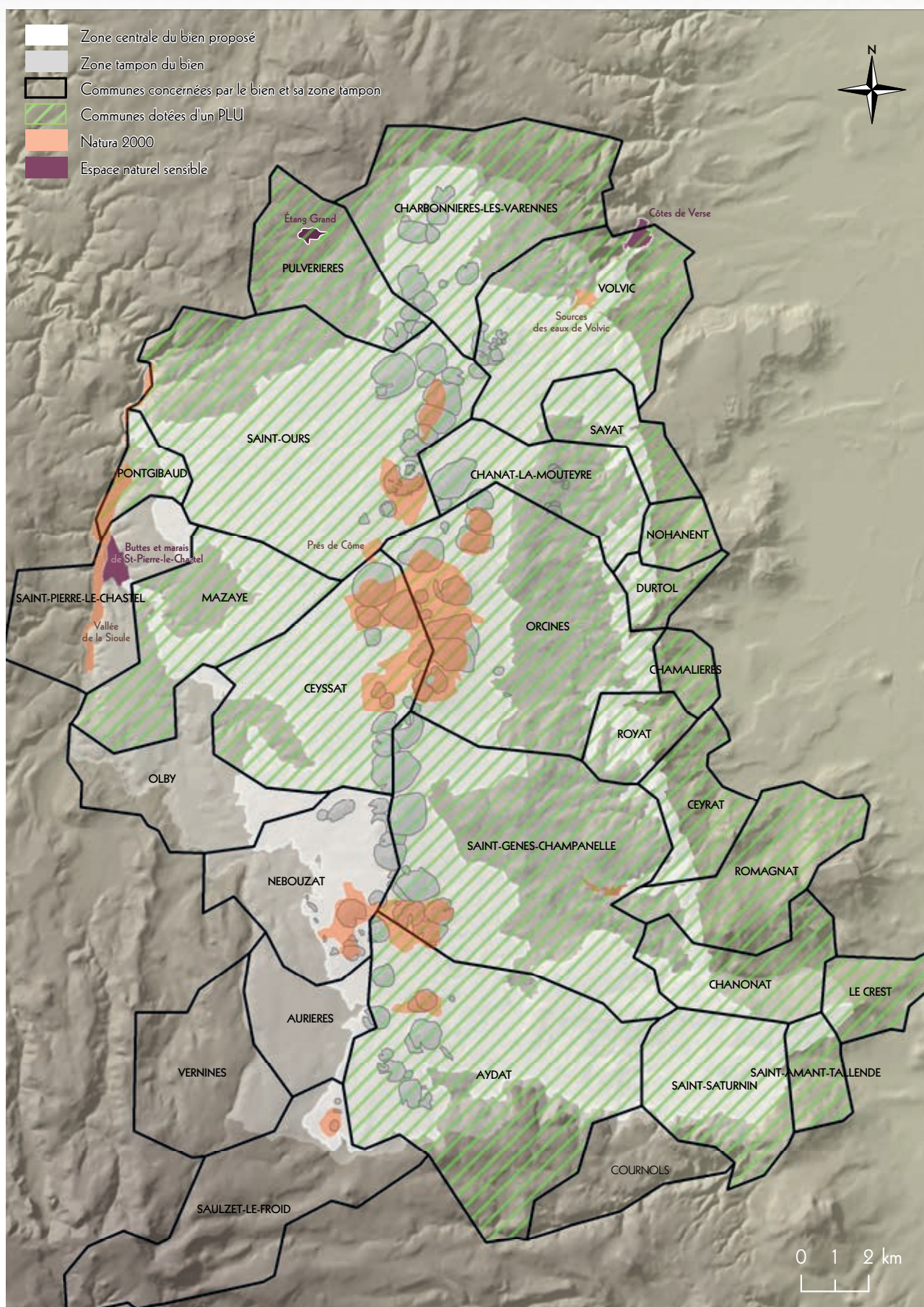
Principes généraux	Application locale			
	Périmètre	Menaces	Dispositifs/Conséquences	Résultat attendu
Document d'urbanisme et de planification juridique à l'échelle d'un bassin de vie, il doit, conformément au principe général de l'urbanisme, établir un équilibre en matière d'occupation des sols entre le développement urbain, le développement rural et la préservation des espaces naturels et des paysages. Ses orientations doivent être compatibles avec celles des chartes des parcs naturels régionaux et assurer l'effectivité des mesures de protection liées à la présence de site classé. Il doit aussi prendre en compte la présence de zones Natura 2000 ou tout autre dispositif de préservation des milieux naturels et paysages en étudiant l'impact des choix faits sur les habitats, la flore et la faune liés à Natura 2000 et sur les enjeux paysagers	SCoT du Grand Clermont : Son périmètre recouvre 70% du périmètre, notamment l'intégralité de la faille de Limagne, la Montagne de la Serre et la majeure partie de la Chaîne des Puys. Il intègre notamment la candidature de la Chaîne des Puys - faille de Limagne au patrimoine mondial	Carrières	Interdiction de toute création de carrière sur les cœurs de nature d'intérêt majeur et les hauts lieux paysagers : Chaîne des Puys, faille, montagne de la Serre	Plus de carrières de pouzzolane d'ici 15 ans
		Urbanisation	Préserver les hauts lieux paysagers. Privilégier la densification et la requalification des bourgs, limiter l'extension de l'urbanisation. Limitation de constructions nouvelles dans les espaces agricoles et naturels du bien	Limitation de nouvelles constructions en zone tampon dans les parties déjà urbanisées
		Progression du boisement	Renforcer la vocation forestière de l'escarpement de faille en protégeant les boisements concernés. Éviter la monoculture d'essences susceptibles de contribuer à une dégradation du milieu écologique, à une banalisation et une fermeture des paysages	Maintien du couvert végétal et de la trame verte Interdire l'artificialisation de la faille
	SCoT du Pays des Combrailles : Il concerne trois communes du bien soit 15% du périmètre	Pratiques agricoles	Protéger l'activité pastorale par la protection stricte de zones d'estives ou de pâture et par le maintien des zones de prairie	Maintien des couverts végétaux. Maintien de l'ouverture des paysages
		Circulation des véhicules	Favoriser la densification de l'habitat, limiter l'extension urbaine	Absence de création de nouveaux réseaux
		Fréquentation touristique	Se doter d'une stratégie globale de la Chaîne des Puys : renforcer les sites d'accueil et muséographiques existants. Valoriser des pôles touristiques complémentaires et établir un maillage entre eux. Pour les Combrailles : développement ciblé du tourisme sur la vallée de la Sioule (hors périmètre Chaîne des Puys-faille de Limagne)	Une fréquentation du tourisme répartie sur le site selon les niveaux d'aménagement et diffusée hors du périmètre Chaîne des Puys-faille de Limagne (géotourisme)
		Réseaux aériens de distribution électrique	Favoriser la densification de l'habitat, limiter l'extension urbaine	—
Evolution attendue	Couverture de l'ensemble du périmètre par l'élaboration du SCoT du Pays du Sancy Révision des SCoT du Grand Clermont et des Combrailles pour une intégration accrue des principes du développement durable			

Cartographie de l'organisation territoriale du bassin de vie clermontois
© Agence d'urbanisme Clermont Métropole





Carte des espaces paysagers identifiés dans le SCoT du Grand Clermont
 © E. Langlois, CERAMAC d'après Agence d'urbanisme Clermont Métropole



Carte des communes dotées d'un plan local d'urbanisme sur le périmètre du bien proposé pour inscription
 © E. Langlois, CERAMAC

PLAN LOCAL D'URBANISME

Réf. : Articles L 121-1 à L 121-15, L 123-6 à L 123-8 du Code de l'urbanisme

Principes généraux	Application locale			
	Périmètre	Menaces	Dispositifs/Conséquences	Résultat attendu
A l'échelle de la commune ou d'un groupement de communes, le PLU traduit un projet global d'aménagement et d'urbanisme qui décline les orientations du SCoT. Ses prescriptions à la parcelle s'imposent aux propriétaires. Les PLU doivent être conformes au SCoT et à la charte du parc et doivent prendre en compte les servitudes de protection au titre de la nature des paysages et des sites (site classés et inscrits notamment).	15 communes du bien sont dotées d'un PLU dont 4 sont en cours de révision, 11 en cours d'élaboration.	Carrières	Traduction à la parcelle des orientations du SCoT pour chacune des rubriques par l'adoption d'un règlement d'urbanisme et d'un zonage qui déterminent l'usage des sols (constructible, agricole, forestier, naturel...)	Diminution des surfaces constructibles aux termes des élaborations et révisions des PLU.
		Urbanisation		
	4 ne disposant pas de PLU doivent entrer dans une procédure d'élaboration.	Progression du boisement	Il convient également de noter que les communes sont soumises à la loi Montagne et au régime national d'urbanisme dont les dispositions très strictes interdisent toute urbanisation en discontinuité des hameaux existants.	Préservation des espaces agricoles et naturels.
		Pratiques agricoles		
		Circulation des véhicules		
		Fréquentation touristique		
		Réseaux aériens de distribution électrique		
				Généralisation des PLU aux 30 communes du périmètre.

NATURA 2000

NIVEAU DE PROTECTION IV OU V

Réf. : Articles L 414-4 à L 414-7 du Code de l'urbanisme

Principes généraux	Application locale			
	Périmètre	Menaces	Dispositifs/Conséquences	Résultat attendu
Natura 2000 est un réseau européen de sites naturels identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales, et de leurs habitats. Leur gestion est assurée par une autorité publique et s'appuie sur un comité de pilotage afin de concilier préservation de la nature et préoccupations socio-économiques. Un document de gestion définit les grandes orientations et enjeux du site. En cas d'activités, de projets menés sur le site, une évaluation des incidences est obligatoire afin de prendre en compte en amont les habitats et espèces présentes et d'adapter si besoin son projet, plan ou programme.	Zone spéciale de Conservation « Chaîne des Puys » : 2 045 ha qui concernent les volcans les plus emblématiques de la Chaîne, la zone humide de la Narse d'Espinasse (arrêté de biotope) et un site à chauves-souris.	Carrières	Mise en œuvre de mesures de gestion pour conserver ou rétablir les habitats naturels et les populations des espèces de faune et de flore sauvages qui ont justifié leur délimitation. Mise en œuvre de mesures de prévention appropriées pour éviter la détérioration des habitats et les perturbations des espèces.	Maintien du bon état écologique. Maintien des milieux et des paysages associés.
		Urbanisation		
		Progression du boisement		
		Pratiques agricoles		
	Zone spéciale de Conservation « Vallées et coteaux xérothermiques » des Couzes et Limagnes sur une partie du bien et de la zone tampon (pelouses sèches à orchidées, forêt alluviale) Zone de protection spéciale « Pays des Couzes » : 51 716 ha juxtaposant en grande partie le périmètre	Circulation des véhicules	Evaluation des incidences obligatoires pour les plans, programmes et projets impactant un territoire concerné par un site Natura 2000 ou à proximité.	
		Fréquentation touristique		
		Activités sportives en milieux naturels		
		Réseaux aériens de distribution électrique		

ESPACES NATURELS SENSIBLES

NIVEAU DE PROTECTION IV OU V

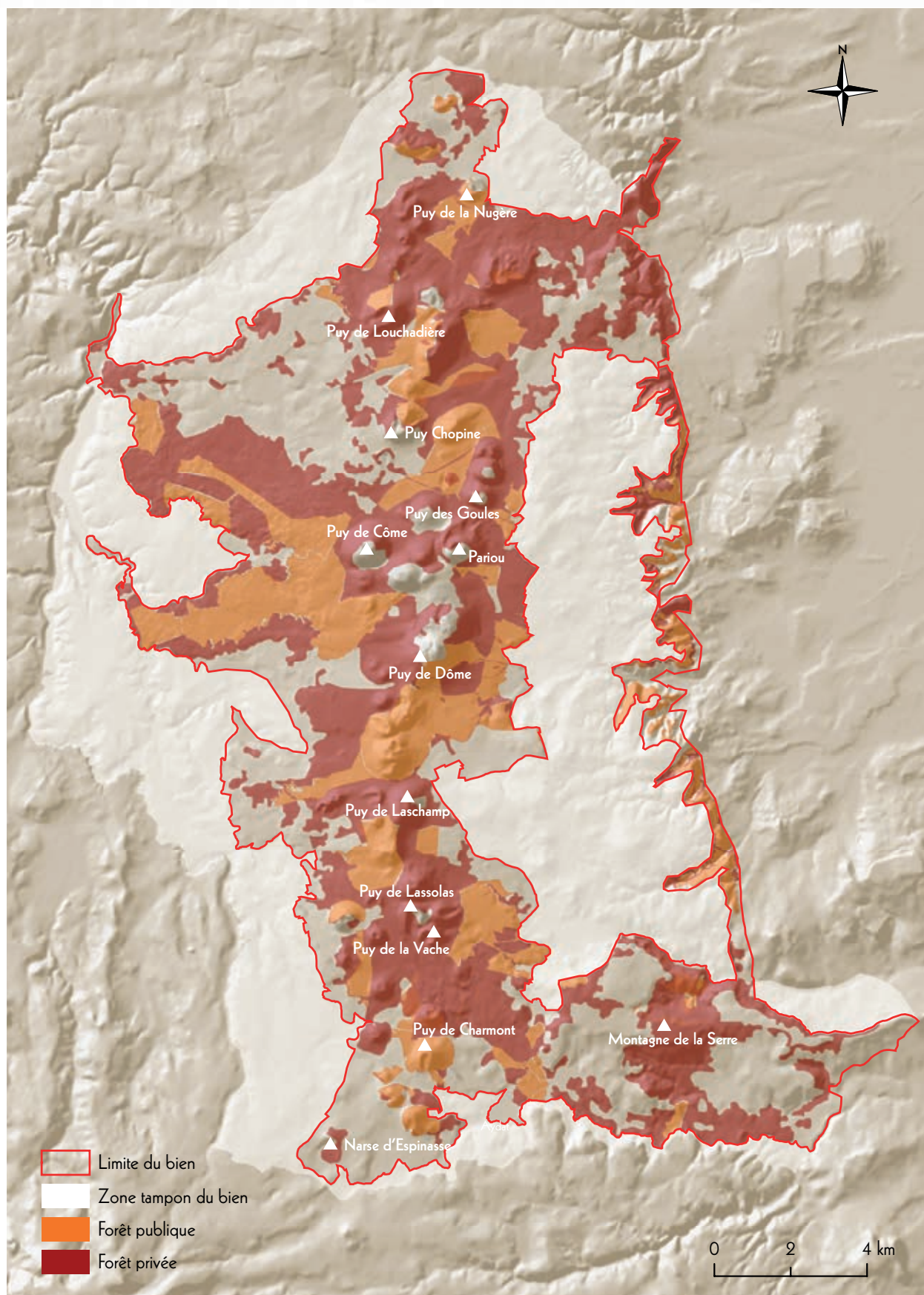
Réf. : Articles L 142-1 à L 142-13 du Code de l'urbanisme

Principes généraux	Application locale			
	Périmètre	Menaces	Dispositifs/Conséquences	Résultat attendu
Afin de préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels et d'assurer la sauvegarde des habitats naturels, le département est compétent pour élaborer et mettre en œuvre une politique de protection, de gestion et d'ouverture au public des espaces naturels sensibles (sauf exception justifiée par la fragilité du milieu naturel)	Buttes et marais de Saint Pierre le Chastel : 65 ha : relief inversé (pelouse sèche sur basalte) et zone humide temporaire favorable à l'avifaune migratrice. Côte de Verse : 80 ha : gorges rocheuses et boisées abritant des pics noirs et des hiboux grands-ducs.	Carrières	Outre la mise en œuvre de mesures de gestion, la labellisation ENS permet progressivement une maîtrise publique du foncier (droit de préemption) permettant d'assurer la protection du site.	Le plan de gestion prévoit la mise en place d'une labellisation ENS sur le site afin de mettre en place une stratégie d'acquisitions foncières sur les zones stratégiques via le droit de préemption
		Urbanisation		
		Progression du boisement		
		Pratiques agricoles		
		Circulation des véhicules		
		Fréquentation touristique		
		Activités sportives en milieux naturels		
		Réseaux aériens de distribution électrique		

RÈGLEMENTATION DES BOISEMENTS

Réf. : Articles L 126-1 et L 126-2 du Code rural et de la pêche maritime

Principes généraux	Application locale			
	Périmètre	Menaces	Dispositifs/Conséquences	Résultat attendu
La réglementation des boisements vise à favoriser une meilleure répartition des terres entre les productions agricoles, la forêt, les espaces de nature ou de loisirs et les espaces habités en milieu rural et d'assurer la préservation de milieux naturels ou de paysages remarquables	23 communes sur 30 sont dotées d'une réglementation des boisements. Deux réglementations sont en cours de révision en partie centrale de la Chaîne des Puys.	Carrières	Définir à la parcelle l'usage agricole, naturel ou sylvicole permet d'assurer la préservation des paysages et d'orienter leur évolution vers une meilleure lisibilité des édifices géologiques.	Généralisation sur l'ensemble du périmètre des réglementations des boisements qui intègrent les attributs de la valeur universelle exceptionnelle.
		Urbanisation		
		Progression du boisement		
		Pratiques agricoles		
		Circulation des véhicules		
		Fréquentation touristique		
		Activités sportives en milieux naturels		
		Réseaux aériens de distribution électrique		



Répartition des forêts publiques et privées sur le périmètre du bien proposé
 © E. Langlois, CERAMAC

PÉRIMÈTRE DE PROTECTION ET DE MISE EN VALEUR DES ESPACES AGRICOLES ET NATURELS (PPAEN)

Réf. : Articles L 143-1 à L 143-6 du Code de l'urbanisme

Principes généraux	Application locale			
	Périmètre	Menaces	Dispositifs/Conséquences	Résultat attendu
Pour mettre en œuvre une politique de protection et de mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains, le département ou un établissement public peut délimiter des périmètres d'intervention associés à des programmes d'actions	En projet : réalisation d'un PPAEN sur la faille de Limagne	Carrières	Confirmation des vocations agricoles, forestières et naturelles des parcelles inscrites au PPAEN et mise en œuvre d'actions pour les conforter.	Préservation des espaces naturels, boisés et agricoles concernés de toute artificialisation.
		Urbanisation		
		Progression du boisement	Toute modification du périmètre ayant pour effet de retirer un ou plusieurs terrains ne peut intervenir que par décret. Etablissement d'un droit de préemption au profit de la collectivité pour assurer la maîtrise du foncier et des usages.	
		Pratiques agricoles		
		Circulation des véhicules		
		Fréquentation touristique		
		Activités sportives en milieux naturels		
		Réseaux aériens de distribution électrique		

ZONE AGRICOLE PROTÉGÉE

Réf. : Articles L 112-2 du Code rural et de la pêche maritime

Principes généraux	Application locale			
	Périmètre	Menaces	Dispositifs/Conséquences	Résultat attendu
La zone agricole protégée a pour effet de protéger durablement l'espace agricole en milieu périurbain. Une utilisation autre qu'agricole devient exceptionnelle. Elle s'impose aux documents d'urbanisme comme servitude d'utilité publique	Outil à développer sur le plateau des Dômes (réflexion en cours sur Volvic)	Carrières	La préservation stricte des secteurs agricoles contribue à la préservation des paysages.	Maintien de paysages ouverts
		Urbanisation		
		Progression du boisement		
		Pratiques agricoles		
		Circulation des véhicules		
		Fréquentation touristique		
		Activités sportives en milieux naturels		
		Réseaux aériens de distribution électrique		

SCHÉMA DÉPARTEMENTAL DES CARRIÈRES

Réf. : Articles L 515-3 du Code de l'environnement

Principes généraux	Application locale			
	Périmètre	Menaces	Dispositifs/Conséquences	Résultat attendu
Il définit les conditions générales d'implantation et prend en compte l'intérêt économique, les ressources, les besoins en matériaux dans et hors région, la protection des paysages et des milieux naturels sensibles, la préservation des impluviums, les modes de transports. Il favorise les approvisionnements de proximité, une utilisation rationnelle et économe des ressources et le recyclage	Périmètre Chaîne des Puy - faille de Limagne (bien et zone tampon)	Carrières	Interdiction de création de carrières de pouzzolane en Chaîne des Puy. Révision du schéma avant 2020 pour confirmer l'interdiction d'ouverture de nouvelles carrières de pouzzolane, d'extension et de renouvellement d'autorisation de sites existants.	Interdiction de création de carrières de pouzzolane en Chaîne des Puy

Ancienne carrière de Lemptézy,
désormais haut-lieu scientifique et touristique
© D. Pourcher



Réglementation par menaces



Extraits du rapport UICN 2014 :

« Le bien proposé est soumis à différents lois et règlements d'État, régionaux, départementaux et communaux qui gouvernent l'environnement, le développement urbain, les carrières, le tourisme, la gestion des ressources naturelles (foresterie, eau, sols) et l'agriculture. » (page 76)

« De manière générale, le régime de protection en vigueur convient à un paysage à utilisations multiples mais il ne semble pas suffisamment strict pour un bien qui pourrait être inscrit sur la Liste du patrimoine mondial pour ses valeurs naturelles. » (page 76)

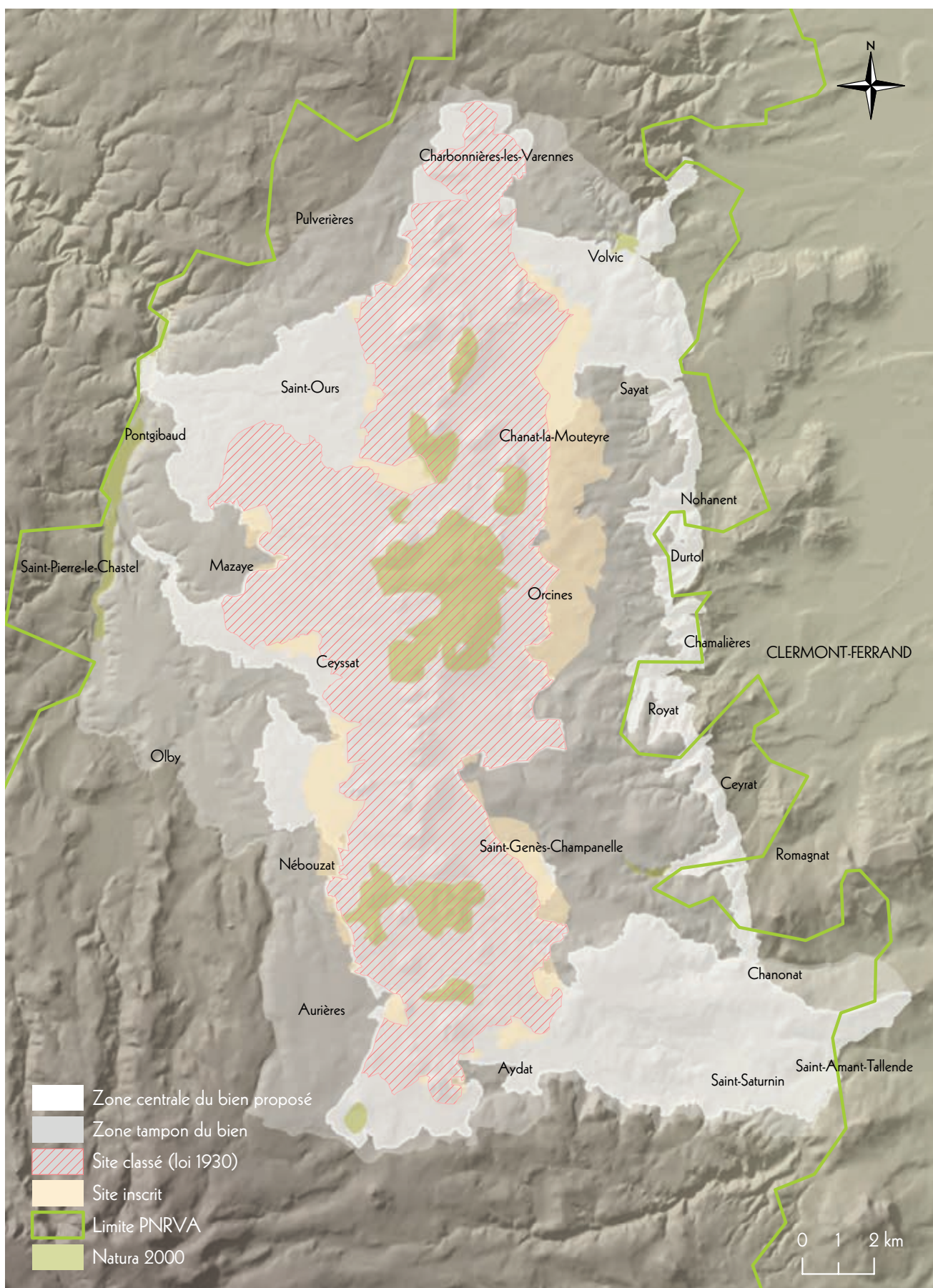
Données clés 2016

SYNTHÈSE

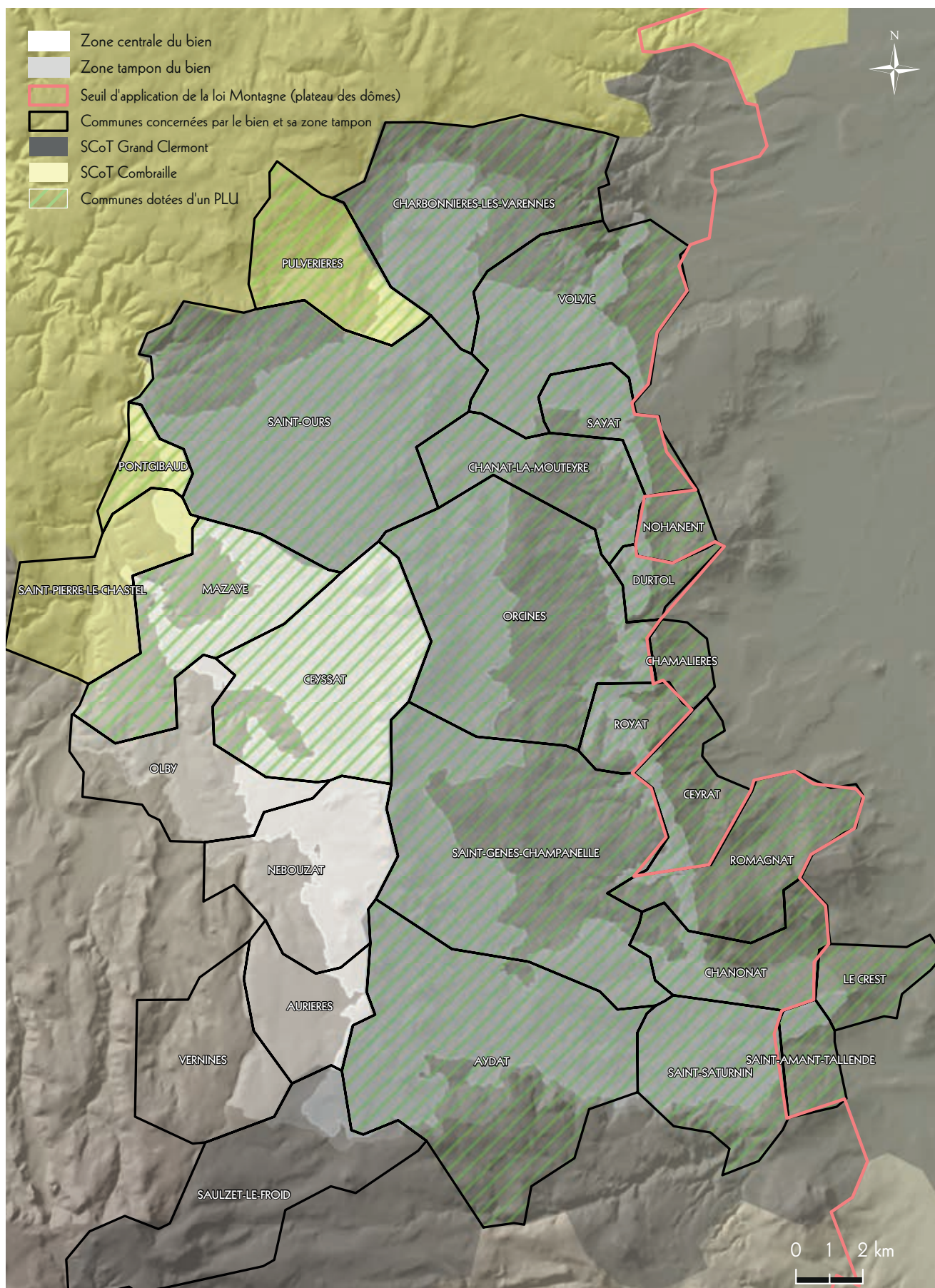
- ▶ Le plan de gestion a identifié différentes menaces auxquelles il entend répondre par l'application simultanée des mesures réglementaires en vigueur ou de dispositifs nouveaux à développer
- ▶ À chaque menace signalée par l'UICN correspond une mesure réglementaire pour la pallier
- ▶ Elle se double également d'orientations strictes définies par le Gouvernement français

CARRIÈRES

Règlements	Dispositions	Conséquences	Perspectives	Objectifs du plan de gestion
Site classé Chaîne des Puys (protection III)	Interdiction de toute création Extension (dans une même emprise) soumise à autorisation ministérielle	Interdiction de toute nouvelle carrière sur la zone couverte par le site classé. Extensions soumises à autorisation ministérielle, mais engagement ferme du ministre à ne pas renouveler les exploitations à échéance des droits existants. De ce fait pas d'extension possible des deux carrières de pouzzolane actives.	Élaboration du schéma régional des carrières qui confirmera les orientations du SCoT et l'engagement ministériel : interdiction d'ouverture de nouvelle carrière, interdiction d'extension et de prolongation de carrières de pouzzolane sur l'ensemble du périmètre Chaîne des Puys - faille de Limagne (bien et zone tampon).	▶ Pas de nouvelle carrière sur le bien. ▶ Fermeture et remise en état écologique des carrières en exploitation. ▶ Assurer sur le long terme l'intégrité des édifices géologiques.
Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du Grand Clermont	Interdiction de toute création de carrière sur les cœurs de nature d'intérêt majeur et les hauts lieux paysagers : Chaîne des Puys, faille, Montagne de la Serre.	Interdiction de toute nouvelle carrière sur les attributs du bien soit une couverture maximale du bien quant à l'interdiction de nouvelles carrières.		
Charte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (protection V)	Contribuer à l'optimisation des modalités d'exploitation du sous-sol et valoriser le patrimoine géologique.	Accompagner les carriers pendant le temps d'exploitation des carrières pour une meilleure prise en compte des milieux naturels et paysagers. Économiser la ressource géologique.		
Schéma des carrières	Interdiction d'ouverture de carrière de pouzzolane sur la Chaîne des Puys.	Aucune nouvelle carrière de pouzzolane en Chaîne des Puys.	—	—
Plan Local d'Urbanisme (PLU)	Traduction à la parcelle des prescriptions des SCoT	Idem SCoT : Interdiction de toute nouvelle carrière sur les attributs du bien.		
Espaces Naturels Sensibles (ENS) (protection V)	Préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels. Sauf exception liée à la fragilité du site, obligation d'ouvrir le site à la visite dans le respect du lieu.	Aucune ouverture de carrière.		



Carte des protections existantes sur le bien proposé pour inscription - © E. Langlois, CERAMAC



URBANISATION

Règlements	Dispositions	Conséquences	Perspectives	Objectifs du plan de gestion
Site classé Chaîne des Puys (protection III)	Encadrement et contrôle du changement d'affectation des sols.	Aucune construction ou travaux d'extension sauf autorisation du ministère de l'environnement.	Maintien du dispositif.	Maîtrise de l'urbanisation dans les espaces déjà dévolus à l'habitat.
Charte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (protection V)	Maîtriser la densité urbaine en privilégiant la localisation des projets dans le tissu urbain existant.	Préservation des espaces naturels et agricoles.	Maintien du dispositif.	Préservation des caractéristiques patrimoniales du site et de « l'esprit des lieux ».
SCoT du Grand Clermont	Préserver les hauts lieux paysagers. Privilégier la densification et la requalification des bourgs, limiter l'extension de l'urbanisation.	Absence de constructions nouvelles dans les espaces agricoles et naturels du bien. Limitation de nouvelles constructions en zone tampon dans les parties déjà urbanisées.	Couverture maximale du périmètre par l'élaboration du SCoT du Grand Sancy (secteur Sud-Ouest du bien) pour compléter les deux SCoT existants.	Préservation des espaces agricoles et naturels pour le maintien de paysages ouverts et de l'intégrité des édifices géologiques.
SCoT des Combrailles	Interdiction de toute construction en site naturel.			
Périmètre d'intervention pour la protection et la mise en valeur des espaces agricoles, naturels et naturels périurbains (PAEN)	Impossibilité de modifier l'affectation des parcelles agricoles et naturelles sauf autorisation spéciale par décret ministériel.	Concentration de la construction sur les espaces déjà urbanisés. Interdiction d'urbaniser les zones agricoles et naturelles couvertes.	Développer un PAEN sur la faille de Limagne.	
Plan Local d'Urbanisme (PLU)	Traduction à la parcelle des mesures préconisées par les SCoT.	Densification de l'habitat sur les zones déjà urbanisées.	Généralisation des PLU actualisés sur l'ensemble du périmètre.	
Natura 2000 (protection IV ou V)	Prise en compte des objectifs de conservation des milieux dans le cadre des plans, programmes et projets.	Préservation des milieux impliquant une préservation des paysages et structures géologiques.	Maintien du dispositif.	
Espaces Naturels Sensibles (protection V)	Préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels. Sauf exception liée à la fragilité du site, obligation d'ouvrir le site à la visite dans le respect du lieu.	Refus de toute urbanisation.	Augmenter le nombre des ENS en fonction de la sensibilité des sites et des mesures de protection dont ils disposent.	



PROGRESSION DU BOISEMENT

Règlements	Dispositions	Conséquences	Perspectives	Objectifs du plan de gestion
Site classé Chaîne des Puy (protection III)	Encadrement et contrôle du changement d'affectation des sols. Consultation de la commission des sites pour tout projet d'exploitation forestière à la parcelle ou à l'échelle d'un « plan simple de gestion » (privé), ou d'un « plan d'aménagement » (public).	Maintien de l'équilibre forêt/pâturage. Adaptation des modes d'exploitation aux fragilités du sol pour éviter l'érosion.	Actualisation du document de cadrage forestière Chaîne des Puy pour clarifier la notion de gestion courante.	Lisibilité des formes géologiques. Protection des paysages et des sols. Protection de l'intégrité des édifices. Maintien d'activités pour les communautés locales.
Charte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (protection V)	Suppression des boisements peu qualitatifs. Préservation des trames écologiques. Valorisation des forêts anciennes.	Maintien de l'équilibre forêt/pâturage. Adaptation des modes d'exploitation aux fragilités du sol pour éviter l'érosion.	Généralisation du dispositif à tout le périmètre (zone cœur et zone tampon).	
SCoT du Grand Clermont	Protéger les boisements de l'escarpement de faille.	Maintien du couvert végétal et de la connectivité écologique. Interdire l'artificialisation de la faille.	Assurer la traduction dans les PLU en cours d'élaboration ou révision.	
Réglementation des boisements	Pour chaque commune, répartition à la parcelle des espaces réservés au boisement et à l'agriculture. Possibilité de définir la nature du boisement (essences...).	Maintien et renforcement de l'équilibre forêt-pâturage.	Actualiser l'ensemble des réglementations des boisements.	
Natura 2000 (protection IV ou V)	Prise en compte des objectifs de conservation des milieux dans le cadre des plans, programmes et projets.	Préservation des milieux impliquant une préservation des paysages et structures géologiques.	Maintien du dispositif.	
Espaces naturels sensibles (protection V)	Préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels. Sauf exception liée à la fragilité du site, obligation d'ouvrir le site à la visite dans le respect du lieu.	Deux sites présents sur le périmètre : adaptation des pratiques aux enjeux du site.	Augmenter le nombre des ENS en fonction de la sensibilité des sites et des mesures de protection dont ils disposent.	



Les boisements tendent à reconquérir l'intérieur et le sommet du puy de Lassolas
© J.-P. Voilhes



PRATIQUES AGRICOLES

Règlements	Dispositions	Conséquences	Perspectives	Objectifs du plan de gestion
Site classé Chaîne des Puys (protection III)	L'autorisation du ministre chargé de l'Écologie est obligatoire pour entreprendre tous travaux susceptibles d'affecter l'état ou l'aspect des lieux.	Construction de bâtiments agricoles soumise à autorisation ministérielle (pour l'instant, le seul projet déposé depuis 2000 a été rejeté – Laschamps).	Maintien du dispositif Projets de réouverture paysagère (en lien avec la protection des sols) privilégié en site classé.	Maintien des activités agricoles pour les communautés locales compatibles avec la préservation de l'intégrité des édifices et des paysages.
Charte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (protection V)	Proposer des produits issus de filière courte, valorisant les ressources et savoir-faire du territoire. Préserver la qualité environnementale par des pratiques agricoles adaptées. Optimiser la gestion du foncier agricole.	Adaptation des modes d'exploitation à l'environnement. Maintenir une ressource économique pour les communautés locales.	Maintien du dispositif.	
Périmètre d'intervention pour la protection et la mise en valeur des espaces agricoles, naturels et naturels périurbains (PAEN)	Impossibilité de modifier l'affectation des parcelles agricoles et naturelles sauf autorisation spéciale par décret ministériel.	Maintien des couverts végétaux.	Elaborer un PAEN sur la faille de Limagne.	
Zone agricole protégée	Tout changement d'affectation ou de mode d'occupation qui altère le potentiel agronomique ou biologique est soumis à avis favorable de la chambre d'agriculture, de la commission départementale d'orientation de l'agriculture.	Préservation du tissu agricole et donc des couverts végétaux.	Développer l'outil sur les plateaux des Dômes.	
SCoT du Grand Clermont	Protéger l'activité pastorale par la protection stricte de zones d'estives ou de pâture et par le maintien des zones de prairie.	Maintien des couverts végétaux herbacés. Maintien de l'ouverture des paysages.	Assurer la traduction dans les PLU en cours d'élaboration ou révision.	
SCoT du Pays des Combrailles	Les zones agricoles à fort intérêt paysager bénéficient d'un zonage agricole inconstructible.			
Natura 2000 (protection IV ou V) Prise en compte des objectifs de conservation des milieux dans le cadre des plans, programmes et projets	Préservation des milieux impliquant une préservation des paysages associés et structures géologiques. Absence d'urbanisation.	Maintien du dispositif.	—	
Espaces naturels sensibles (protection V)	Préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels. Sauf exception liée à la fragilité du site, obligation d'ouvrir le site à la visite dans le respect du lieu.	Deux sites présents sur le périmètre : adaptation des pratiques agricoles aux enjeux du site.	Augmenter le nombre des ENS en fonction de la sensibilité des sites et des mesures de protection dont ils disposent.	



CIRCULATION DES VEHICULES				
Règlements	Dispositions	Conséquences	Perspectives	Objectifs du plan de gestion
Site classé Chaîne des Puys (protection III)	Création de chemins soumis à autorisation ministérielle.	Création ou d'élargissement de voirie soumis à autorisation ministérielle.	Maintien du dispositif.	Une circulation canalisée des véhicules à moteur sur des parcours adaptés et existants.
Charte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (protection V)	Maîtriser les conditions de circulation des véhicules motorisés de loisirs sur les sites où les risques d'atteinte à la richesse écologique et paysagère sont avérés (cartographie existante dans la charte du Parc).	Accompagnement par le parc des communes afin d'interdire la circulation motorisée sur des voiries inadaptées.	Généraliser les schémas de circulation et les arrêtés de police municipale sur la réglementation de la circulation motorisée de loisirs.	
Loi 91-2 du 3 janvier 1991	Interdiction de toute circulation hors piste. Possibilité donnée aux maires de réglementer la circulation motorisée de loisirs sur les chemins en milieu naturel.	Interdiction de toute circulation hors piste. Réglementation possible de la circulation motorisée.		



Vue sur le sud de la Chaîne des Puys depuis le sommet de puy de Dôme
© G. Michau

FRÉQUENTATION TOURISTIQUE				
Règlements	Dispositions	Conséquences	Perspectives	Objectifs du plan de gestion
Site classé Chaîne des Puy (protection III).	Interdiction de création de camping, caravaning. Interdiction d'affichage et publicité. Possibilité d'initier une Opération Grand Site (outil de maîtrise et gestion de la fréquentation).	Protection contre toute altération du paysage et des milieux formant ce paysage.	Maintien du dispositif.	Préservation des formes géologiques de toute altération.
Loi Montagne (Unité Touristique Nouvelle).	Création ou extension d'unités touristiques soumises à autorisation du préfet de région.	Limiter/contrôler strictement l'implantation d'unités touristiques.	Maintien du dispositif.	Limiter les nouvelles implantations touristiques aux espaces consacrés en zone tampon.
Charte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (protection V)	Structurer une offre touristique durable. Développer la découverte itinérante et la mobilité douce touristique.	Orienter le tourisme vers des sites adaptés. Rendre les visiteurs responsables des sites visités. Charte Européenne du Tourisme Durable (label obtenu et renouvelé).	Formation accrue des prestataires touristiques. Evolution des produits touristiques. Projet de territoire en lien avec la gestion de sites naturels habités.	Responsabilisation des acteurs du tourisme. Compréhension du fonctionnement des sites naturels et des usages et accueil en lien.
SCoT du Grand Clermont	Se doter d'une stratégie globale de la Chaîne des Puy : renforcer les sites d'accueil et muséographiques existants. Valoriser des pôles touristiques complémentaires et établir un maillage entre eux.	Stratégie globale définie dans l'axe II du plan de gestion (Cf. : fiche tourisme). Assurer aussi la diffusion du tourisme hors Chaîne des Puy - faille de Limagne.	Maintien du dispositif.	Une fréquentation du tourisme répartie sur le site selon les niveaux d'aménagement et diffusée hors du périmètre Chaîne des Puy - faille de Limagne (géotourisme)
SCoT du Pays des Combrailles	Développement ciblé du tourisme sur la vallée de la Sioule (hors périmètre Chaîne des Puy - faille de Limagne).	Diffusion du tourisme hors du périmètre Chaîne des Puy - faille de Limagne.	Maintien du dispositif.	
Natura 2000 (protection IV ou V)	Prise en compte des objectifs de conservation des milieux dans le cadre des plans, programmes et projets.	Prise en compte de la sensibilité des milieux dans le tracé des sentiers.	—	—
Espaces Naturels Sensibles (protection V)	Préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels. Sauf exception liée à la fragilité du site, obligation d'ouvrir le site à la visite dans le respect du lieu.	Organisation de l'accueil du public par une canalisation des visiteurs et un fort porter-à-connaissance.	Augmenter le nombre des ENS en fonction de la sensibilité des sites et des mesures de protection dont ils disposent.	Des sites naturels adaptés à l'accueil du public dans le respect des milieux naturels, des paysages.



Trail de Vulcain dans la Chaîne des Puy
© PNRVA

ACTIVITÉS SPORTIVES EN MILIEU NATUREL

Règlements	Dispositions	Conséquences	Perspectives	Objectifs du plan de gestion
Charte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (protection V)	Développer les pratiques éco-responsables au sein des activités de pleine nature.	Adaptation des pratiques au regard de la sensibilité patrimoniale des milieux.	Maintien du dispositif.	Protection du milieu naturel, des paysages.
Espaces Naturels Sensibles (protection V)	Préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels. Sauf exception liée à la fragilité du site, obligation d'ouvrir le site à la visite dans le respect du lieu.	Organisation de l'accueil du public par une canalisation des visiteurs et un fort porter-à-connaissance. Pas de pratiques de sports mécanisés.	Augmenter le nombre des ENS en fonction de la sensibilité des sites et des mesures de protection dont ils disposent.	

RÉSEAUX AÉRIENS DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

Règlements	Dispositions	Conséquences	Perspectives	Objectifs du plan de gestion
Site classé Chaîne des Puy (protection III)	Toute création de ligne doit faire l'objet d'une demande d'autorisation ; enfouissement préconisé.	Limiter l'impact paysager des réseaux.	Renforcement du traitement paysager des réseaux aériens existants.	Diminution de l'impact paysager des réseaux. Absence de création de nouveaux réseaux aériens.
Charte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (protection V)	Promouvoir les économies d'énergie et maîtriser la production d'énergies renouvelables.	Aucune implantation d'éoliennes dans le périmètre Chaîne des Puy - faille de Limagne (disposition intégrée dans le schéma régional éolien).		

Limites du bien et de la zone tampon

Extraits du rapport UICN 2014 :

« Les limites du bien proposé comprennent plus de 90% des caractéristiques volcaniques de la Chaîne des Puys, y compris toutes les caractéristiques principales susceptibles d'attirer l'attention du public et de la communauté scientifique. Les limites tiennent également compte des droits sur les bâtiments, des droits de gestion locaux et autres pratiques et traditions en matière d'utilisation des sols. Les limites s'appuient sur les règlements de protection à trois volets de la charte du PNRVA, le plan de gestion cohérent du Grand Clermont et la classification du site selon la loi française de 1930 relative aux sites et monuments naturels. Les limites sont extrêmement complexes et peuvent être difficiles à utiliser en pratique.

La zone tampon est clairement indiquée sur les cartes mais elle n'est pas facile à identifier sur le terrain. Elle sert à simplifier les limites là où le plan de gestion est appliqué. Certains points de vue clés qui ont été visités durant la mission sur le terrain se trouvent en dehors du bien et de sa zone tampon. Une zone tampon centrale bizarrement configurée relie la chaîne des volcans à la faille de Limagne. Il y a une petite zone tampon sud-ouest et les deux autres zones tampons encerclent essentiellement le bien en une forme grossière de « C ». La zone tampon augmente le nombre de communes participantes en tant qu'acteurs de gestion du bien, mais sa fonction du point de vue de la fourniture d'une protection efficace n'est pas claire. La conception de la zone tampon n'est pas pleinement efficace pour fournir une protection large et consistante du bien proposé. » (page 76 du rapport en français)

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- Un travail de délimitation qui suit scrupuleusement les indications des textes de référence
- Zone tampon et zone cœur du bien se distinguent nettement sur le terrain du fait de leurs différences morphologiques marquées
- Les principaux objectifs de la zone tampon sont la préservation des points de vue, la gestion des abords immédiats du bien et la confortation des espaces et activités agricoles
- Ces objectifs impliquent d'inclure la totalité du Plateau des Dômes et de la faille de Limagne, soit une trentaine de communes

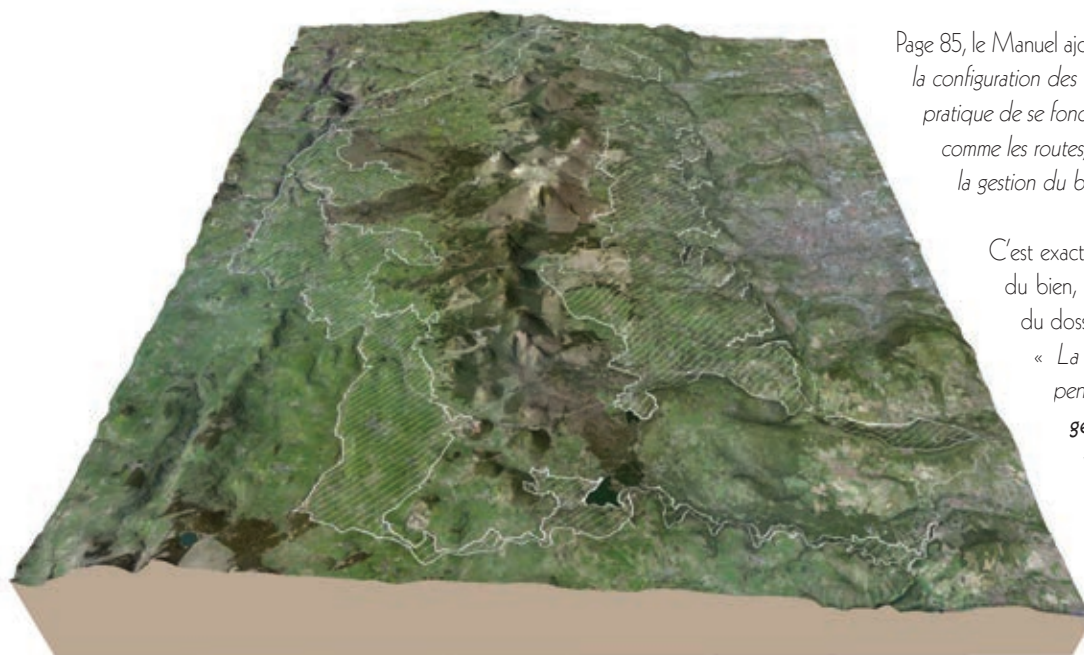
Compléments d'information concernant la délimitation du bien

Dans la délimitation du tracé du bien comme de sa zone tampon, l'équipe projet a scrupuleusement suivi les indications des Orientations dans ses paragraphes 99 à 107, comme celles du Manuel de référence *Établir une proposition d'inscription au patrimoine mondial* dans ses pages 84 à 89.

1 – Les limites de la zone cœur

Pour ce qui concerne les limites de la zone cœur, il est ainsi spécifié page 84 du Manuel :

« Les limites qu'il est proposé d'adopter pour le bien doivent contenir tous les attributs et caractéristiques qui lui confèrent une valeur universelle exceptionnelle virtuelle. Des limites incluant des aires sans rapport avec cette valeur seraient inappropriées. À l'inverse, il ne conviendrait pas non plus qu'elles excluent des aires comprenant des attributs ou des caractéristiques qui transmettent la valeur universelle exceptionnelle virtuelle. »



Page 85, le Manuel ajoute « Dans bien des cas, le tracé épousera la configuration des lieux, et parfois du relief. Il peut aussi être pratique de se fonder sur des éléments construits par l'homme comme les routes, qui jouent souvent un rôle essentiel pour la gestion du bien. »

C'est exactement ce qui a précédé aux délimitations du bien, comme cela est expliqué pages 40 à 42 du dossier d'inscription :

« La délimitation du bien proposé a été pensée de manière à **inclure tous les attributs géologiques et paysagers constituant la valeur universelle exceptionnelle virtuelle de l'ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys et de la faille de Limagne sur la base des critères (vii) et (viii) du patrimoine mondial** ; comme d'en **assurer la protection**. »

Le fond relief orthophotographique permet de saisir la logique des différentes délimitations
© E. Lanlois, CERAMAC d'après Centre régional Auvergnat de l'information géographique (CRAIG)

Ainsi, le bien comprend :

- ▶ Le haut du rejet de la faille de Limagne qui détache le plateau des Dômes, substratum de la Chaîne des Puys, de la plaine adjacente [...] ;
- ▶ Les quelque 80 volcans monogéniques formant l'alignement Nord-Sud de la Chaîne des Puys ;
- ▶ Les cinq grandes coulées de la Chaîne des Puys [...] ;
- ▶ Le relief inversé de la Montagne de la Serre [...] ;
- ▶ Les lacs de barrage d'Aydat et la Cassière, montrant l'impact du volcanisme sur la topographie préexistante. »

Ces éléments géologiques très caractéristiques se détachent clairement sur le terrain, et il n'est pas possible de les confondre avec la zone tampon adjacente qui ne présente pas la même morphologie. Les limites du bien sont fondées sur des critères géologiques qui trouvent leur traduction dans le paysage, généralement marqué par des ruptures de pentes (pentes des volcans ou de la faille) ou des différenciations de nature de sols tels que les chaos des coulées. Les parties planes et bâties constituent pour l'essentiel la zone tampon.

De plus, il est important de noter que si l'alignement et les coulées volcaniques représentent environ 73% de la surface totale du bien, ils sont associés à des éléments tectoniques et géologiques essentiels dans le dossier. **Le rapport d'évaluation de l'UICN comporte une omission importante concernant les autres grandes composantes de l'ensemble tectono volcanique.** Outre l'alignement de la chaîne volcanique, **les autres grandes composantes de l'ensemble tectono volcanique sont** : la faille de Limagne (7,41%), le socle ancien (12,31 %) et le relief inversé de la Montagne de la Serre (6,87%). **Or, si l'on ne prend pas en compte ces éléments, on ne peut en effet pas comprendre la logique de la zone tampon « centrale » qui relie ces différents attributs.**

2 – Les limites de la zone tampon

Concernant la zone tampon, il est indiqué page 86 du Manuel de référence que « *tout bien du patrimoine mondial nécessite des mesures de protection et de gestion s'appliquant à des activités qui lui sont extérieures, y compris celles qui ont pour cadre ses abords immédiats.* »

En précisant « *La zone tampon peut être une aire neutre qui ne présente aucune des caractéristiques liées au bien proposé pour inscription. Mais ce peut être aussi une aire qui comporte des caractéristiques physiques ou autres (par exemple, économiques, juridiques, fonctionnelles, visuelles ou environnementales) qui confortent celles du bien lui-même. Elle peut déterminer l'approche physique du bien et jouer un rôle important dans la définition des perspectives visuelles vers ou depuis l'aire proposée pour inscription. Elle peut participer notamment à la protection des systèmes naturels plus généraux dont dépend le bien (comme l'aire de captage d'un cours d'eau), ou être liée à la gestion de pressions en rapport avec l'afflux de visiteurs ou une utilisation industrielle (si elle inclut par exemple les routes adjacentes et les aires de stationnement aux abords du bien).* »

L'article « Patrimoine et zone tampon » (WH Papers n°25, UNESCO, 2009) illustre bien l'esprit de la zone tampon :

« *There are two important dimensions to buffering World Heritage properties and other protected areas. The first is the need to protect the values of the property from threats that originate outside its boundaries, thus enhancing its integrity.*

[...] The second dimension is to create linkages between a protected area and the wider area that surrounds it. »¹

À l'Est et à l'Ouest les limites externes de la zone tampon permettent à celle-ci de s'étendre sur la totalité d'un espace identifié géographiquement comme le plateau des Dômes, dont les limites sont physiquement marquées par la forte rupture de pente de la faille à l'Est, et par la profonde vallée de la Sioule à l'Ouest.

1 - « Il y a deux dimensions importantes au fait de mettre en place des zones tampons sur les sites du patrimoine mondial.

La première concerne la nécessité de protéger les valeurs des sites de menaces extérieures et d'en améliorer ainsi leur intégrité.

[...] La deuxième dimension est de pouvoir créer des liens entre un secteur protégé et la zone plus large qui l'entoure. »

Ces deux éléments morphologiques marquants constituent des limites à la fois physiques, administratives et géographiques bien identifiées. Le plateau des Dômes constitue une unité agricole fortement liée à l'activité pastorale située sur les attributs du bien.

Au Nord et au Sud, les limites externes de la zone tampon sont principalement constituées des crêtes qui délimitent des perspectives visuelles qualitatives sur le bien. À noter qu'au Nord-Est, le tracé de la zone tampon s'est appuyé sur celui de l'autoroute de Bordeaux – Lyon qui crée de fait une rupture spatiale marquée.

Cette délimitation logique répond à des fonctions précises, conformément aux instructions du Manuel de référence, à savoir :

- ▶ Inclure toutes les caractéristiques de la VUE (critères (vii) et (viii)) dans le périmètre du bien, mais rien qu'elles, d'où une zone tampon qui les encercle et inclut les communes concernées par le périmètre du bien ou ayant un enjeu fort sur sa perception² ;
- ▶ Préserver les attributs géologiques et paysagers constitutifs de cette VUE (Chaîne des Puys, faille de Limagne et Montagne de la Serre) par la gestion des abords immédiats et la protection des principaux points de vue en tenant compte des ruptures de pente et des perspectives visuelles vers ou depuis le bien ;

2 - Sur les 30 communes du périmètre, une seule n'est concernée que par la zone tampon. Les 29 autres sont recouvertes en tout ou partie tant par le bien que la zone tampon.

► **Conforter les espaces et les activités agricoles** et maintenir/rétablir la lisibilité des lignes de piémont et des parties sommitales volcaniques de la Chaîne des Puys notamment par la **protection des zones d'estives et de leurs sièges d'exploitation** ;

► Conserver les **ouvertures visuelles d'Est en Ouest** entre la Chaîne des Puys et l'escarpement de la faille de Limagne grâce au **maillage de clairières agricoles** ;

► **Mettre en valeur les promontoires de la ligne de faille** en tant qu'espaces de belvédères et **maintenir ouvert les rebords de plateaux** afin de permettre des vues lointaines et d'assurer la lisibilité des reliefs ;

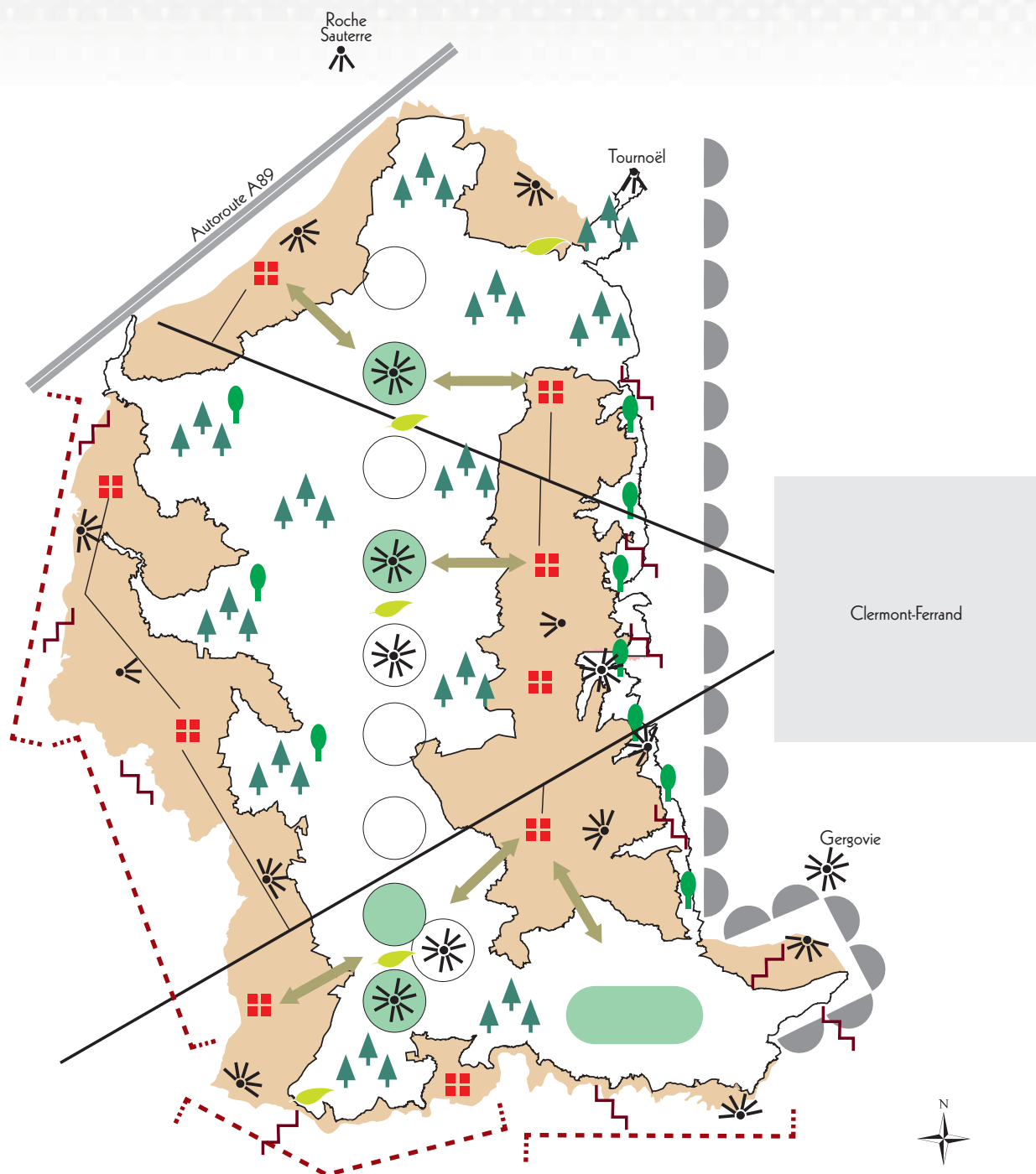
► Permettre la **mise en œuvre des mesures de gestion**, dont nombre sont liées à des activités agropastorales à cheval entre le bien et le plateau agricole adjacent (zone tampon), créant une étroite dépendance entre ces zones ;

► Comporter les **principales « portes d'entrée » sur le bien**, dont les routes adjacentes et les stationnements aux abords du bien. Ces portes d'entrées constituent en effet des composantes importantes de la préservation du bien : gestion des flux, communication, mise en valeur paysagère ;

► Garantir une **bonne intégration paysagère des constructions et/ou réhabilitations** dans les **espaces d'urbanisation à maîtriser** ;

► Protéger les **espaces de biodiversité et de trame écologique**.

Le fossé d'Olby, à l'Est du bien, crée une rupture de pente marquant le changement d'unité géographique
© J. Way/Cd63



- Limite du bien proposé
- Limite de la zone tampon
- Autoroute
- Changement d'unité géographique
- Volcans
- Zones d'estive
- Ruptures de pentes majeures
- Zone à enjeux écologiques
- Points de vue à préserver depuis et vers le bien

Une emprise routière concentrée sur la zone tampon :

- Axe prioritaire et portes d'entrée
- Axe secondaire

- Habitat concentré autour de bourgs anciens
Objectif : limitation de l'emprise des constructions / maintien des parcelles agricoles

- Interdépendance des activités agricoles de la zone tampon et des estives

- Résineux } Les forêts soulignent ou estompent les formes géologiques
 Feuillus } **Objectif :** concentrer la forêt sur les pentes, les coulées et l'escarpement de faille

- Urbanisation contenue au pied de la faille et du relief inversé

Diagramme chorème modélisant les enjeux et logiques ayant déterminé la délimitation de la zone tampon
© E. Langlois, CERAMAC, d'après Cd63

Pour la **partie enclavée** entre les grandes composantes du bien (faille et alignement volcanique), il s'agit d'un **espace de jonction** qui, **sans justifier une valeur universelle exceptionnelle, participe à la mise en valeur du bien et à sa préservation**. En effet, les liens étroits existants entre le bien et cette zone tampon impliquent que toute évolution non maîtrisée sur la zone tampon aurait des conséquences sur le bien lui-même par une pression accrue des pratiques humaines. Dès lors, le plan de gestion concerne également la zone tampon quant à la maîtrise de l'urbanisme, au maintien d'un tissu agricole et au soutien du pastoralisme.

Par ailleurs, le fait que « certains points de vue clés qui ont été visités durant la mission sur le terrain se trouvent en dehors du bien et de sa zone tampon » tels que le plateau de Gergovie ou la Roche Sauterre, s'explique très logiquement. Comme tout paysage, l'ensemble tectono-volcanique est perceptible à des échelles différentes, de façon globale ou plus intimiste suivant le positionnement de l'observateur. Ces points de vue, **non-adjacents au bien**, sont **séparés soit par des zones urbaines, soit par une autoroute**, et ne sauraient donc constituer des zones tampon ni même un cadre distant tels que pensés dans les Orientations. Néanmoins, les principaux points de vue extérieurs bénéficient de **mesures de protection adéquates**, comme cela avait été évoqué lors de la mission de terrain.

Le plateau de Gergovie est ainsi inscrit au titre des Monuments Historiques (partie sommitale) pour une surface d'environ 99 ha, ainsi qu'au titre des Sites et Monuments Naturels (loi 1930) pour une surface d'environ 115 ha (coteaux Nord et partie sommitale). Il fait de plus l'objet d'une procédure de classement aux mêmes titres pour renforcer et étendre ces protections. Cette protection établit un périmètre de protection de 500 mètres de rayon autour du site afin de préserver les covisibilités et le cadre paysager du site.

Quant à la Roche Sauterre, elle est identifiée comme « site paysager majeur » par le schéma de cohérence territoriale (SCoT) du pays des Combrailles. Ce sont ainsi des « points de repères importants dans le paysage, qui aujourd'hui sont encore vierges de toutes constructions et doivent être totalement protégés. L'objectif est de les maintenir inconstructibles ».



Point de vue extérieur de la Roche Sauterre, séparé du bien par le tracé de l'autoroute Bordeaux - Lyon
© A. Leroy

Enfin, l'inclusion dans la délimitation des 30 communes concernées par le bien ou la zone tampon, quel que soit le niveau de couverture du territoire communal, est un élément essentiel à la préservation du bien dans son ensemble. En effet, la participation des représentants de ces collectivités à la commission locale et l'association des populations aux réunions d'information territoriale, sont fondamentales pour la sensibilisation à la préservation du bien auprès de ses premiers usagers.

3 – Le rôle de la zone tampon dans la protection du bien

Comme décrit ci-dessus, la zone tampon ne comprend pas les attributs du bien (situés dans la zone cœur) mais inclut l'ensemble géographique et géomorphologique appelé « plateau des Dômes » qui constitue un **espace agricole et faiblement habité intimement lié à l'activité pastorale et touristique** de la zone cœur.

Cet espace joue ainsi trois fonctions fondamentales dans la protection et la gestion du bien :

- ▶ Premièrement, ses prairies agricoles constituent pour l'activité d'élevage un **espace complémentaire et fonctionnellement lié aux zones d'estives** situées sur les puys. En empêchant la fermeture des paysages et des têtes de puys, le pastoralisme constitue un outil indispensable pour maintenir la visibilité et lisibilité des formes géologiques qui fondent la VUE (Cf. fiche visibilité des puys et pastoralisme, page 243). La préservation des zones de pâturage et de fauche de ce plateau (qui accueille également le siège des exploitations), constitue un élément indispensable à l'existence de troupeaux en nombre suffisant pour répondre aux besoins du site.
- ▶ Deuxièmement, par sa grande surface plane et ouverte, aux abords bien délimités et sur laquelle vient s'aligner les volcans de la Chaîne des Puys, il joue un **rôle paysager fondamental** dans le site. Depuis les principaux points de vue, son **homogénéité et sa planéité** permettent en effet de **distinguer**

La zone tampon constitue un espace agricole faiblement habité qui ne présente pas les mêmes valeurs géologiques et paysagères que le bien mais en préserve les abords et principaux points de vue
© J. Way/Cd63

remarquablement les attributs géologiques qui le jouxtent ou s'y superposent en venant rompre cette étendue (rupture de pente de la faille, alignement proéminent des volcans). De même, le contraste de couleur et de texture entre ces prairies et les coulées boisées met fortement en valeur ces dernières. Enfin le caractère très ouvert de cet espace situé aux abords immédiats du bien permet de dégager des perspectives variées. **Le maintien des prairies du plateau et la maîtrise de son urbanisation constituent donc un enjeu paysager important** pour le plan de gestion.

► Troisièmement, situé aux abords immédiats du bien, il joue un rôle crucial dans la **gestion de la fréquentation et l'accueil du public**, à travers ses villages et hameaux. En effet, il permet **l'implantation des facilités** destinées aux visiteurs (restauration, hébergement...) et la **desserte des départs de randonnée** sans affecter l'intégrité des attributs géologiques.

Il apparaît enfin indispensable de souligner que les communautés locales (propriétaires, exploitants agricoles, habitants, hébergeurs...) ont été fortement associées au projet et à sa gestion. Elles résident dans les villages dispersés dans la zone tampon. Il existe donc également une relation viscérale entre ses habitants et le site.



Conclusion

La délimitation de la zone cœur et de la zone tampon a été réalisée en suivant scrupuleusement les instructions des *Orientations*. Elle s'appuie à la fois sur des éléments physiques et géomorphologiques (limites des principaux attributs géologiques, ruptures de pente, lignes de crêtes, unités paysagère...) et les enjeux de protection et de gestion (fonctionnalités agricoles et touristiques, limites des protections réglementaires).

Conformément aux attendus des *Orientations*, la zone tampon comprend les espaces qui ne comportent pas de VUE intrinsèque, mais qui, par leurs fonctionnalités agricole et touristique ou leurs rôles paysager, nécessitent une attention et des actions particulières des gestionnaires.

Chapitre 2

Un bien naturel habité dont l'intégrité est préservée

Ce deuxième chapitre démontre que le bien est faiblement habité et que l'intégrité des attributs constitutifs de sa valeur universelle exceptionnelle est préservée.

- ▶ Urbanisation et moyens d'action
- ▶ Les réalités de l'érosion
- ▶ Gestion actuelle et fermeture programmée des carrières
- ▶ Infrastructures du puy de Dôme



Urbanisation et moyens d'action

Extraits du rapport UICN 2014 :

« Environ 30 communes se trouvent dans les limites du bien (environ 4 000 habitants) et **plus de 25 000 habitants** vivent dans les zones tampons. Ces villages sont recherchés comme **sites résidentiels et retraites de vacances et de week-ends**. Ces utilisations de longue date génèrent des impacts sur les valeurs naturelles du bien et son intégrité, et le paysage du bien n'est pas principalement naturel mais résulte plutôt de l'association de valeurs naturelles et culturelles. » (page 77 du rapport en français)

« L'urbanisation et la croissance de Clermont-Ferrand. On constate en particulier les **pressions sur la faille de Limagne, ses forêts et ses zones de végétation** qui est **séparée du paysage environnant par des zones urbaines et des routes**. »

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ Un site faiblement urbanisé : 4000 habitants en zone cœur (16 hab/Km²) et moins de 21 000 habitants en zone tampon, avec une situation géographique et climatique difficile limitant son attrait résidentiel
- ▶ Des protections effectives en place et adaptées aux enjeux propres à chaque secteur : inconstructibilité sur les principaux attributs du bien, urbanisation limitée en continuité des villages existants sur la zone tampon
- ▶ En conséquence, une urbanisation qui est aujourd'hui contenue : légère baisse de la population sur le bien et faible taux de résidences secondaire (8,7%)

Commentaires et analyse de la situation existante

1 – Une présence humaine très faible en zone cœur et modérée en zone tampon

À l'instar de nombreux biens naturels inscrits au patrimoine mondial, l'ensemble Chaîne des Puys - faille de Limagne voisine un bassin de vie urbain (282 675 habitants dans l'agglomération de Clermont-Ferrand au dernier recensement INSEE). Pour autant, pour des raisons tant géographiques, climatiques, économiques et réglementaires, le bien proposé demeure peu habité et l'urbanisation y est minime dans la zone cœur.

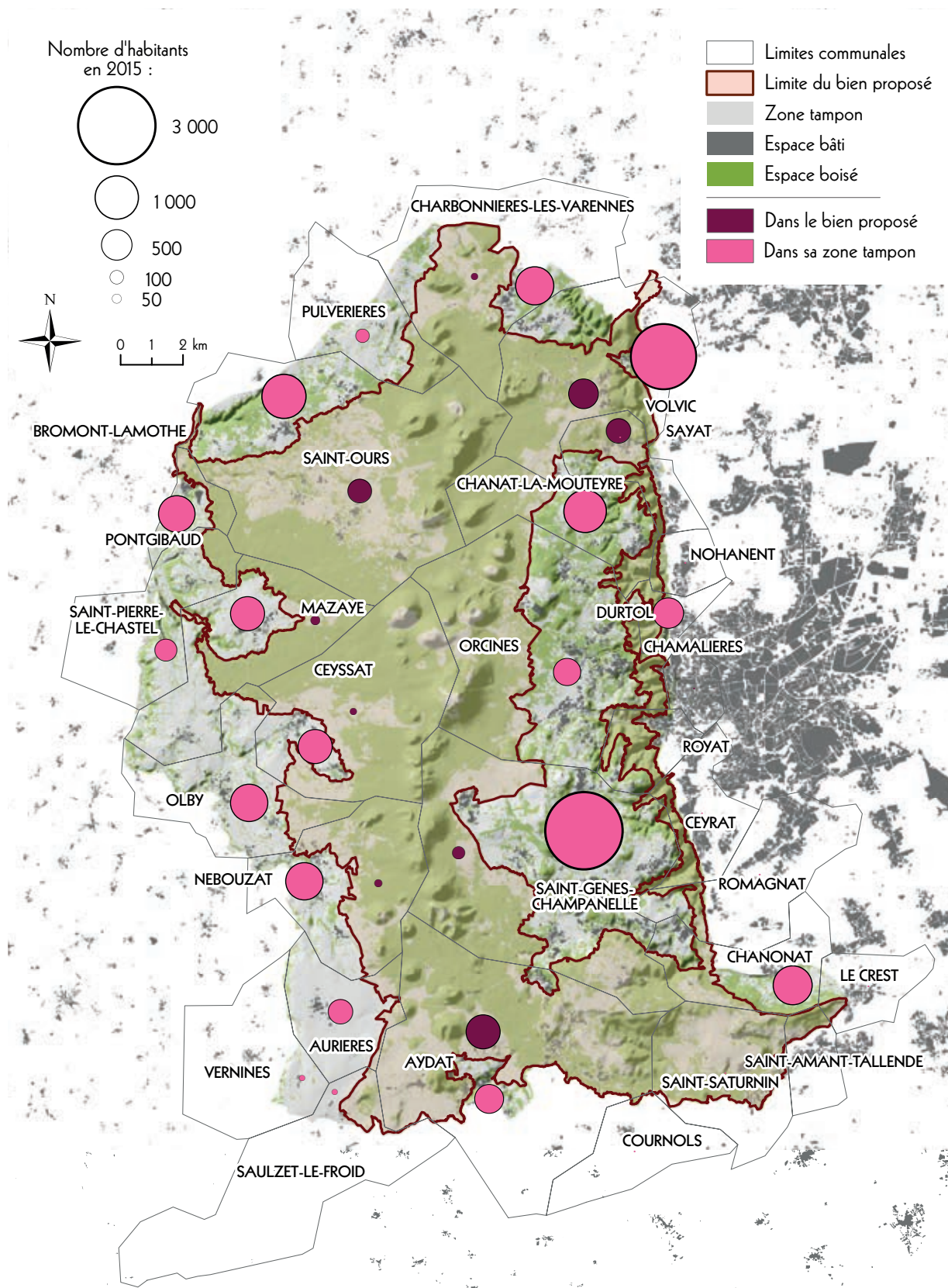
Par ailleurs, des sites volcaniques inscrits tels que l'Etna ou le Teide, qui bien qu'entourés de bassins de vie nettement plus importants (1 090 101 habitants dans l'agglomération de Catane et 908 555 habitants sur l'île de Tenerife), ont fait la preuve qu'il était possible de concilier intégrité des édifices géologiques et gestion de l'urbanisation voisine.

Il convient ainsi de relativiser et donner la réalité des chiffres de population sur le bien concerné, qui ne sont pas de « **plus de 25 000 habitants dans les zones tampons** » comme écrit dans le rapport d'évaluation UICN, mais de **20 919** d'après le dernier recensement de l'INSEE (2015)¹ superposé à la carte du bien, soit près d'un quart de moins et une densité de 128 hab/km². La zone cœur est pour sa part très faiblement peuplée avec 3 953 habitants soit 16 hab/km².

1 - <http://www.insee.fr/fr/ppp/bases-de-donnees/recensement/populations-legales/departement.asp?dep=63>

 Faille de Limagne et Chaîne des Puys vues depuis le centre de Clermont-Ferrand
© Cd63





Répartition de la population dans le bien et la zone tampon : les plus fortes concentrations n'excèdent pas 3 000 personnes, attestant du caractère rural de cette zone
© E. Langlois, CERAMAC

2 – Une attractivité de villégiature modérée

Avec 8,7 %, le taux de résidence secondaire² sur le plateau des Dômes est ainsi **inférieur à la moyenne départementale (10%) et nettement moins élevé que celui des territoires ruraux voisins (Grand Sancy : 44,21 % ; Combraille : 17,89 %)**. Il est donc nécessaire de tempérer l'affirmation selon laquelle ces villages sont recherchés comme sites résidentiels et retraites de vacances et de week-ends.

3 – Une pression urbaine contenue

On constate sur la zone tampon (plateau des Dômes) une tendance à la **déperdition de population** au regard des chiffres INSEE 2008³ qui donnaient 23 575 personnes pour les mêmes zones, alors même que l'agglomération de Clermont-Ferrand poursuit sa croissance. Ces évolutions montrent que le phénomène de périurbanisation impacte peu le plateau des Dômes et se concentre principalement à l'Est et au Sud de Clermont-Ferrand (bassin de la Limagne), soit à plusieurs kilomètres du bien. Ces zones de plaine et de vallons présentent des conditions morphologiques et climatiques plus propices à l'habitat que la Chaîne des Puys - faille de Limagne (les plateaux de la zone tampon se situent à une altitude de 700 à 1000 mètres et présentent des conditions climatiques rigoureuses (neige, brouillard givrant...), qui diminuent leur attrait en termes d'habitat).



La faille de Limagne constitue une barrière topographique naturelle contre l'urbanisation
© J. Way/Cd63

Les chiffres montrent par ailleurs que « les pressions sur la faille de Limagne, ses forêts et ses zones de végétation » sont parfaitement contenues puisque **sur les principales portions de l'escarpement** (Nohanent, Durtol, Chamalières, Royat, Ceyrat, Romagnat et Chanonat), **le nombre d'individus recensés s'élève à 3 personnes** (Chamalières). Enfin, il convient de rectifier le fait que la faille de Limagne soit « séparée du paysage environnant par des zones urbaines et des routes ». La faille de Limagne est séparée de la Chaîne des Puys par une **zone rurale et villageoise** (Est du plateau des Dômes) qui **constitue l'une des principales zones tampons du bien**, siège de plusieurs exploitations agricoles (voir fiche Limites du bien et de la zone tampon, page 169).

2 - Source Observatoire départemental de l'habitat et des territoires du Puy-de-Dôme, janvier 2015.

3 - http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=16995



Le bien et sa zone tampon sur fond orthophotographique : parcelles boisées et agricoles sont largement majoritaires sur l'ensemble tectono-volcanique
 © E. Lanlois, CERAMAC d'après Centre régional Auvergnat de l'information géographique (CRAIG)

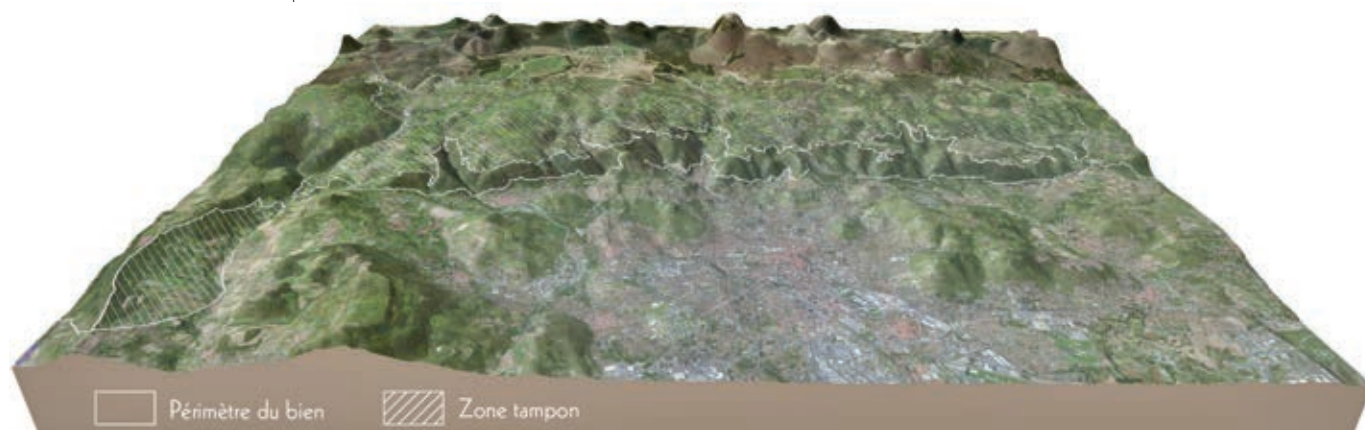
Outils existants/perspectives

Si la question de l'urbanisation et les pressions physiques qu'elle peut entraîner constituent une menace potentielle pour laquelle il convient d'être vigilant, elle demeure relativement faible et contrôlée. Le plan de gestion vise à maintenir cet état de fait en s'appuyant sur les outils existants et en mettant en place des mesures complémentaires.

1 – Une réglementation très contraignante et dissuasive

Plusieurs outils législatifs, réglementaires et contractuels limitent d'ores et déjà l'urbanisation sur le bien proposé et sa zone tampon. Les différents outils (détaillés dans la fiche sur les mesures réglementaires, page 137), offrent des protections différenciées qui sont adaptées aux enjeux de chaque attribut du site :

- ▶ Sur l'alignement volcanique et ses principales coulées, la reconnaissance nationale et protection en site classé loi de 1930 **interdit toute construction** ;
- ▶ Sur la faille de Limagne et la Montagne de la Serre, la charte du Parc et le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) posent un principe de préservation du caractère naturel de ces « cœurs de nature ». Le plan de gestion prévoit de renforcer ces protections en entérinant sur le long terme l'**inconstructibilité** de ces deux zones à travers la mise en place de nouvelles protections réglementaires, les périmètres de protection et de mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains (PAEN). Les **Zones Agricoles Protégées (ZAP)** sont également un outil déjà testé à Volvic et qu'il serait possible de développer, car elles ont pour effet de **protéger durablement l'espace agricole** en périphérie de zones bâties. Une utilisation autre qu'agricole devient exceptionnelle. Elle s'impose aux documents d'urbanisme comme servitude d'utilité publique ;
- ▶ Sur le plateau des Dômes, en zone tampon, les documents d'orientations (SCoT et charte du Parc), leur déclinaison opérationnelle (Plans Locaux d'Urbanisme, PLU), ainsi que la loi Montagne **limitent strictement les possibilités d'extension de l'urbanisation** en définissant à la parcelle la constructibilité et en privilégiant des extensions modérées des villages existants.



Bloc diagramme sur fond relief orthophotographique qui permet de juger de l'intégrité de la faille, de la Montagne de la Serre et de l'alignement volcanique, inconstructibles et exempts de tout bâti

© E. Lanlois, CERAMAC d'après Centre régional Auvergnat de l'information géographique (CRAIG)



Exemple de bourg typique qui constitue le bâti dans la zone tampon
© H. Monestier

2 – Un objectif : des documents d'urbanisme qui préservent la VUE

Doter toutes les communes du périmètre d'un document d'urbanisme

Afin d'avoir une couverture totale en documents d'urbanisme, il convient d'élaborer et accompagner la réalisation et la mise en application du SCoT du pays du Sancy qui concerne la partie Sud-Est du périmètre Chaîne des Puys - faille de Limagne. De même, les deux dernières communes non dotées d'un document d'urbanisme ont entamé les démarches en ce sens, bien que la loi Montagne limite cependant d'ores et déjà aujourd'hui les possibilités d'urbanisation.

Sur l'ensemble du périmètre Chaîne des Puys - faille de Limagne, onze PLU sont en cours d'élaboration, quatre en cours de révision en application des lois citées.

Renforcer les prescriptions environnementales dans les documents d'urbanisme

Au plus tard le 1^{er} janvier 2017, tous les documents d'urbanisme en vigueur doivent intégrer les évolutions législatives relatives à une meilleure intégration des enjeux du développement durable (loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, loi du 24 mars 2014 pour un accès au logement et à un urbanisme rénové). Elles renforcent plus particulièrement les règles relatives à la modération de la consommation des espaces agricoles, naturels et forestiers, à la densification du bâti existant, à la préservation de la biodiversité et remise en bon état des continuités écologiques, à la lutte contre le changement climatique, au développement des transports collectifs et des modes alternatifs à la route pour le transport et la livraison des marchandises.

Le SCoT du Grand Clermont, celui des Combrailles et les PLU actuellement en vigueur doivent être révisés afin d'intégrer **ces nouveaux dispositifs qui confortent la protection de la valeur universelle exceptionnelle**. La procédure de révision du SCoT du Grand Clermont doit être engagée courant 2016 ainsi que celui des Combrailles et des PLU actuellement en vigueur.

Inscrire la préservation des attributs de la VUE au sein des documents d'urbanisme lors de leur élaboration et de leur révision

De manière à atteindre une prise en compte optimale des enjeux de la valeur universelle exceptionnelle, le Parc des Volcans d'Auvergne a créé un **atelier d'urbanisme rural** qui permet de renforcer la formation et la mise en réseau des organismes intervenant en conseil et expertise auprès des communes.

Afin de faciliter l'appropriation des enjeux en termes d'intégrité des édifices et de maintien des paysages, des outils **et animations spécifiques** sont en cours de développement : observatoire des paysages permettant d'appréhender l'évolution des espaces dans le temps et de définir plus finement les enjeux de l'urbanisme, sessions de formation des élus et techniciens...

Enfin, lors de l'élaboration des documents d'urbanisme, les services de l'État seront particulièrement attentifs à intégrer la prise en compte de la VUE dans leurs avis et « portés à connaissance ».

Pérenniser l'inconstructibilité de la faille de Limagne et de la Montagne de la Serre

Comme indiqué ci-avant, le SCoT et la charte du Parc **empêchent l'urbanisation de la faille de Limagne et de la Montagne de la Serre**. Le plan de gestion prévoit de renforcer la pérennité de ces orientations par la **mise en place de zones agricoles protégées et de plan de protection des espaces agricoles et naturels**. (Cf. fiches sur les réglementations, à partir de la page 137).

Dans les deux cas, ces mesures s'imposent aux documents d'urbanisme qui ne peuvent remettre en cause la vocation agricole et naturelle des périmètres couverts sans autorisation ministérielle.

Conclusion

Le site est aujourd'hui peu urbanisé, malgré l'existence d'une grande agglomération à proximité. Outre les réalités géographiques du site, qui limitent naturellement la pression de l'urbanisation, les dispositions réglementaires existantes assurent aujourd'hui une **protection adaptée aux enjeux de chaque secteur du site**. À l'exception des **quelques hameaux** existants (moins de 4000 habitants), les principaux attributs du bien, situés en zone cœur (alignement volcanique et ses coulées, faille de Limagne, Montagne de la Serre) sont globalement inconstructibles. En zone tampon, les documents et règlements d'urbanisme définissent la constructibilité ou non de chaque parcelle, en privilégiant une urbanisation modérée en continuité des villages existants.

L'analyse de l'évolution de l'urbanisation montre que **ces outils sont aujourd'hui efficaces et permettent de contenir cette menace**. Le plan de gestion prévoit toutefois d'accompagner l'amélioration de la prise en compte de la VUE afin de poursuivre et renforcer la dynamique de préservation enclenchée autour du site.

Les réalités de l'érosion



Extraits du rapport UICN 2014 :

« De nombreux visiteurs sortent des sentiers et des pistes et utilisent des vélos de montagne qui aggravent l'érosion des sols et entraînent une dégradation de l'intégrité. » (page 77 du rapport en français)

« Le paysage du bien fait l'objet d'une gestion importante depuis plus de 10'000 ans. Les expressions visibles clés de cette histoire d'utilisation des terres comprennent la dégradation et l'érosion des cônes (puys) par le pâturage, les pratiques agricoles, l'expansion des forêts, les sentiers et les pistes, l'utilisation pour les loisirs et l'exploitation des carrières (y compris quelques carrières actives) ainsi que par la couverture complète des coulées de lave par une forêt dense. » (page 77 du rapport en français)

« Les cônes de cendres de la Chaîne des Puys ont souvent une expression morphologique claire mais sont affectés par les activités humaines telles que le pâturage, les carrières et la sylviculture. » (page 77 du rapport en français)

« Le niveau d'utilisation actuel dégrade le bien proposé. Actuellement, l'utilisation entraîne des niveaux élevés d'érosion, nécessitant un investissement intensif dans la création de chemins goudronnés, de bois et cordés. La mission a noté les commentaires de plusieurs parties prenantes importantes selon lesquelles le paysage ne peut supporter le taux de visiteurs actuel et leurs impacts. Des préoccupations ont été soulevées lors de la mission quant au niveau accru de visiteurs qui serait ressenti si le site est inscrit au patrimoine mondial » (page 78 du rapport en français)

« Le nombre de visiteurs actuel dépasse déjà la capacité de gestion visant à assurer le respect des recommandations de réduction de l'érosion. » (page 78 du rapport en français)

Données clés 2016

SYNTHÈSE

► Les risques d'érosion des sols sont concentrés sur les édifices volcaniques. Les secteurs de la faille de Limagne et de la Montagne de la Serre ne sont pas touchés par l'érosion anthropique

► Les facteurs d'érosion des sols sont identifiés et maîtrisés. La fréquentation des sentiers de randonnées ainsi que les pratiques sportives sont concentrées sur une très faible partie du site (quatre lieux d'accueil touristiques). Ces facteurs font l'objet d'un suivi précis et de mesures d'accompagnement afin de réduire leurs effets

► Afin de prévenir des dégradations, plusieurs actions sont menées : d'une part des campagnes de sensibilisation et la limitation de certains usages (exploitation forestière, tourisme) ; d'autre part des aménagements préventifs et des travaux de restauration sur certains sentiers

Analyse de la situation

En premier lieu, il importe de **distinguer l'érosion de l'altération**. Les éléments climatiques (pluies, neige, vent, soleil, gel) et biologiques (micro-organismes, faune et flore) agissent quotidiennement sur les roches et les sols en le modifiant. Le ruissellement naturel des eaux en surface, selon sa vitesse et son importance, peut ainsi détacher des portions de sols ou de roches préalablement fragilisées par l'altération liée aux usages humains.

Si l'érosion est un **phénomène naturel que l'homme ne peut empêcher de se produire**, il peut par contre influencer sur son développement selon ses usages. Pour endiguer ou limiter l'érosion, il convient donc :

- ▶ D'analyser les causes et l'ampleur de cette menace :
 - ▶ en connaissant la nature et le comportement des sols ;
 - ▶ en identifiant les sources d'altération ;
- ▶ De mettre en œuvre les mesures adéquates pour prévenir ce phénomène :
 - ▶ interdire ou limiter certains usages ;
 - ▶ entreprendre certains aménagements adaptés aux sensibilités et à la topographie des lieux.

La stratégie du plan de gestion s'appuie donc, pour chacun des édifices, par une analyse fine et croisée de chacun de ces critères qui permettent de définir les actions pertinentes à mener pour prévenir l'érosion.

1 – Des sols plus sensibles dans la Chaîne des Puys que dans les autres attributs du bien

Par leur histoire géologique, les sols présents sur le bien sont très différenciés. Ils présentent donc une **sensibilité très différente à l'érosion**.

Alignement et coulées volcaniques

Les volcans sont composés de roches qui se présentent sous deux grands aspects : soit des roches massives, compactes et dures, soit des roches meubles, en grains et faciles à creuser (grains millimétriques à métriques, cendres, scories, bombes).

Ces roches formant le sous-sol, subissent l'action d'agents climatiques et biologiques qui, en les dégradant, participent à la formation des sols en surface. Lorsque ces phénomènes se produisent à plus de 800 m d'altitude, comme c'est le cas dans la Chaîne des Puys, ils sont à l'origine de sols très particuliers appelés **andosols**. Les andosols ont la capacité de stocker de grandes quantités d'eau utilisables par les plantes en été. Par rapport à d'autres sols, ils sont **très sensibles à l'assèchement et à l'érosion par le vent et la pluie lorsque la couverture végétale disparaît**.

Cette association roche volcanique-andosols est donc la composante de base à prendre en compte pour analyser les impacts potentiels de l'utilisation du site et les actions préventives à mener pour **limiter l'évolution trop rapide d'un phénomène au départ naturel**.

Faïlle de Limagne et Montagne de la Serre

Sur ces secteurs, les roches sont principalement dures : soit une coulée basaltique pour le plateau de la Montagne de la Serre, soit du socle granitique pour la faille de Limagne. Les sols formés sur ces roches sont **un peu moins fragiles et les roches rencontrées très peu sensibles à l'érosion due aux activités humaines**.

C'est la raison pour laquelle l'essentiel de cette fiche concerne **uniquement la Chaîne des Puys**, et non le bien dans son ensemble.

Seuls les flancs argilo-marneux de la Montagne de la Serre sont potentiellement plus sensibles à ces phénomènes d'érosion. C'est ce qui est à l'origine même de la morphologie de ce relief inversé de 3 millions d'années et fait tout son **intérêt géologique** puisqu'il enseigne la manière dont le paysage se transforme millénaire après millénaire, sous les effets conjoints du volcanisme, de la tectonique et de l'érosion des roches meubles.



Première carte du relief inversé de la Montagne de la Serre par Nicolas Desmarest, façonnée par 3 millions d'années d'érosion géologique
© N. Desmarest, 1780

2 – Les sources d'altération identifiées et maîtrisées

Une utilisation inappropriée ou trop intensive de ces sols et sous-sols constitue un **accélérateur de l'érosion naturelle**. Dans la Chaîne des Puys, les principales menaces, identifiées aux pages 304 à 313 du dossier de candidature sont :

- ▶ La fréquentation des sentiers ;
- ▶ Les pratiques sportives ;
- ▶ Les actions sylvicoles non autorisées ou inappropriées.

Deux autres sources d'altération sont citées dans le rapport d'évaluation de 2014 : le pâturage et les carrières. Le premier, loin de constituer la menace qu'il a pu être au XIX^e siècle, est au contraire **essentiel aujourd'hui pour la biodiversité, la stabilité et la lisibilité du site** (Cf. : fiche visibilité des puys et pastoralisme, page 243). Quant aux carrières, elles constituent un autre type de menace et sont traitées en tant que telles dans une fiche ad hoc (Cf. : fiche sur les carrières, page 203).

Suivi et régulation de la fréquentation des sentiers

La Chaîne des Puys - faille de Limagne est fréquentée par trois grands types de visiteurs qu'il convient de distinguer pour cibler les actions idoines à mener :

- ▶ **Les touristes**, présents surtout l'été, ainsi que la fin du printemps et le début de l'automne ;
- ▶ **Les groupes scolaires**, présents principalement de septembre à début novembre puis de mars à juin, toujours en semaine ;
- ▶ **Les « locaux »**, présents surtout les week-ends, en semaine lors des vacances scolaires, moins présents en été.

Les lieux fréquentés varient selon les catégories de visiteurs : si les touristes et scolaires ont tendance à se concentrer sur les sites emblématiques et aménagés (puy de Dôme, puy de la Vache, Pariou), sous l'impulsion des actions du plan de gestion, ils commencent à découvrir d'autres sites (puy Vichatel récemment mis en valeur par le Parc des Volcans par exemple). Les « locaux » se diffusent eux sur l'ensemble du site.

S'il est en effet crucial de veiller à la limitation de la concentration sur certains sites comme d'empêcher la pratique du « hors piste », deux sources d'altération avérées, la critique formulée au sein du rapport d'évaluation UICN 2014 concernant la maîtrise du nombre de visiteurs ne reflète pas la réalité du site. Le rapport d'évaluation mentionne que « *le nombre de visiteurs actuel dépasse déjà la capacité de gestion visant à assurer le respect des recommandations de réduction de l'érosion.* », cette affirmation ne reposant cependant que sur « *les commentaires de plusieurs parties prenantes importantes* ».

Afin de juger de la maîtrise de la fréquentation et de son impact en termes d'érosion des sols, les données de fréquentation chiffrées permettent d'apporter des arguments quantifiés et objectifs. Les données de fréquentation permettent au contraire d'affirmer que la fréquentation est un **facteur maîtrisé sur la Chaîne des Puys**.

La stratégie d'accueil touristique (Cf. : fiche Tourisme et gestion de la fréquentation, page 221) identifie quatre sites spécialement dédiés et aménagés pour le public. Ces sites concentrent une fréquentation élevée mais maîtrisée et spatialement limitée : le sommet du puy de Dôme (500 000 visiteurs/an), Vulcania (350 000 visiteurs/an) ou Lemptégy (100 000 visiteurs/an). Ces sites géo-éducatifs ont été jugés comme excellents par la mission d'expertise indépendante d'octobre 2015 (Cf. rapport page 7, point 6 en annexes) et seront complétés en 2016 par l'aménagement du plateau de Gergovie, belvédère exceptionnel situé en retrait du bien mais offrant une vision complète sur celui-ci.

À l'inverse, les chiffres de fréquentation relevés en 2015 par les **éco-compteurs** des chemins d'accès au sommet des principaux puys attestent d'une **pression bien moindre au cœur du site** :

- ▶ Un maximum de **80 000 passages/an** est atteint au Pariou, volcan de loin le plus populaire après le puy de Dôme, soit une moyenne journalière de 220 personnes ;
- ▶ Sur les autres puys les plus fréquentés, seul le puy de la Vache approche les **50 000 passages/an**.

Les autres sites connaissent une fréquentation moins élevée :

- ▶ **47 000** randonneurs pour le puy de la Vache ;
- ▶ **21 000** pour Lassolas ;
- ▶ **13 500** pour les Goules ;
- ▶ **7 300** pour les Gouttes.



Ces chiffres démontrent que **la fréquentation ainsi que le degré de menace qu'elle représente en tant que facteur d'érosion des sols sont limités, connus et bien gérés**. Les mesures de réduction de l'érosion s'appuient sur une connaissance précise de la sensibilité de chaque site ainsi que de sa capacité d'accueil. Pour réduire les risques d'érosion, la stratégie de gestion de la fréquentation, détaillée dans la fiche tourisme, s'appuie d'une part sur des sites majeurs pensés et adaptés pour l'accueil du public et d'autre part sur une découverte à pied, diffuse et contrôlée d'édifices ciblés pour leurs intérêts paysagers et pédagogiques.

Pour autant, ces questions de fréquentation et d'érosion **restent une priorité d'action** pour les gestionnaires du bien, qui y consacrent personnel et financements dans le cadre de plusieurs projets détaillés ci-après dans la partie Actions et perspectives.



Éco-compteur dissimulé dans les boisements, puy des Goules
© R. Moutier

Encadrement des pratiques de sports de nature

Les manifestations sportives présentent un risque d'altération du site du fait des concentrations de personnes qu'elles génèrent. Le Parc des Volcans encadre donc depuis plusieurs années ces événements en lien étroit avec leurs organisateurs. Il est consulté en amont sur les itinéraires possibles, ce qui permet ainsi :

- ▶ D'éviter la sur-fréquentation de certains secteurs ;
- ▶ De mieux répartir dans le temps et dans les espaces ces événements ;
- ▶ De les contenir sur les chemins autorisés.

Les manifestations sportives sont soumises à autorisation, délivrée par les services de l'État (Préfecture).

Les risques d'érosion sont maintenant très limités sur les chemins. **Seule l'augmentation du nombre de ces manifestations pourrait être un facteur d'érosion** ainsi que le développement de **nouvelles pratiques** comme les courses à pied de longue distance qui souhaitent passer sur des petits sentiers.

Ce sont ces points qui sont maintenant à **renforcer**, dans le cadre d'une charte des manifestations sportives en cours de signature.

Randonneurs au pied du Traversin,
secteur central de la Chaîne des Puys
© A. Sauvanot





La forêt souligne la morphologie des coulées de la Chaîne des Puys, en contraste avec le plateau agricole.
© M. Sagot

Exploitation raisonnée des massifs forestiers

La présence de la forêt est importante dans le site. Si elle peut contribuer à masquer la lisibilité des édifices volcaniques (ce qui fait l'objet d'actions particulières de gestion, détaillées dans la fiche visibilité des puys et pastoralisme), **elle permet néanmoins une importante protection des sols face à l'érosion naturelle**, en particulier **sur les pentes**, et donc le maintien des formes volcaniques. De plus, par contraste avec le plateau agricole, elle **met en exergue le dessin des coulées volcaniques boisées**.

Ce sont par contre des **modes d'exploitation inappropriés** qui, réalisés sans précaution, peuvent impacter les sols :

- ▶ Le passage d'engins forestiers lourds ;
- ▶ La création de pistes forestières ;
- ▶ La mise à nu de parcelles soumises ensuite au lessivage des sols.

Ces pratiques font ainsi l'objet de la plus grande vigilance des gestionnaires du bien.

L'ensemble des actions forestières pouvant avoir un impact paysager sont cependant maîtrisées car elles sont **soumises à autorisation** (départementale ou ministérielle selon l'importance des actions envisagées) dans le site classé de la Chaîne des Puys (Cf. fiches sur les réglementations à partir de la page 137).

Lutte contre la perte de visibilité des puys par l'activité de pâturage

Le pâturage du site a connu son apogée il y a près de 150 ans, **à la fin du XIX^e siècle**, avec des réserves de bois au plus faible et un nombre de troupeaux tel que **le site était effectivement surpâturé**. La conjonction de ces deux éléments a entraîné des zones d'érosion des sols superficiels sur les pentes de la plupart des puys. **Elles ont toutes disparu aujourd'hui**, le surpâturage n'existant plus sur le site qui est au contraire soumis à une menace inverse.

Seul le flanc Sud du Pariou conserve une cicatrice d'érosion, mais qui s'est **naturellement stabilisée** depuis plus de cinquante ans du fait de sa configuration en « cône inversé », comme en atteste les archives photographiques.

De plus, cette altération liée au pâturage **ne concernait que la surface des sols**, non les sous-sols. Ils ont depuis été **reconquis et restructurés par la végétation**.

Des études de Pierre Coquillard en 1988¹ ont même démontré que **l'absence de pâturage pouvait être facteur d'érosion**. En effet, en entretenant la lande à callunes, le pâturage limite le phénomène de mort programmée de celle-ci. On évite ainsi que la callunaie ne se dessèche et ne se détache par plaques, entraînant des lames de sol avec elle et mettant à nu ces zones.

Enfin, les espaces de pâturage constituent pour le site des espaces de riche biodiversité à préserver, comme le prouve leur inscription **en zone Natura 2000** : « Associées à l'activité ancestrale du pastoralisme (estives ovines principalement) et plus récemment à la sylviculture, ses conditions naturelles variées ont permis le développement en mosaïque de milieux herbacés secs et de landes (d'influence montagnarde à sub-alpine) d'une part et de divers milieux forestiers d'autre part. Cette mosaïque permet l'existence d'une grande diversité de chauves-souris, d'insectes et d'oiseaux à enjeux patrimoniaux. »²

Pour préserver la lisibilité des formes volcaniques, lutter contre leur enfrichement tout en maintenant leur intégrité, il est nécessaire que la Chaîne des Puys soit **correctement pâturée**. C'est la raison pour laquelle les équipes du Parc des Volcans d'Auvergne **travaillent avec la majorité des éleveurs et des bergers** dans le cadre de plans de gestion pastorale. Ces **plans de gestion pastorale** visent une conduite de pâturage adaptée tant à la mise en valeur des édifices volcaniques qu'à la protection de leurs sols fragiles.

Loin d'être une menace, le pastoralisme est aujourd'hui identifié par le plan de gestion comme un élément **déterminant** qui a été placé au cœur des actions de maintien de l'intégrité du paysage. Ces actions sont détaillées dans la fiche sur le pastoralisme et la lisibilité des sites.



Stabilisation de la zone d'érosion sur le flanc Sud du Pariou du fait de sa configuration « en cône inversé ».
Comparaison photographique à cinquante-quatre ans d'intervalle
© H. Henrard (1958) / J.-P. Voilhes (2012)

1 - *Regressive dynamic and denudation processes of vegetation on volcanoes in the 'Chaîne des Puys' (French Massif Central): assay of interpretation*, P. Coquillard & J. Gueugnot, Laboratoire de Botanique et Cryptogamie, Université de Clermont-Ferrand

2 - <https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR8301052>

Un site bien préservé, très peu altéré par l'érosion des sols

À des fins de recherche, le Conseil départemental et l'Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand ont fait réaliser en 2011 un relevé LIDAR du cœur de la Chaîne des Puys. Ce procédé permet d'obtenir un levé altimétrique extrêmement précis du sol en s'affranchissant totalement de la végétation existante.

Outre qu'il a permis des découvertes majeures, aussi bien archéologiques (anciens sentiers romains non visibles sur place) que géologiques (appréhension plus précise des formes volcaniques et des phénomènes associés), ce relevé permet de confirmer avec précision l'intégrité du bien et des édifices géologiques. Comme on peut le voir sur l'extrait ci-dessous, **même sur les puys les plus fréquentés, les formes géologiques n'ont pas subi d'érosion profonde.**



Le relevé altimétrique du secteur central de la Chaîne des Puys permet de distinguer les structures des édifices de leur altération. Ce levé confirme le fait que l'érosion est essentiellement de surface et ne doit pas se confondre avec les rides et fractures géologiques

© P. Boivin, EAVUC, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand

Actions/perspectives

Les actions déjà menées, en cours de réalisation ou en projet pour lutter contre les altérations et l'érosion, se répartissent entre encadrement de certains usages, sensibilisation et aménagements.

1 – Restriction de certains usages et actions de sensibilisation

Groupes scolaires

Pour éviter des concentrations trop importantes, le Parc des Volcans travaille en lien avec l'Inspection académique et le Rectorat – ministère français de l'Éducation – pour une meilleure diffusion des groupes scolaires :

- ▶ Travail en amont avec les enseignants ;
- ▶ Sensibilisation des réseaux d'hébergeurs, d'animateurs, d'accompagnateurs de moyenne montagne ;
- ▶ Création d'un guide de l'enseignant présentant les fragilités et les usages du site ;
- ▶ Mise en place d'une plateforme de réservation et d'accréditation des animateurs encadrant les scolaires.

Ces actions de sensibilisation sont prolongées sur le terrain par l'amélioration des cheminements et la mise en valeur de nouveaux volcans répondant aux programmes scolaires en matière d'enseignement des sciences de la Terre (depuis 2013, les puys de Vichatel et de Combegrasse ont fait l'objet d'actions de mise en valeur).

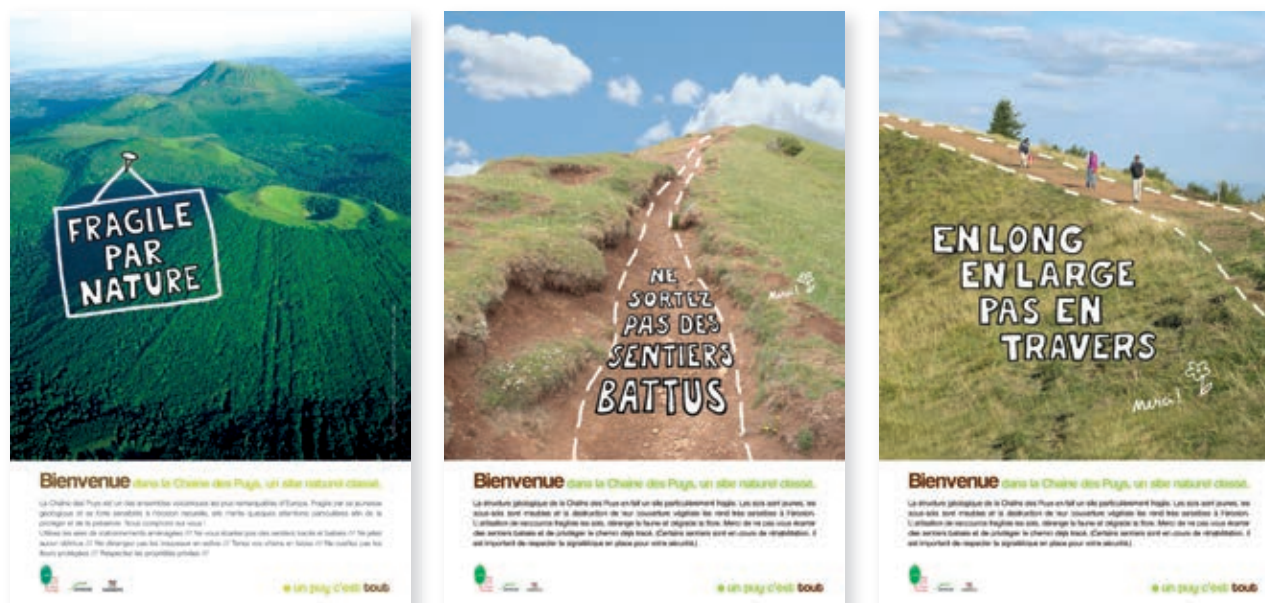


Touristes et locaux

La stratégie de gestion de la fréquentation touristique, détaillée dans la fiche sur le tourisme, vise à permettre la découverte du site dans un souci de préservation des zones naturelles. Cela induit une fréquentation raisonnée et adaptée aux réalités physiques et paysagères de chaque édifice, **gérée grâce à des outils de comptage, de sensibilisation et de réservation pour les groupes**. La lutte contre l'érosion anthropique passe également par une **stratégie différenciée d'ouverture des sites** (seuls quelques volcans sont ouverts au public, sur la base d'une analyse multicritère incluant sensibilité des sols, intérêt paysager, valeur pédagogique, accessibilité...), et par le **tracé et l'aménagement des sentiers de randonnée**.

Un accent particulier est mis sur la communication auprès des visiteurs quant aux fragilités du site via :

- ▶ Une campagne de sensibilisation (*Fragile par Nature*) ;
- ▶ Une formation des professionnels du tourisme et guides accompagnateurs sur les sensibilités des sites, les pratiques non-autorisées et les alternatives de visites ;
- ▶ La signalisation et la protection des chemins non ouverts au public.



Visuels extraits de la campagne de sensibilisation « Fragile par Nature » du Parc des Volcans
© PNRVA

Forestiers

Pour le site classé, qui couvre l'ensemble de la Chaîne des Puys et la majeure partie des coulées, **tous les travaux hors gestion courante sont soumis à autorisation de l'État**. Un document cadre en cours d'actualisation définit la notion de gestion courante.

En cas de défrichement qui induit une modification de l'usage du sol, une autorisation de défrichement est obligatoire.

Les services de l'État contrôlent le suivi de la réglementation avec l'établissement d'un plan de contrôle annuel et des visites imprévues sur le territoire. Les infractions font l'objet de procès-verbaux.

2 – Aménagements préventifs et restauration de certaines zones

Conformément aux stratégies touristique et pastorale détaillées dans les fiches ad hoc, tous les sites de la Chaîne des Puys ne sont pas ouverts au public. Plus globalement, une stratégie différenciée d'aménagement et d'ouverture a été mise en place par le Parc des Volcans depuis de nombreuses années, tenant compte à la fois :

- ▶ Des points d'intérêts du site (points de vue, accès à des édifices géologiques lisibles, intérêt pédagogique) ;
- ▶ Des usages agricoles et forestiers ;
- ▶ De la fragilité des sols et sous-sols ;
- ▶ De la préservation de la faune et de la flore.

Les travaux de restauration et de préservation des édifices sont de trois ordres :

- ▶ Effacement de sentiers ;
- ▶ Aménagements légers : drains ouverts, puits perdus, plessis en bois (tressage en noisetier), bio-nattes qui concernent la majorité des chemins traités ;
- ▶ Très ponctuellement : aménagements « lourds » (escaliers et plateformes surélevées en bois, cheminements en béton désactivé).

Tous ces aménagements articulent usages du site, intégration paysagère, besoins touristiques et pédagogiques. Ils visent principalement à gérer l'écoulement de l'eau depuis les sommets des volcans et maintenir les visiteurs sur les chemins. Ils répondent à des contraintes techniques précises :

- ▶ Éviter qu'un flot de ruissellement ne soit créé ;
- ▶ Éviter d'atteindre les niveaux sensibles des sols et des sous-sols ;
- ▶ Tenir compte de la pente des édifices ;
- ▶ Résister aux conditions climatiques.

Les différents types d'aménagements sur les cheminements de la Chaîne des Puys, en fonction des conditions climatiques, de la fréquentation et de la sensibilité des sols :

- ① béton désactivé au sommet du puy de Dôme - © G. Fayet
- ② escaliers en bois sur le chemin des Chèvres (puy de Dôme) - © J.-P. Voilhes
- ③ bio-nattes sur le puy de la Coquille - © A. Sauvanot
- ④ stabilisateurs en rondins de bois au puy de la Vache - © PNRVA
- ⑤ plessis en noisetier au puy de Vichatel - © PNRVA



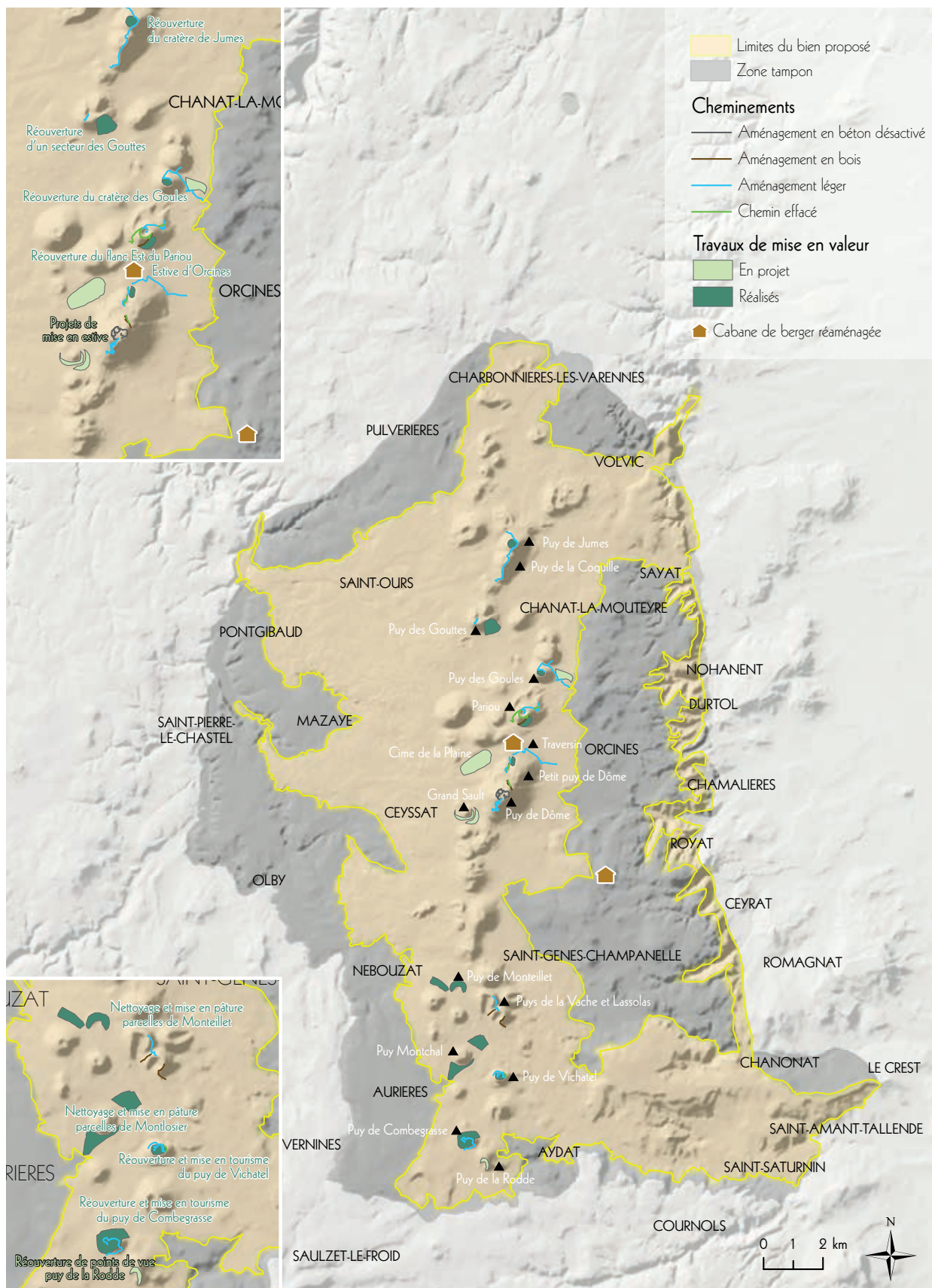
①



Ces restaurations de sentier ont concerné au total 11 volcans sur les 80 de la Chaîne des Puys. Ce sont 18,8 km de chemins qui ont été restaurés ou effacés sur les 1 198 km de sentiers et chemins que comptent le bien et sa zone tampon (dont 833 km dans la zone cœur). La majorité des sentiers existants ne présente pas de menaces en termes d'érosion et les interventions y restent donc limitées.

Sur ce total, seulement 3,68 km consistent en des aménagements « lourds » (bois, béton désactivé et cordés), dont la majorité se situe au sommet du puy de Dôme. Ces aménagements représentent seulement 0,4% du linéaire de sentiers de la zone cœur. L'investissement financier pour ces aménagements est donc essentiel puisqu'ils permettent d'assurer la préservation de la VUE du site à long terme et ne peuvent donc être considérés comme « un investissement intensif dans la création de chemins goudronnés, de bois et cordés » tel que présenté dans le rapport d'évaluation UICN.

Nombre de puys concernés	Détail de la zone concernée	Structure Maître d'ouvrage	Année	Chemins en aménagements légers (km)	Chemins aménagés en bois (km)	Chemins aménagés en béton désactivé (km)	Chemins effacés : linéaires (km)	Effacement de zones érodées hors chemins (surfaces en m²)	Chiffres des éco-compteurs 2015
Puy de Jumes	—	PNRVA	2015	1	—	—	—	300	Non encore disponibles
Puy de Coquille	—	PNRVA	2015	1,3	—	—	—	—	
Puy des Gouttes	—	PNRVA	2015	0,25	—	—	—	—	7 300
Puy de Sarcoui	—	PNRVA	2009	0,2	—	—	—	—	13 500
Puy des Goules	—	PNRVA	2009	1,97 (linéaire pris depuis le stationnement)	—	—	0,02	260	
Puy de Pariou	Puy de Pariou Est	PNRVA	2006	—	0,5	—	0,1	—	Moyenne de 80 000 passages
	Puy de Pariou Ouest	PNRVA	2006	—	—	—	0,65	—	
	Puy de Pariou Nord	PNRVA	2006	0,86	—	—	0,17	—	
	Sommet du puy de Pariou	PNRVA	2006 et 2010	—	—	—	0,62	—	
	Cratère du puy de Pariou	PNRVA	2006, 2008 et 2010	0,24	—	—	—	600	
Puy de Dôme	Sommet du puy de Dôme	CD63	2012	—	—	1,92	—	—	Pas d'éco-compteur
	Chemin des Muletiers (Sud)	CD63	2013	1,4	—	—	—	—	210 000
	Chemin des Chèvres (Nord)	PNRVA	2006 et 2014	0,58	0,46	—	0,67	—	77 500
	Chemin des Gravouses	PNRVA	2009	1,8	—	—	—	—	Pas d'éco-compteur
Puy de La Vache	—	PNRVA	1995 et 2006	—	0,8	—	—	—	47 000
Puy de Lassolas	—	PNRVA	2014	0,67	—	—	—	—	21 000
Puy de Vichatel	—	PNRVA	2011 et 2014	1,15	—	—	0,17	—	11 350
Puy de Combe-grasse	—	SMGF Aydat	2014	1,3	—	—	—	—	Non encore ouvert au public
Total en km	—	—	—	12,72	1,76	1,92	2,4	—	—



Carte des actions de préservation et de mise en valeur sur le périmètre du bien et sa zone tampon (Cf. : fiche Capacités d'actions sur le foncier privé)
 © E. Langlois, CERAMAC, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand d'après données PNRVA

Conclusion

Si l'érosion est un phénomène à surveiller sur l'ensemble du bien et plus particulièrement sur l'alignement volcanique qui y est plus sensible par la nature de ses sols, son impact ne concerne que certains chemins et pistes d'exploitations forestières. Aussi, l'ampleur du phénomène est restreinte et ses impacts sont connus, traités et maîtrisés.

Les sources d'altération sont identifiées et des mesures de prévention et de résorption ont cours depuis plusieurs années.

Le plan de gestion prend en compte de manière transversale ces thématiques en s'appuyant sur :

- ▶ Une stratégie d'ouverture ciblée et raisonnée des sites naturels, prenant notamment en compte la typologie de la fréquentation et la sensibilité des édifices à ces phénomènes d'érosion ;
- ▶ Un accompagnement de la fréquentation visant à limiter les pratiques inadaptées et sensibiliser le public à la fragilité du site ;
- ▶ Des actions ponctuelles visant à résorber les sources d'érosion ;
- ▶ La maîtrise réglementaire de l'exploitation forestière ;
- ▶ Le développement d'un pâturage raisonné.



Les conditions climatiques extrêmes qui touchent le sommet du puy de Dôme en hiver (ici le temple de Mercure), expliquent le recours à des matériaux plus résistants pour la protection des sentiers.
© J. Chabanne/PhotothèqueCg63

Gestion actuelle & fermeture programmée des carrières



Extraits du rapport UICN 2014 :

« [...] le bien tel qu'il est proposé comprend trois carrières actives, ce qui est préoccupant compte tenu de la position du Comité du patrimoine mondial, à savoir que l'industrie extractive est considérée comme incompatible avec le statut de patrimoine mondial. » (page 76 du rapport en français)

« De nombreuses coulées de lave et cônes volcaniques ont été exploitées pour la pierre de construction de bâtiments ou de routes et la pouzzolane (cendres volcaniques). Il y a plusieurs carrières actives dans les limites du bien (Puy de Toupe, Puy de Cliersou et Puy de Nugère).

Les cônes de cendres de la Chaîne des Puys ont souvent une expression morphologique claire mais sont affectés par les activités humaines telles que le pâturage, les carrières et la sylviculture. Plusieurs des cônes ont été partiellement ou totalement exploités comme le Puy de Tenusset et le Puy de Lemptégy, ce qui a donc un impact sur leur apparence naturelle. » (page 77 du rapport en français)

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ Deux carrières de pouzzolane en activité sur le bien, représentant 0,1% de sa surface, dont la fermeture et le réaménagement paysager sont d'ores et déjà programmés.
- ▶ Une réglementation nationale qui interdit toute ouverture de nouvelles carrières.
- ▶ Un engagement ferme de la ministre de l'Écologie en faveur d'une fermeture programmée des carrières en activité.
- ▶ Une ancienne carrière (volcan de Lemptégy) qui joue un rôle scientifique et pédagogique majeur sur le bien en recevant chaque année plus de 100 000 visiteurs et en servant de support à plusieurs programmes de recherche internationaux.

Analyse/commentaires

Comme le souligne le rapport de l'UICN, l'existence de deux carrières actives constitue un réel enjeu de gestion pour répondre aux attentes d'un site patrimoine mondial et protéger son intégrité. Lors du 39^e Comité du patrimoine mondial à Bonn (2015), l'UICN a réitéré sa position quant au fait que ce statut international était incompatible avec l'exploitation du sous-sol.

La France souscrit à cette ligne et a pris en conséquent des **engagements officiels quant à la cessation de cette activité** dans la Chaîne des Puys. Cette problématique est donc pleinement traitée dans le plan de gestion, qui :

- ▶ Protège le bien de toute nouvelle exploitation ;
- ▶ S'attache à poursuivre la réhabilitation des anciennes petites carrières fermées et non réaménagées ;
- ▶ Programme et accompagne la fermeture des deux carrières de pouzzolane restant en activité.

Ce dernier point constitue un des enjeux majeurs du plan de gestion et fait l'objet d'engagements fermes de la part de l'État.

1 – Une réglementation et des protections nationales qui interdisent l'ouverture de toute nouvelle carrière

La réglementation nationale existante

En France, depuis 1993, les carrières sont considérées comme des « installations classées pour la protection de l'environnement », ce qui impose pour toute nouvelle exploitation la conduite d'une étude d'impact, une enquête publique et la mise en place de mesures « compensatoires », en particulier une **remise en état du site en fin d'exploitation** impliquant le provisionnement de garanties financières.

L'implantation des carrières doit être conforme au schéma départemental des carrières, document de planification décennal élaboré par la Commission départementale de la nature, des sites et des paysages (CDNPS) et approuvé par le préfet, après consultation du public, avis du Conseil départemental et des CDNPS des départements voisins. À noter que la loi prescrit l'élaboration de nouveaux schémas régionaux d'ici 2020, date à laquelle l'engagement de fermeture des exploitations pourra être formellement inscrit au sein des documents d'orientation.

Les carrières peuvent également être soumises à d'autres restrictions, que ce soit dans les documents d'urbanisme ou au travers de protections réglementaires spécifiques telles que le site classé.

Les protections existantes sur le site

Dans le Puy-de-Dôme, le **schéma départemental des carrières** a été élaboré en 1996 puis révisé en 2014. Il prend en compte depuis de nombreuses années la particularité de la Chaîne des Puys. Ainsi, pour les carrières de pouzzolane « *dans les sites classés et inscrits de la Chaîne des Puys, toute demande sur un nouveau site sera rejetée sauf si elle permet de réhabiliter un site fortement dégradé* ».

En outre, le site fait l'objet de mesures de protection supplémentaires qui viennent conforter ce schéma et assurent sa pérennité dans le temps :

- ▶ Le site classé « loi de 1930 » (protection de type III UICN) qui interdit, sauf autorisation spéciale délivrée par l'État, la réalisation de tous travaux tendant à modifier l'aspect du site. Ceci induit donc une **interdiction d'ouvrir une carrière sur le site classé** (70% de la zone cœur dont la totalité des zones propices à l'exploitation de pouzzolane).
- ▶ Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du Grand Clermont énonce qu'il est « **interdit de trouver ou d'ouvrir de nouveaux sites d'extraction** dans le périmètre du Grand Clermont dès lors qu'ils se situent **dans des cœurs de nature d'intérêt majeur et des espaces paysagers majeurs identifiés** ». La Chaîne des Puys, la faille de Limagne et le relief inversé de la Montagne de la Serre, soit les trois composantes géologiques majeures du bien, font notamment partie de ces cœurs de nature ou de ces espaces paysagers majeurs. Les plans communaux d'urbanisme doivent être strictement conformes à ce document à force réglementaire et **ne peuvent donc prévoir l'ouverture de carrières**.

Le site fait donc l'objet de **protections fortes et pérennes**, portées au niveau de l'État (schéma des carrières, site classé) et partagées par les collectivités locales (SCoT), qui **interdisent tout nouveau site d'extraction sur le périmètre patrimoine mondial**. Ce risque étant exclu, la problématique principale concerne donc la gestion des deux sites de pouzzolane exploités.

2 – Fermeture programmée des deux carrières de pouzzolane

En premier lieu, il apparaît nécessaire de préciser, comme cela a été signalé dans la lettre d'erreurs factuelles transmise par la France, que le rapport confond dans leur dénomination et leur nature d'**anciennes petites carrières médiévales** (« grottes » du Cliersou), des **sites muséographiques utilisant d'anciennes carrières** (Volcan à ciel ouvert de Lemptégy) et les **carrières actives de pouzzolane** (Puy de la Toupe et de Ténusset).



Carrière médiévale du Cliersou - © P. Soissons

Aujourd'hui, le bien proposé inclut effectivement **deux carrières de pouzzolane actives** : la carrière du puy de la Toupe (un exploitant) et la carrière du puy de Ténusset (deux exploitants sur le même site).

Ces carrières de petites tailles, exploitées par des entreprises locales pour des utilisations qualitatives, ne peuvent, par leur surface, les volumes extraits et la destination des productions, être assimilées à des « industries extractives ». Elles ne représentent ainsi que **0,1% de la surface du bien**, et ne concernent que **deux édifices sur les 80 volcans** de la Chaîne des Puys.

La carrière du puy de Ténusset, bien qu'exploitée par deux carrières distincts, est gérée de manière globale : réaménagement paysager de l'édifice dans son ensemble et garanties financières communes. Les principales caractéristiques de cette carrière sont les suivantes :

- ▶ Surface exploitée : 22 ha ;
- ▶ Volume exploité : 200 000 m³/an en moyenne ;
- ▶ Phasage du réaménagement : par tranche de 5 ans ;
- ▶ Fin de l'arrêt d'exploitation : avril 2030.

Il est rappelé qu'en France, la délivrance par l'État des autorisations d'exploitation impose au carrier un réaménagement paysager de la carrière par « tranches » jusqu'à la fin de l'exploitation. Le réaménagement prévu sur le puy de Ténusset prévoit la restitution paysagère du cratère du volcan avec sa hêtraie en versant Nord.



La carrière du puy de la Toupe approche quant à elle du terme de son exploitation :

- ▶ Surface exploitée : 17,1 ha ;
- ▶ Volume exploité : 33 000 m³/an en moyenne ;
- ▶ Phasage du réaménagement : par tranche de 5 ans ;
- ▶ Fin de l'arrêt d'exploitation : novembre 2018.



En 2006, une demande de renouvellement d'autorisation d'exploitation et d'extension a été déposée et validée pour 12 ans en contrepartie d'une amélioration du projet d'aménagement final du site : d'un aménagement initialement prévu en gradins, l'exploitation s'est dirigée pour la suite sur un **aménagement en pente, recréant une forme volcanique** en conservant la roche en place. La nouvelle morphologie du volcan s'intégrera naturellement dans son environnement en **rappelant les volcans avoisinants**, notamment ceux à cratère égueulés (puys de la Vache et Lassolas). Ce nouveau projet d'exploitation a également permis de prendre en compte la préservation des habitats d'espèces présentes sur le site (Hibou Grand Duc notamment).

Perspectives/actions du plan de gestion

La surveillance, le réaménagement et la fermeture programmée des deux carrières de pouzzolane actives sur le bien figurent parmi les actions majeures du plan de gestion.

1 – Un accompagnement constant des exploitants pour une gestion exemplaire

Afin de minimiser les impacts paysagers, géologiques et écologiques, un dialogue avec les carrières a été instauré dès les années 70 et se poursuit de manière constructive :

- ▶ Les services de l'État, par leur fonction de suivi réglementaire, vérifient l'adéquation entre l'extraction réalisée et les dispositions de l'arrêté préfectoral. Cette action entraîne de fait un échange permanent avec les carrières et des visites sur le terrain pour évaluer la façon d'exploiter et le réaménagement paysager au fil des années.
- ▶ Le Parc des Volcans d'Auvergne a toujours mené une action de veille et surtout d'accompagnement des projets de ces carrières, afin de garantir la prise en compte des aspects environnementaux et paysagers du site, ainsi que pour faciliter la conciliation des usages, entre besoins de matériaux, nécessaire au développement local et préservation du site.

C'est dans ce cadre que les deux carrières de pouzzolane **ont pris en compte les espèces présentes** sur site (Hibou Grand Duc et chauve-souris notamment) en menant des études sur les habitats, voire en différant l'exploitation de certains secteurs pour permettre les nichées. Le choix des essences à semer ou planter et leur localisation est également fait en lien avec le PNRVA.

De plus, les carrières concernés et leurs transporteurs ont été fortement sensibilisés au fait d'exercer au sein d'un Parc naturel Régional, et dans ou aux portes d'un site classé. Ils surveillent ainsi attentivement **la tenue de leurs camions ou la gestion des déchets**. Ils ont également conduit des programmes de recherche et développement pour valoriser la pouzzolane en tant que matériau noble. Cela a entraîné une moindre exploitation des volumes que celle initialement prévue et mis fin à certains contrats qui utilisaient ce matériau dans des usages de tout-venant.

Enfin, **le dialogue avec le monde des carrières est réel et approfondi**, puisque État et collectivités échangent en permanence avec les représentants de cette activité, dont le principal est l'UNICEM (Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de construction). Cette dernière a ainsi mis en place une « **Charte Environnement** » qui récompense les engagements et réalisations des carrières adhérentes dans le cadre d'une démarche de progrès.



Commission locale réunissant tous les acteurs de la gestion de la Chaîne des Puys - faille de Limagne
© J. Way/Cd63



2 – Une obligation nationale : le réaménagement paysager financé par l'exploitant

Chaque autorisation d'exploitation impose aux carriers un réaménagement paysager obligatoire en fin d'autorisation à la charge de l'exploitant. Accompagnés par le Parc naturel régional, ces derniers ont conçu leurs plans de réaménagement paysager finaux, de telle façon que ceux-ci permettront à ces deux puy de retrouver une morphologie volcanique qui s'intégrera parfaitement dans l'ensemble de la Chaîne des Puys. Comme précisé, un système de provisions financières garantit l'effectivité de ces réaménagements, mis en place progressivement, par phases de cinq ans.

3 – Un engagement ministériel pour la fermeture des deux carrières

Le plan de gestion se fixe comme objectif de stopper toute exploitation de pouzzolane dans le bien. À cet effet, l'Etat s'engage formellement à ne pas renouveler les permis d'exploitation des deux exploitations existantes à leur échéance, comme l'officialise le courrier daté du 9 octobre 2015 de Madame Ségolène Royal, ministre de l'Écologie et du Développement durable et de l'Énergie (Cf. annexes).

Compte-tenu de l'avancement de l'exploitation de la Toupe, cela conduirait à n'avoir rapidement plus qu'une seule carrière de pouzzolane active dans le bien, puis **plus aucune activité extractive à l'échéance de 16 ans**.

Lors de l'élaboration du nouveau schéma des carrières qui sera régional et doit intervenir au plus tard en 2020, cet engagement sera pleinement intégré.



Mise en perspective : les carrières dans les sites patrimoniaux majeurs

Comme le souligne le rapport de l'UICN, la question des carrières constitue une véritable problématique pour les sites inscrits au patrimoine géologique et plus globalement les sites naturels. De nombreux sites naturels du patrimoine mondial incluent d'anciennes carrières et quelques-uns comportent encore aujourd'hui des carrières en activité. Néanmoins, cela recouvre **des situations très contrastées en termes d'importance des exploitations, d'apport scientifique et de valorisation pédagogique**. Le même vocable de « mine » ou de « carrière » cache en effet des réalités très différentes avec des risques sur l'intégrité du bien minimes ou au contraire catastrophiques.

1 – Importance, dimension industrielle et caractère patrimonial

La **taille de l'exploitation**, qu'elle soit absolue ou relative par rapport à la surface du bien constitue bien sûr un indicateur prépondérant. De même, l'exploitation de matériau n'a pas le même sens si celle-ci est conduite et pilotée par des exploitants locaux pour des usages définis, donc avec des tonnages limités, ou si le produit est exporté en grandes quantités essentiellement pour le marché mondial. Dans la Chaîne des Puys, les **carrières sont de petite taille, avec des productions limitées et exclusivement exploitées par des entrepreneurs locaux principalement pour des besoins de proximité ou pour des utilisations à forte valeur ajoutée**. Comme souligné précédemment, elles ne représentent que 0,1% de la surface du bien.

2 – Visibilité

La **visibilité des lieux d'extraction** depuis les points fréquentés est aussi un facteur d'impact important.

Dans le bien proposé, les carrières se situent **soit dans les zones boisées** (Tenusset),
soit elles sont conduites de manière à **masquer l'essentiel de l'activité d'exploitation** comme à la Toupe,
limitant l'impact paysager
à l'extérieur du site.



3 – Aspect pédagogique et scientifique

Plusieurs sites inscrits au patrimoine mondial au titre du critère (viii) ont tiré parti des anciennes extractions, d'une part pour en faire des outils pédagogiques à destination du grand public ; d'autre part pour mieux comprendre les phénomènes géologiques.

Les carrières peuvent ainsi devenir des outils scientifiques et supports de valorisation du bien de premier ordre. C'est notamment le cas pour le **site fossilifère de Messel pit en Allemagne** inscrit 1995 au patrimoine mondial : « *Le site de Messel se trouvant sur les lieux d'une ancienne exploitation de schistes bitumineux, il a été fortement perturbé en superficie. Paradoxalement, c'est parce qu'il y a eu exploitation que la valeur scientifique du bien a été découverte. Lorsque la mine a cessé ses activités, vers la fin des années 1960, le site a été ouvert à des prospecteurs privés et même proposé comme décharge en 1971, menace qui a suscité un regain d'exploitation scientifique et l'inquiétude du public. Cela a eu pour conséquence l'achat de la fosse par le gouvernement et sa protection complète comme monument culturel. C'est une carrière qui a permis de faire apparaître au grand jour les richesses géologiques.* »¹



Ancienne carrière de Messel Pit inscrite au patrimoine mondial en 1995
© Mark A. Wilson

Dans la Chaîne des Puys-faille de Limagne, deux anciens sites d'extraction ont de la même manière été convertis en centre d'initiation et de découverte. Pour les aspects volcanologiques, le puy de Lemptégy (Volcan à ciel ouvert, 110 000 visiteurs/an) offre une opportunité unique de comprendre la structure interne d'un volcan. Il présente d'autant plus d'intérêt que son extraction, qui a aujourd'hui totalement cessé, a été menée en lien étroit avec les chercheurs du laboratoire Magmas et Volcans de Clermont-Ferrand, ce qui en fait aujourd'hui un **outil de recherche international exceptionnel** comme l'a souligné dans son rapport la mission d'expertise indépendante d'octobre 2015 : « the large-scale rifting processes are repeated on a smaller scale e.g. in the Lemptegy quarry, where horst and graben structures, faults and thrusts can be seen in this geoeducational facility » (page 5) « The ITM has highly appreciated the **geoeducational and geotouristic facilities at Vulcania and Lemptegy open-air volcano**. The University Blaise Pascal in Clermont-Ferrand with its "Laboratory of Magmas and Volcanoes" underlines the outstanding geoeducational and scientific importance of the property" (page 7).

1 - <http://whc.unesco.org/fr/list/720>

La maison de la pierre à Volvic (30 000 visiteurs/an) est quant à elle un écomusée qui permet de revivre l'extraction traditionnelle de la pierre au XIX^e siècle dans une galerie souterraine.

Ces deux structures présentent la **même volonté d'éducation et de mémoire** que la Bowers quarry et le Burngate Stone Carving Center dans le site de Jurassic Coast.

Conclusion

Les carrières dans la zone du bien auraient pu être une vraie menace pour l'intégrité du bien. Mais un examen plus complet de la situation montre que :

- ▶ La **réglementation existante, confirmée par des engagements forts de l'État**, interdisent toute nouvelle ouverture de carrière et garantissent le non-renouvellement des exploitations existantes ;
- ▶ Seules deux carrières de pouzzolane restent aujourd'hui en activité, mais elles sont de taille réduite. Elles doivent **cesser leurs productions à moyen terme (2 ans et 16 ans)** et font l'objet d'une réhabilitation paysagère simultanée ;
- ▶ La volonté affichée du plan de gestion est d'aboutir à leur **fermeture et leur intégration complètes** dans le paysage de la Chaîne des Puys ;
- ▶ L'unique volcan de l'ensemble tectono-volcanique qui a été effacé du fait de son exploitation a fait l'objet d'une **valorisation scientifique et pédagogique exemplaire** et constitue aujourd'hui un lieu d'accueil de **renommée internationale**.

Les objectifs du plan de gestion sont donc réalistes et adaptés aux enjeux réels des carrières sur le site. Ils sont en conformité avec les objectifs du patrimoine mondial et permettront de préserver l'intégrité du site.

Ancienne carrière de Lemptégy
reconvertie en site géotouristique
© D. Pourcher





Infrastructures du puy de Dôme



Extraits du rapport UICN 2014 :

« Un des propriétaires du domaine public, l'armée, qui possède une installation au sommet du puy de Dôme, doit encore s'engager pleinement dans le processus de gestion mais des discussions sont en cours pour améliorer et restaurer l'aspect visuel de cette région. » (page 76 du rapport en français)

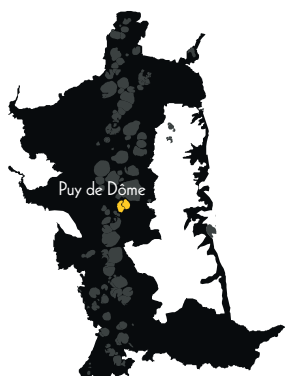
« Le bien comprend également plusieurs réseaux de communication (...) ainsi qu'un centre de télécommunications publiques et militaires visuellement intrusif au sommet du puy de Dôme ». (page 77 du rapport en français)

« En conséquence, bien des phénomènes naturels d'origine ont été altérés par les activités humaines (installations de communications et militaires) ». (page 77 du rapport en français)

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ Le puy de Dôme, Grand Site de France depuis 2008, a fait l'objet d'un réaménagement d'envergure de ses infrastructures sommitales et de ses voies d'accès
- ▶ Les bâtiments du Centre Interministériel constituent un repère visuel auquel sont très attachés les habitants
- ▶ À l'échelle du grand paysage, ils soulignent la silhouette du puy de Dôme
- ▶ Ces bâtiments font actuellement l'objet d'un traitement architectural renforçant leur insertion paysagère
- ▶ Les derniers travaux s'achèveront en 2017



Commentaires/descriptif

Situé au cœur de l'alignement volcanique et dominant par sa taille les autres édifices, le puy de Dôme est le **volcan emblématique** de la Chaîne des Puys et constitue un **point focal** pour les visiteurs (il accueille plus de 500 000 visiteurs par an). Il a de tout temps fait l'objet d'une préoccupation particulière : si le site classé de la Chaîne des Puys date des années 2000, le puy de Dôme est pour sa part protégé à ce titre depuis 1933. De même depuis 2004, le Conseil départemental a lancé une opération ambitieuse de valorisation et de préservation du volcan qui lui a permis de devenir en 2008, l'un des premiers sites de France labellisé « **Grand Site de France** » (statut national délivré par le Ministre de l'Écologie et renouvelé en 2014).

L'ensemble du site a ainsi été réaménagé permettant un meilleur accueil des visiteurs, une disparition des parkings au sommet et la résorption des phénomènes d'érosions.

Au sommet du puy de Dôme, sur une surface extrêmement réduite (0,83 ha à rapporter aux 40 000 hectares du bien), des installations de communications civiles et militaires sont présentes. Elles sont regroupées en un même lieu dénommé « **Centre Interministériel** » et sont placées **sous l'autorité de gestion de l'État français** via la Préfecture de Département. L'élément le plus marquant de ce site en est l'antenne de communication blanche, construite en 1956 et haute de 89 mètres.

Au pied de cette antenne, deux bâtiments distincts ont été créés :

- ▶ un appartient au **ministère de la Défense** et est lié aux moyens de communication militaires ;
- ▶ un autre à la société TDF, anciennement **TéléDiffusion de France**, et permet les communications civiles (diffusion d'émissions audiovisuelles).

En lien avec ces deux bâtiments habillés de bardages bois vieillissants, sont installés un support d'antenne en béton et diverses paraboles satellitaires.

Enfin, l'ensemble du système de défense qui protège ce Centre Interministériel est articulé autour d'une double hauteur de grillage de 2,5 m, déployée de part et d'autre d'un espace recouvert de concertines (barbelé en spirale) de largeur comprise entre 10 et 30 mètres.

La problématique paysagère est distincte selon l'échelle à laquelle on se place :

- ▶ à l'échelle du grand paysage, comme on peut le voir sur la photo, l'équipement n'altère pas la lisibilité de la forme géologique. Constituant un repère visuel, cette **prolongation verticale** du sommet du puy de Dôme a un impact plutôt favorable, soulignant la silhouette de ce volcan emblématique au centre de la Chaîne des Puys. Il fait aujourd'hui pleinement partie du site et du paysage et **les habitants y sont extrêmement attachés** en ce qu'elle constitue pour eux une sorte de phare ;
- ▶ à une échelle de proximité, pour les visiteurs du puy de Dôme, l'impact visuel est plus important et dommageable. En effet, ces infrastructures se situent en ligne de crête et surplombent les chemins de découverte du site. **Cette problématique est intégrée au programme d'action du plan de gestion qui prévoit en 2014, 2016 et 2017 trois phases de travaux visant à améliorer l'intégration paysagère de proximité de ces équipements.**





À l'échelle du grand paysage, les infrastructures du puy de Dôme renforcent la scénographie du sommet
© J.-P. Loubignac





© J. Way/Cd63/G. Michau/G. Fayet

Perspectives/évolution depuis 2013

Afin de répondre à ces enjeux, le plan de gestion prévoit l'**amélioration de l'intégration paysagère de proximité** par une action ciblée sur les bâtiments et leurs annexes, ainsi que sur le système de défense. La grande antenne ayant plutôt un impact favorable et les habitants y étant très attachés, elle sera maintenue en l'état.

1 – Travaux de rénovation programmés sur les bâtiments au sommet du puy de Dôme

Sous le contrôle de l'Inspecteur des Sites (expert ministériel de la gestion du site classé), il est prévu de **ravaler la totalité des façades** dans un temps rapproché, par la mise en place d'un bardage bois (mélèze) identique au **bardage recouvrant** le Chalet de l'Observatoire. Cette technique locale de traitement des façades, confèrera à l'ensemble une réelle **harmonie architecturale** et contribuera à une meilleure insertion paysagère.

► La reprise des façades du bâtiment militaire a été **réalisée en 2014**, pour un montant de 240 000 €

► La reprise des façades du bâtiment TDF est **programmée en 2016** : l'opérateur de télécommunication TDF souhaite déposer un dossier de permis de construire au début de 2016 afin de pouvoir réaliser ses travaux de bardage dans l'année. Tous les équipements techniques (gainés, câbles, supports divers) seront intégrés dans le bardage bois. Celui-ci sera identique dans sa mise en œuvre à celui du bâtiment de l'observatoire et du bâtiment militaire.

Enfin, le ministère étudie les solutions techniques en lien avec l'Architecte des Bâtiments de France, l'Inspecteur des Sites et les services du Conseil départemental, qui permettront de mettre en œuvre, **en 2017, le démontage de la tour** autrefois support d'antennes paraboliques.

2 – Travaux de rénovation programmés sur le système de défense du centre interministériel

Le Centre Interministériel étant un site stratégique pour toutes les communications civiles et militaires du centre de la France, il est impératif pour des raisons de sécurité de maintenir un dispositif de défense opérationnel. Néanmoins, le ministère de la Défense et la société TDF, en lien étroit avec l'Architecte des Bâtiments de France, l'Inspecteur des Sites et les services du Conseil départemental, se sont engagés en 2014 dans une réflexion sur une **réduction des dispositifs de défense** (grillages et concertines) dont les travaux seront réalisés en 2016. Ces travaux consisteront en un **remaniement complet des clôtures de protection** avec le double objectif de sécurisation du site et de **meilleure intégration paysagère**. Le double système de clôture actuel sera supprimé ainsi que le double rang de barbelés posé au sol. Ils seront remplacés par un seul rang de clôture installé plus bas dans la pente afin de ne pas se détacher sur le fond du ciel et s'intégrer davantage dans la végétation en place. Pour garantir la bonne exécution des travaux dans le délai imparti, l'État français a mobilisé une enveloppe de 140 000 € disponibles sur cet exercice.

L'ensemble des bâtiments sommitaux du puy de Dôme fait l'objet d'une harmonisation architecturale : la totalité des façades est en train d'être recouverte d'un bardage en mélèze (1-3) favorisant leur insertion paysagère. Les clichés 2-5 permettent de comparer avec leur ancien aspect. 3 Tour qui sera démontée en 2017.

4 Bâtiment du ministère de la Défense.

Conclusion

L'antenne du sommet du puy de Dôme est un **élément identitaire fort** et aujourd'hui indissociable du volcan, dont l'impact sur le grand paysage est plutôt favorable. Les infrastructures périphériques méritent par contre une meilleure intégration paysagère de proximité. Suite à l'avis de l'UICN et à la demande conjointe du Conseil départemental et des services déconcentrés du ministère de l'Écologie (DREAL Auvergne), le ministère de la Défense s'est engagé dès 2014 dans des travaux qui, lorsqu'ils seront tous achevés, **minimiseront l'impact paysager** des aménagements liés aux activités humaines.





Chapitre 3

Des mesures adaptées aux enjeux de fréquentation et de maintien de la lisibilité des formes géologiques

Ce troisième chapitre revient sur les mesures prises afin de répondre aux enjeux liés à la fréquentation et au maintien de la lisibilité des formes géologiques.

- ▶ Tourisme et gestion de la fréquentation
- ▶ Déplacements et stationnements
- ▶ Maintien de la visibilité des puys et rôle du pastoralisme



Tourisme & gestion de la fréquentation



Extrait du rapport UICN 2014 :

« Actuellement, il ne semble pas qu'il y ait de planification complète du tourisme car il y a peu de politiques en vigueur aux niveaux national et régional. Cette planification est prévue à l'avenir mais n'est pas actuellement appliquée tout au long de l'année et l'intensité maximale s'exerce en juillet et en août. » (page 78 du rapport en français).

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ Une stratégie touristique régionale basée sur la préservation et la mise en valeur du patrimoine naturel, en totale cohérence avec les enjeux du site patrimoine mondial permettant un suivi, une meilleure répartition, des limitations du nombre de visiteurs et leur meilleure diffusion sur d'autres sites
- ▶ Un plan de gestion prenant pleinement en compte tous les enjeux de la fréquentation touristique : qualité de l'accueil, diffusion des valeurs du bien, préservation des sites sensibles
- ▶ Un rôle clair de chacun des acteurs et une coordination du volet touristique sur le bien au cœur des compétences de la structure gestionnaire
- ▶ Des équipements d'accueil structurants déjà existants et une stratégie différenciée d'accès aux sites naturels, visant à concilier les enjeux de préservation et de découverte du bien

Commentaires/descriptif

Le tourisme est, en France, une compétence partagée entre l'État et les différents niveaux de collectivités, ce qui peut effectivement rendre sa mise en œuvre peu lisible de prime abord. Cependant la Chaîne des Puys et la faille de Limagne s'inscrivent dans une véritable stratégie touristique locale, pour laquelle le rôle de chaque acteur est bien défini :

- ▶ L'État mène une politique nationale orientée sur le tourisme durable et, à travers des contrats de destination, sur la structuration de marques locales possédant une identité forte. La destination Auvergne, dont la stratégie est centrée sur la pleine nature est bénéficiaire d'un de ces contrats ;
- ▶ Le niveau régional assure la promotion de cette destination Auvergne et accompagne la structuration de l'offre touristique en lien avec cette stratégie de marque (amélioration de l'hébergement, financement des équipements touristiques) ;
- ▶ Le Conseil départemental assure la déclinaison locale de cette stratégie, à travers un accompagnement technique des offices de tourisme et des prestataires, le portage de projets structurants, l'observation des évolutions touristiques et la fourniture d'outils mutualisés ;
- ▶ Enfin le niveau communal, à travers ses offices de tourisme, assure toute l'année l'accueil sur site du public, la commercialisation de proximité et fédère les nombreux prestataires locaux. Il adapte effectivement ses moyens en fonction des périodes les plus fréquentées.

La gestion touristique du site de la Chaîne des Puys et de la faille de Limagne s'inscrit donc dans une stratégie touristique nationale et locale autour de la marque Auvergne qui est pleinement en cohérence avec les objectifs du plan de gestion. Cette stratégie s'appuie sur la préservation et la mise en valeur de l'exceptionnel patrimoine naturel auvergnat, avec pour objectif d'assurer un **accueil de qualité, conforme à l'esprit naturel des sites**. La géologie (et en particulier le volcanisme), la qualité des paysages et la pleine nature sont des marqueurs forts du territoire. Enfin, dans un territoire majoritairement rural, ce tourisme diffus et raisonné est **au service des communautés locales** et profondément lié à d'autres activités telles que l'agriculture. Le plan de gestion décline à l'échelle du site, les actions à mettre en œuvre pour assurer l'accueil du public en assurant à la fois la transmission des valeurs géologiques et paysagères du site et la préservation de ce patrimoine exceptionnel.

Orientations/évolutions depuis 2013

Le plan de gestion vise à la mise en œuvre d'un tourisme durable selon plusieurs phases inspirées des recommandations de l'UNESCO¹ (*Boîte à outils sur le tourisme durable dans les sites du patrimoine mondial*).

1 – Un préalable : mieux connaître la fréquentation et le tourisme

En croisant des **données quantitatives** (comptage par éco-compteurs, relevé des billetteries...) et **qualitatives** (enquêtes auprès des différents publics sur leurs motivations, comportements et origine géographique) la **création de l'observatoire de la fréquentation Chaîne des Puys - faille de Limagne** permettra d'avoir une vision juste de la répartition de la fréquentation sur l'ensemble du périmètre, sur son évolution et sur les comportements des visiteurs, des conséquences de la fréquentation sur le processus érosif des édifices géologiques. Il permettra ainsi d'adapter les mesures de gestion pour chaque site ouvert au public.

Réalisations depuis 2013 :

Renforcement en 2014 et 2015 du réseau de **mesure de la fréquentation sur les sites naturels** (16 éco-compteurs), qui viennent compléter les équipements déjà en place sur les deux édifices emblématiques (puy de Dôme et Pariou).

Les **éco-compteurs** permettent une mesure de la fréquentation au pas de temps le plus fin possible (quotidien, voire horaire). Ces données sont ensuite croisées avec d'autres entrées : conditions climatiques, périodes de vacances, campagnes de sensibilisation/information, diffusion des pratiques, organisation des transports en commun, ceci afin de **mesurer l'impact des différentes actions menées et mieux orienter les projets à venir**. Cet outil, développé en partenariat avec les laboratoires universitaires sera pleinement opérationnel en 2016.

2 – Une stratégie d'accueil du public différenciée, propre au contexte de chaque site

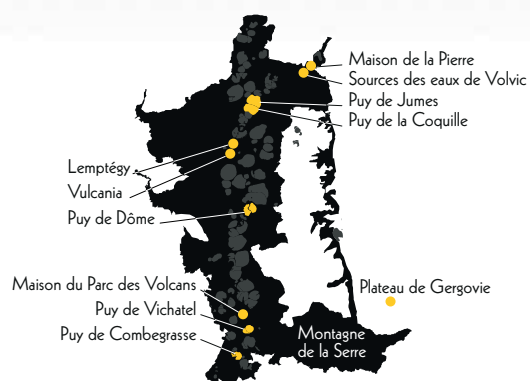
La stratégie d'accueil du public sur le site s'appuie :

- Sur un réseau structurant de **quatre sites majeurs à même d'accueillir un public important** et qui permettent de comprendre les qualités paysagères et géologiques du bien : les belvédères remarquables du puy de Dôme (500 000 visiteurs/an) et de Gergovie (dont la maison de site est en cours de construction), le parc scientifique Vulcania (350 000 visiteurs/an) et le Volcan à ciel ouvert de Lemptégy (100 000 visiteurs par an) ;

1 - <http://whc.unesco.org/fr/tourisme>
<http://whc.unesco.org/sustainabletourismtoolkit/>

Localisation des éco-compteurs, les chiffres indiquant leur nombre sur chaque site
© Cd63/E. Langlois CERAMAC

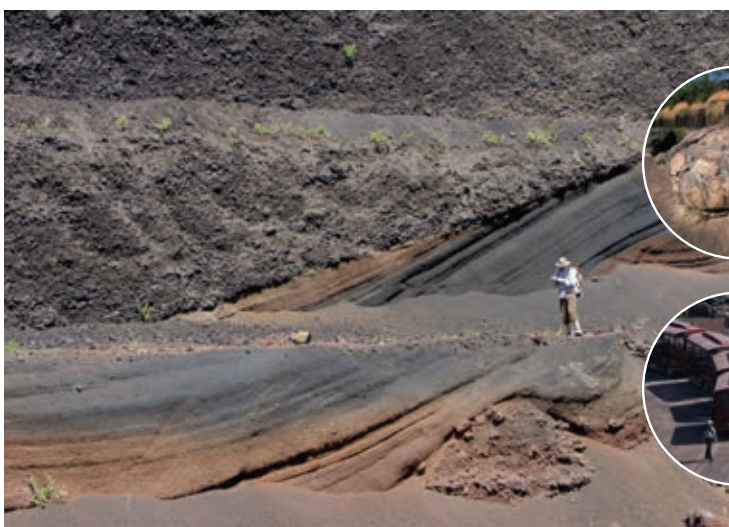




Maison de la Pierre
© Maison de la Pierre



Vulcania, centre français de culture scientifique autour du volcanisme
© Serge Seguin / Vulcania



Volcan à ciel ouvert de Lemptéguy
© P. Soissons / D. Pourcher

► Sur un **réseau de sites muséographiques** secondaires, accueillant plusieurs dizaines de milliers de visiteurs chacun, qui permettent d'appréhender d'autres aspects du bien : Maison de la Pierre (usage traditionnel de la lave), Sources de Volvic (système hydrogéologique lié au volcanisme), maison du Parc des Volcans (éducation à l'environnement) ;

► Sur la découverte du site à pied à travers son **réseau de randonnée**. Dans ce domaine, si les caractéristiques des coulées, de la faille de Limagne ou de la Montagne de la Serre sont propices à une découverte diffuse par le public, les édifices volcaniques sont plus sensibles et tous n'ont pas vocation à être ouverts au public. À travers une analyse multicritère, incluant impact paysager, risques d'érosion, sensibilité écologique et qualités pédagogiques du site pour le public, le plan de gestion sélectionne une dizaine d'édifices les plus adaptés à l'accueil du public. Ce choix permet à la fois de préserver les édifices les plus vulnérables et de faciliter une diffusion de la fréquentation sur des sites moins connus du public, d'un intérêt souvent équivalent mais moins vulnérables ;

► Sur la **mise en valeur d'autres sites géologiques** remarquables à l'échelle de la région et situés en périphérie du bien.

Les outils de communication mutualisés décrits ci-après sont au service de cette stratégie et **orientent le public** vers les sites les plus adaptés à la visite.

Réalisations depuis 2013 :

Organisation de sites de visite permettant de **répartir la fréquentation** sur l'ensemble du périmètre :

- Dans le périmètre Chaîne des Puys - faille de Limagne : mise en valeur des puys de Vichatel, Combegrasse, Jumes et Coquille ;
- À l'extérieur du périmètre : valorisation en cours du plateau de Gergovie comme lieu d'observation et de compréhension privilégié de l'ensemble tectono-volcanique, et du site miocène de Gandaillat sur l'évolution de la Limagne et du volcanisme associé.

Mise en valeur du puy de la Coquille
et résorption des zones érodées
© A. Sauvanot



Ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys faïlle de Limagne

L'UNESCO et le patrimoine mondial



Créée en 1945, l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) est à l'initiative du programme du patrimoine mondial avec un objectif précis : préserver les lieux de valeur universelle exceptionnelle tels que les témoignages géologiques remarquables.

Ces sites, dont l'importance et la signification transcendent les frontières nationales, sont inscrits sur la liste des lieux du monde en raison de leur valeur pour les générations futures.

Une maquette de géologie à l'esthétique remarquable



La valeur universelle exceptionnelle de l'ensemble tectono-volcanique de la Chaîne des Puys et de la faille de Limagne réside dans ses qualités scientifiques et géologiques. Il présente une collection complète d'édifices volcaniques parfaitement alignés et harmonieusement distribués (critère VII de l'UNESCO).

Pour les visiteurs de différents âges géologiques, cet ensemble constitue une fenêtre remarquable pour l'observation des processus de construction de la Terre (critère VII de l'UNESCO).



Quelques règles de bonne conduite pour visiter la Chaîne des Puys

- La Chaîne des Puys est un site apprécié des randonneurs et des visiteurs mais il est fragile. Il est donc nécessaire de le préserver en respectant certaines règles de bonne conduite :
- Suivre les chemements balisés et ne pas prendre de raccourcis à travers les pentes ;
 - Tenir ses chiens en laisse, notamment à l'approche de troupeaux ;
 - Contourner les troupeaux en pâturage et respecter les clôtures denses qui ;
 - Rester sur les chemins et ne pas aller dans les zones autorisées ;
 - Respecter les propriétés privées et les interdictions de passage ;
 - Préserver la biodiversité naturelle uniquement dans les lieux autorisés.

Afin de réduire la fréquentation et préserver les puys, l'association Dômes Union (groupement de propriétaires privés) interdit à ce jour les randonnées de groupes (notamment scolaires) sur ce territoire. Cela concerne la partie centrale de la chaîne (Puy de Sancy, puy des Gaudes, Sancy, chemin des Châtaux).



Infos pratiques

Plusieurs sites d'accueil à l'entrée des puys sont mis en place depuis Clémont-Ferrand à destination de la zone du Parc naturel régional des Dômes et de la Volcanie.

Plus d'informations sur www.parcnaturel.com :

• Accueil • Découvrir le Parc de Dôme • Volcanie • Clémont des Dômes • Informations pratiques •

Les circuits de randonnée



01. Le puy de Louchadieu : 4030 - 13 km - difficile
 02. Les puys de Jumez et de la Gualle : 35 - 10,5 km - moyen
 03. Les puys de Chapelle et des Gaudes : 35 - 6 km - facile
 04. La croix de Tournant : 3545 - 19 km - moyen
 05. Le puy de la Vierge : 3545 - 19 km - moyen
 06. Le puy des Gaudes et le puy de Sancy : 3545 - 5,3 km - facile
 07. Le puy de Sancy : 3545 - 6,2 km - moyen
 08. Saint-Pierre-le-Chastel : 3545 - 7,5 km - facile
 09. Le puy de Dôme GRAND SITE DE FRANCE® : 3545 - 7,5 km - moyen
 10. Tour du puy de Dôme GRAND SITE DE FRANCE® : 3545 - 10 km - moyen
 11. Le puy de Montmieu : 3530 - 12 km - moyen
 12. Le Puy de la Vierge : 3530 - 7,5 km - moyen
 13. Le puy de Montmieu : 3530 - 11 km - moyen
 14. Les gorges de l'Arrière : 3530 - 8 km - facile
 15. Le puy de la Vierge : 3530 - 7 km - facile
 16. Le puy de la Vierge : 3545 - 3,0 km - facile
 17. Les châteaux hautes : 3545 - 16,5 km - difficile
 18. Montmieu : 3545 - 7 km - facile
 19. Le puy de l'Éclair et la route d'Espérance : 3545 - 5,5 km - facile
 20. Le plateau de Gergonne : 3530 - 9,5 km - moyen
- Randonnée inscrite au Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée (PDPR).
- À télécharger sur www.parcnaturel.com > Destination Volcanie
- Informations au point de départ des randonnées (Chiffres fournis par le Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne)

Les puys Gaudes et Chapelle



Tout de ces puys, c'est leur forme en cône qui les rend si remarquables. Ils ont été créés par des éruptions volcaniques (tandis que le Puy de la Chapelle est un cône de cendre et de tuffes). Cette dernière est la plus récente d'une série de 10 éruptions qui ont eu lieu entre le 15ème et le 18ème siècles.

Volcan de Lempdes

C'est de nos jours, c'est la forme en cône qui le rend si remarquable. Le volcan de Lempdes est un cône de cendre et de tuffes. Cette dernière est la plus récente d'une série de 10 éruptions qui ont eu lieu entre le 15ème et le 18ème siècles.



La chaire de Côme



C'est de nos jours, c'est la forme en cône qui le rend si remarquable. Le volcan de Côme est un cône de cendre et de tuffes. Cette dernière est la plus récente d'une série de 10 éruptions qui ont eu lieu entre le 15ème et le 18ème siècles.

Volcanie



C'est de nos jours, c'est la forme en cône qui le rend si remarquable. Le volcan de Volcanie est un cône de cendre et de tuffes. Cette dernière est la plus récente d'une série de 10 éruptions qui ont eu lieu entre le 15ème et le 18ème siècles.

Le puy de Dôme



C'est de nos jours, c'est la forme en cône qui le rend si remarquable. Le volcan de Dôme est un cône de cendre et de tuffes. Cette dernière est la plus récente d'une série de 10 éruptions qui ont eu lieu entre le 15ème et le 18ème siècles.

Formes d'origine



Les vestiges premiers de la Vieille



C'est de nos jours, c'est la forme en cône qui le rend si remarquable. Le volcan de la Vieille est un cône de cendre et de tuffes. Cette dernière est la plus récente d'une série de 10 éruptions qui ont eu lieu entre le 15ème et le 18ème siècles.

La route d'Espérance



C'est de nos jours, c'est la forme en cône qui le rend si remarquable. Le volcan de la Vieille est un cône de cendre et de tuffes. Cette dernière est la plus récente d'une série de 10 éruptions qui ont eu lieu entre le 15ème et le 18ème siècles.

Les pays de Jumez et Compiègne



Depuis l'ouest vers le sud, les pays de Jumez et Compiègne sont caractérisés par des vallées profondes et des plateaux élevés. Ils sont séparés par la ligne de partage des eaux qui sépare le bassin de la Seine du bassin de la Marne. La région est connue pour ses paysages variés et ses richesses naturelles.

La faille de Linoppe

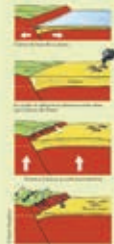
La faille de Linoppe est une faille normale. Elle sépare le plateau de Compiègne du bassin de la Seine. Elle est orientée du nord-ouest au sud-est. Elle est caractérisée par une dénivellation de 100 mètres.



Alors qu'elle est orientée du nord-ouest au sud-est, la faille de Linoppe est caractérisée par une dénivellation de 100 mètres.

La faille de Linoppe est une faille normale. Elle sépare le plateau de Compiègne du bassin de la Seine. Elle est orientée du nord-ouest au sud-est. Elle est caractérisée par une dénivellation de 100 mètres.

Formation de la faille de Linoppe



Le pays Pontois, un cône parfait



Le pays Pontois est un cône parfait. Il est caractérisé par une forme conique parfaite. Il est orienté du nord-ouest au sud-est. Il est caractérisé par une dénivellation de 100 mètres.

Formation d'un cône



Le plateau de Compiègne

Le plateau de Compiègne est un plateau. Il est caractérisé par une forme plate. Il est orienté du nord-ouest au sud-est. Il est caractérisé par une dénivellation de 100 mètres.



La Montagne de la Sore



La Montagne de la Sore est une montagne. Elle est caractérisée par une forme conique. Elle est orientée du nord-ouest au sud-est. Elle est caractérisée par une dénivellation de 100 mètres.

Formation de la montagne de la Sore



Légende Tourisme

Informations touristiques



Légende Géologie



www.chainedepuis-failledelimagne.com

3 – Accompagnement et organisation du réseau touristique



Table d'interprétation au sommet du puy de Dôme
© J.Way/Cd63

L'accueil physique du public sur le site s'appuie sur les acteurs locaux :

- ▶ Offices de tourisme, gérés par les communes ;
- ▶ Grands sites de visite ;
- ▶ Prestataires touristiques (accompagnateurs, hébergement, restauration).

Conformément à ses missions d'accompagnement et d'animation des acteurs locaux, le Conseil départemental, en lien avec le Parc, assure la cohérence, l'organisation et l'animation de ce réseau touristique sur le périmètre du bien :

- ▶ Par la mise en place de **programmes de formation et de sensibilisation des acteurs touristiques** ;
- ▶ Par la création et la **mise à disposition de supports de communication communs** à l'ensemble du bien, qui répondent à la stratégie d'accueil : diffuser les valeurs du patrimoine mondial, présenter les caractéristiques du bien, orienter la fréquentation vers les sites les plus adaptés et diffuser les recommandations relatives au respect du site ;
- ▶ Par la **création d'une démarche « ambassadeur »** qui vise à labelliser et accompagner les prestataires s'engageant sur une charte de qualité visant à respecter et promouvoir les valeurs du site et du patrimoine mondial.

Réalisations depuis 2013 :

- ▶ Mise en place de réunions d'information (4 à destination des hôteliers et restaurateurs, 15 à destination des offices de tourisme) ;
- ▶ Partenariats avec les principaux sites muséographiques autour de la dynamique de candidature ;
- ▶ Création d'outils de communication communs diffusés à tout le réseau depuis 2014 : guide à destination des professionnels, guide touristique, carte géologique, outils pédagogiques ;
- ▶ Pour éviter la pose d'une signalétique trop lourde en milieu naturel, un outil numérique spécifique à la Chaîne des Puys - faille de Limagne est développé pour permettre un accès à la fois ludique et précis aux différents éléments de connaissance ;
- ▶ Élaboration d'un programme de formation à distance des prestataires touristiques qui sera opérationnel en 2016.

La mission d'expertise indépendante d'octobre 2015 a ainsi remarqué les différents supports et équipements permettant une visite informée et complète de la Chaîne des Puys – faille de Limagne :
« We want to stress that the general infrastructure (accessibility trails, signage, panels, interpretative facilities) is already setup and is well kept. We have also observed that a functioning network (university, restaurants and hotels, museums, open quarries, etc.) is already been setup. » (page 7 du rapport)

Table d'interprétation dans la plaine de Laschamps
© J.Way/Cd63





Carte de localisation des lieux et espaces dédiés aux visiteurs dans le bien et ses environs
© E. Langlois, CERAMAC, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand



4 – Développement des pratiques respectueuses et d'un tourisme durable sur le site

En complément des différents outils d'information et des activités pédagogiques, il s'agit de renforcer la sensibilisation de terrain au travers des agents des différents lieux d'accueil et des **équipes de surveillance présentes dans les sites naturels**.

Cette action s'appuie également sur la constitution d'un réseau de **veilleurs bénévoles** qui seront formés aux caractéristiques du bien. Ils auront pour mission de signaler au gestionnaire la survenance de faits susceptibles de compromettre l'intégrité du bien ou, inversement, d'initiatives qui contribuent à sa préservation.

Enfin, un accent particulier est mis sur l'accueil organisé des groupes, avec la mise en place d'un système d'**accréditation des accompagnateurs en montagne**.



Réalisations depuis 2013 :

- ▶ Présence permanente de 4,5 gardes nature assermentés sur la Chaîne des Puys-faille de Limagne qui viennent en complément et en appui des autres modes de surveillance présents sur le site ;
- ▶ Renforcement à partir de 2016 des actions de surveillance et de sensibilisation par la mise en place de renforts saisonniers ;
- ▶ Actions de l'État (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Office National de l'Eau et des Ailieux Aquatiques...) visant à contrôler et sanctionner les infractions en matière de protection de la faune, de la flore, de la ressource en eau, des espaces naturels... ;
- ▶ Patrouilles à cheval de l'Office National des Forêts sur la partie centrale du bien : sensibilisation des usagers à la fragilité du site et au respect des consignes de visite ;
- ▶ Sensibilisation et formation volontariste des accompagnateurs en montagne : élaboration de la charte de l'accompagnant, développement d'un site internet d'inscription afin de réguler les accès des groupes aux sites emblématiques (mise en œuvre prévue en mars 2016).

5 – Mise en place de prestations touristiques de qualité favorisant les retombées locales

Les prestations touristiques offertes sur le bien doivent atteindre le **niveau de qualité attendu sur un site patrimoine mondial** notamment au sein des structures assurant l'hébergement et la restauration. Elles doivent également favoriser le développement des communautés locales en privilégiant des petites structures et l'approvisionnement local.

Une attention est également portée sur les modalités d'accueil des personnes handicapées.



Pour ne pas accroître la pression sur le périmètre Chaîne des Puys - faille de Limagne, il s'agit également de tirer parti de l'offre d'hébergement et de restauration disponible sur les territoires limitrophes avant de chercher à combler en volume les manques potentiels du périmètre :

- ▶ Développement de l'outil Agrilocal² permettant une mise en relation des producteurs locaux avec les restaurateurs, hôteliers, villages de vacances : 43 fournisseurs sur le périmètre Chaîne des Puys et à proximité, 57 acheteurs sur le même secteur géographique ;
- ▶ 19 sites d'accueil labellisés « Tourisme et Handicap ³ ».

Réalisations depuis 2013 :

Cinq projets réalisés ou en cours visant à l'amélioration de structures d'accueil existantes au sein du périmètre ou à proximité (lac d'Aydat, modernisation du camping de Ceyrat, rénovation du château de Theix à Saint-Genès-Champanelle, création d'un éco-complexe à Volvic, construction de cabanes bois de Sauterre, modernisation de la maison rurale pour l'accueil de groupe à Vernines).

Reconversion des installations d'une ancienne carrière par l'éco-lodge Bois Basalte
© Bois Basalte

6 – Gestion des modes de déplacement des visiteurs

Organiser un accès au bien **sans avoir à recourir à un véhicule individuel** constitue l'un des objectifs poursuivis avec l'accroissement des modes de transport doux tels que le vélo, ou la mise en place de l'accès au sommet du puy de Dôme par un train à crémaillère. Pour accéder au site, des services spécifiques aux périodes touristiques se développent tels que des navettes au départ de la gare de Clermont-Ferrand. De plus, un nouveau circuit de vélo route a été inauguré en 2015.

Par ailleurs, l'**organisation des stationnements** se structure à partir d'un schéma des stationnements établi à l'échelle du périmètre candidat. Il vise à rationaliser les offres de stationnement, supprimer certaines aires impropres (sécurité, intégration dans le site, desserte inappropriée) et répondre à la problématique des campings-cars.

Réalisations depuis 2013 :

Tous ces éléments sont décrits dans la fiche Déplacements et stationnements.

2 - Agrilocal : grâce à un module de géolocalisation automatique, Agrilocal organise une liaison directe entre des acheteurs (établissements publics de restauration, restaurateurs) et d'autre part les producteurs et entreprises locales impliquées dans une démarche visant à un approvisionnement durable et de qualité.

3 - Le label « Tourisme et Handicap », marque de l'État français, a pour objectif d'apporter une information fiable, descriptive et objective de l'accessibilité des sites et équipements touristiques en tenant compte des 4 types de déficiences (auditive, mentale, motrice et visuelle) et de développer une offre touristique adaptée.

Conclusion

Si le projet d'inscription du site sur la Liste du patrimoine mondial a pour vocation première une préservation renforcée des attributs par une meilleure connaissance de ses caractéristiques et une gestion globale de la zone cœur et de la zone tampon, le plan de gestion intègre une **stratégie touristique qui concilie préservation du bien et création de ressources pour les communautés locales**. En renforçant des dispositifs préexistants, en en développant de nouveaux, le plan de gestion se traduit d'ores et déjà par des résultats concrets sur le terrain.

Outils numériques

Applications mobiles : Auvergne Rando et Volcans d'Auvergne

Sites Internet : www.chainedespuys-failledelimagne.com

www.auvergne-tourisme.info

www.planetepuydedome.com



Déplacements & stationnements



Extraits du rapport UICN 2014 :

« En haute saison, le stationnement illégal et le trafic routier élevé affectent encore un peu plus l'intégrité du bien proposé et entraînent des conflits entre les propriétaires, les administrateurs et les visiteurs. » (page 77 rapport français)

« Le bien comprend également plusieurs réseaux de communication et de transport, y compris quelques routes plus ou moins importantes, des parkings, une ligne de chemin de fer... » (page 77 rapport français)

« Plusieurs parties prenantes ont noté que les facilités de transport public actuelles sont limitées : il y a peu de parkings, aussi bien pour les véhicules de tourisme que de camping, ce qui entraîne un stationnement illégal en bord de route ». (page 78 rapport français)

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- Les infrastructures liées au déplacement, d'emprise limitée, situées en grande partie en zone tampon, ont une vocation principalement locale et agricole
- L'objectif du plan de gestion est de diminuer le trafic routier et l'impact des stationnements par le développement des transports en commun et le traitement paysager des aires d'arrêt
- Les mobilités douces sont également développées à travers la création d'itinéraires dédiés au cyclo-tourisme et la desserte des sentiers de randonnée par le réseau de bus urbains clermontois

Analyse de la situation existante

1 – Un réseau routier peu dense de desserte locale

Afin d'objectiver l'analyse des impacts des infrastructures existantes sur le bien, le présent paragraphe vise à apporter des données quantitatives et qualitatives sur cette question.

Tout d'abord, il apparaît nécessaire de constater que si le site est maillé par un réseau lâche de voiries secondaires celles-ci sont situées principalement dans la zone tampon et permettent la desserte locale de ce secteur agricole et faiblement peuplé (le trafic de grand transit contourne le site, via des axes autoroutiers éloignés et plus attractifs). Comme on peut le voir sur la carte, un faible nombre d'entre elles traversent la zone cœur (**emprise estimée à 112 ha soit 0.46% de la zone cœur**), permettant une communication de part et d'autre du bien, une desserte locale limitée étant donné la très faible densité de population en zone cœur et la desserte touristique du site. Une analyse objective des comptages routiers permet de vérifier que l'ensemble de ces voies supportent un faible trafic, à l'exception de trois axes Est-Ouest, qui permettent la traversée du site et accueillent de ce fait une circulation qu'on peut qualifier de modérée au regard de ce qu'on peut trouver dans d'autres sites touristiques. En effet, comme l'indique la carte ci-contre, **le trafic maximum n'y excède pas les 10 000 véhicules/jour**. À titre comparatif, sur un site géologique européen, de taille similaire, inscrit au patrimoine mondial tel que la Jurassic Coast au Royaume-Uni, les chiffres¹ donnaient sur la voirie principale de desserte du bien, un trafic routier dépassant les 20 000 véhicules / jour en 2006.

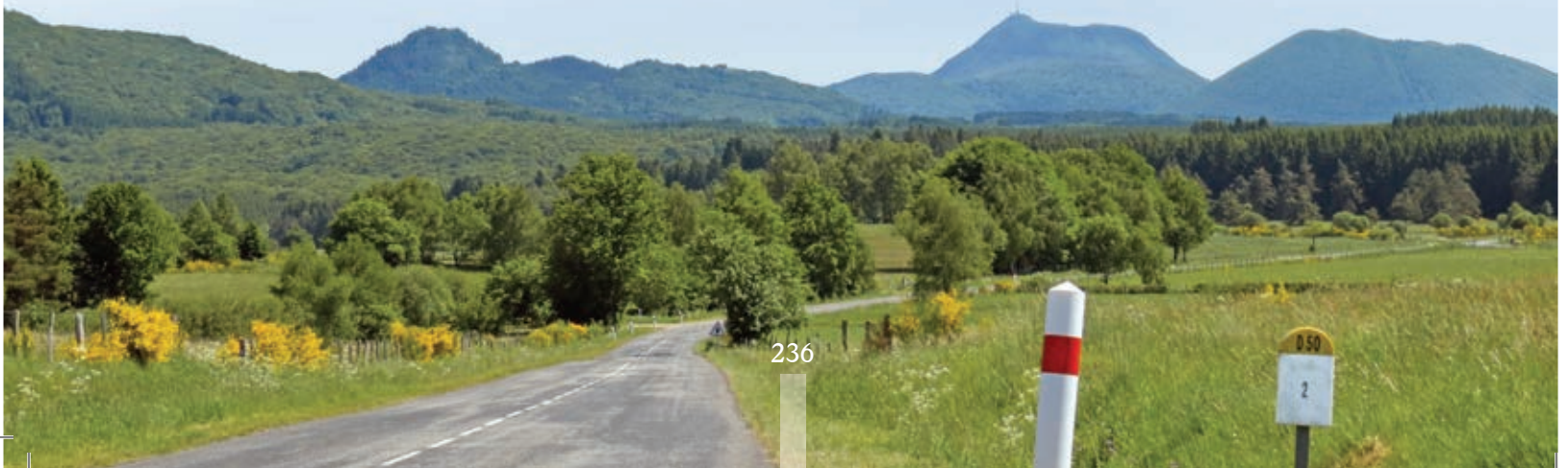
Ces voiries anciennes sont le plus souvent de faible largeur et suivent la topographie du terrain, avec des déblais/remblais limités en volume. De ce fait **leur impact paysager est globalement faible**. Passant par de petits cols, elles évitent les édifices volcaniques et n'affectent donc pas la lisibilité et l'intégrité des formes géologiques qui font la qualité du site.

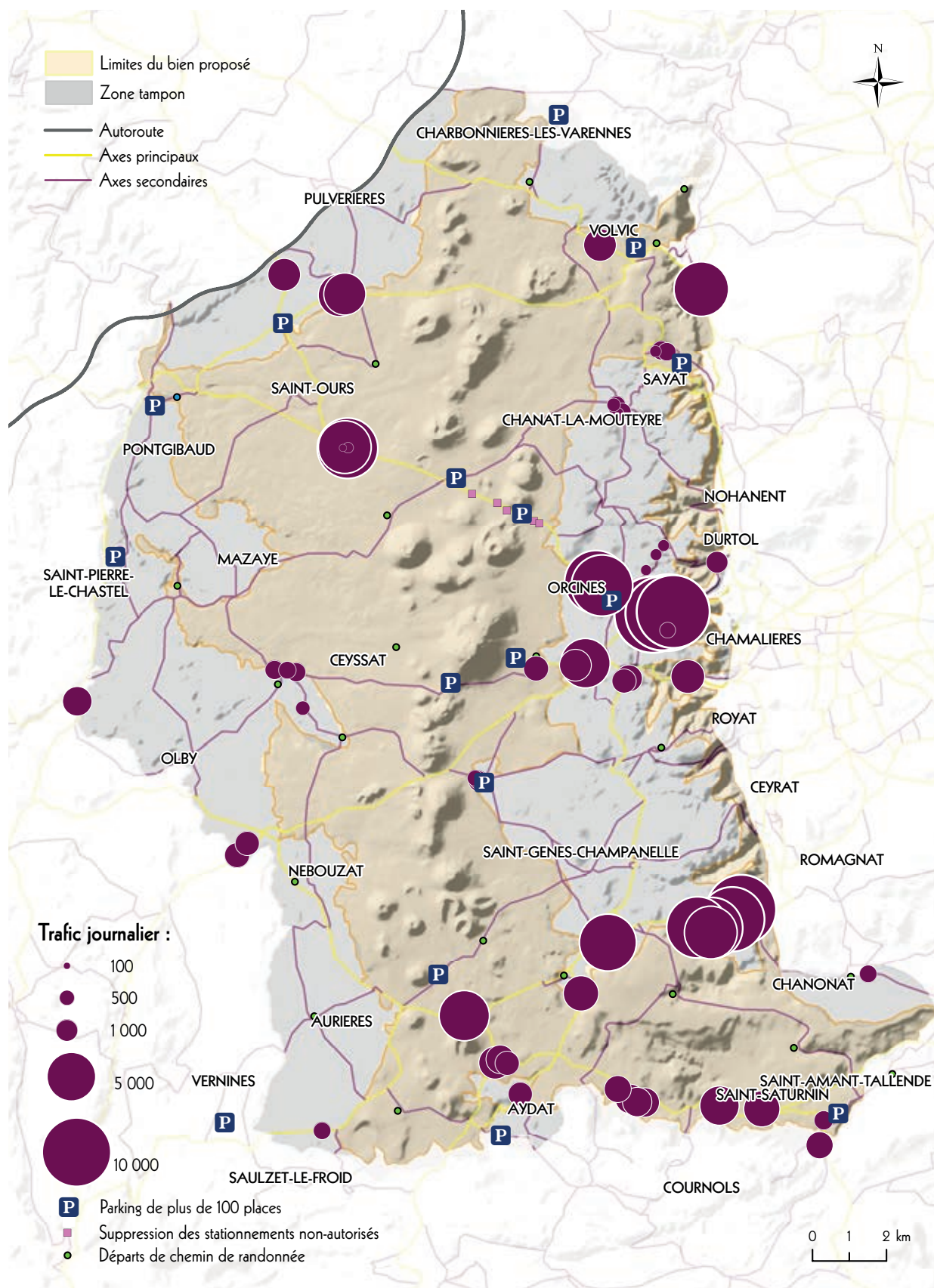
La ligne de chemin de fer citée relie Clermont-Ferrand au Mont-Dore. Elle longe la faille, contourne le bien par le nord puis longe l'ouest de la zone tampon. Cette ligne est située principalement en zone tampon, à l'exception d'une courte traversée de la Chaîne des Puys et de la montée de la faille qui est principalement réalisée en tunnel. C'est une voie unique, non électrifiée et aux caractéristiques réduites (peu de déblais/remblais). Lors de la traversée de la faille, la ligne est très peu visible, et supporte un trafic passager essentiellement local, la majorité des trains ne parcourant que le tronçon Volvic-Clermont-Ferrand.

En conclusion, il convient de **nuancer l'impact des infrastructures sur le bien**. D'une part celles-ci se situent principalement en zone tampon. En outre leur faible emprise, leurs caractéristiques réduites collant au plus près de la topographie ainsi que des trafics faibles liés à une **vocation principalement locale et agricole limitent leur impact physique et paysager sur le site**.

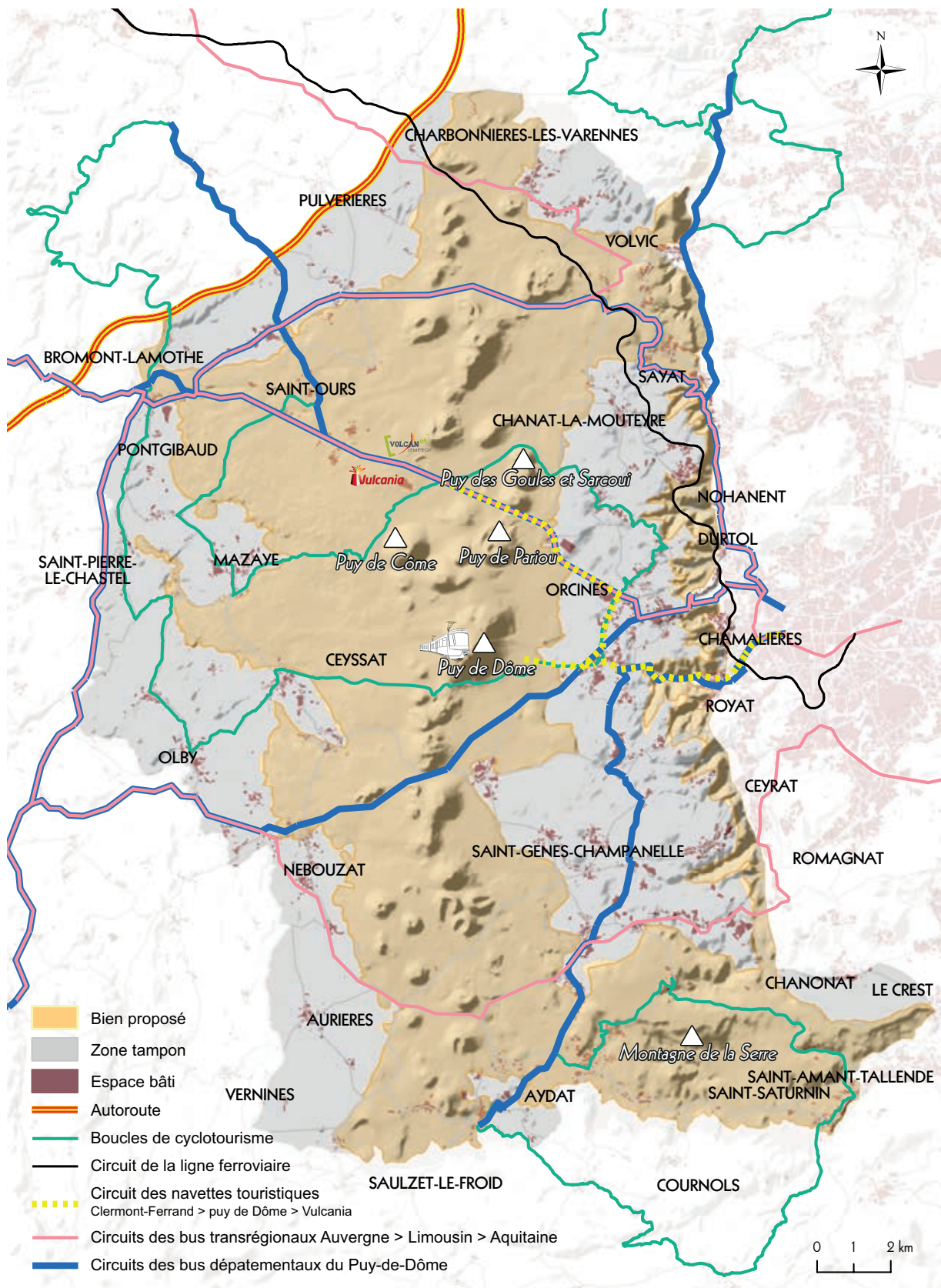
Exemple typique de route locale qui dessert la Chaîne des Puys
© Direction Générale Routes, Mobilité et Patrimoine, Cd63

1 - Source : *The Purbeck Section of the Dorset & East Devon World Heritage Site Carrying Capacity Evaluation Report*, p.22, The Market Research Group, Bournemouth University, May 2007.





Cartographie des flux routiers et principaux stationnements dans le bien proposé
 © E. Langlois, CERAMAC, d'après Direction Générale Routes, Mobilité et Patrimoine, Cd63



Carte des principaux circuits de transport sur le bien proposé et sa zone tampon
 © E. Langlois, CERAMAC, d'après Direction Générale Routes, Mobilité et Patrimoine, Cd63

2 – L'offre de transports en commun

Pour **limiter le recours aux véhicules individuels**, il existe d'ores et déjà une offre de transports en commun multiples et fréquents :

- ▶ Soit exclusivement réservés aux transports scolaires (37 lignes) ;
- ▶ Soit grand public : 9 lignes² de bus régulières auxquelles il convient d'ajouter les navettes touristiques reliant la gare ferroviaire de Clermont-Ferrand aux sites du puy de Dôme et de Vulcania pendant les périodes hautes, soit d'avril à octobre.

La ligne de chemin de fer constitue également une alternative intéressante aux véhicules individuels pour le transport pendulaire.

3 – Un dimensionnement et une intégration des aires de stationnement des véhicules légers

L'objectif du plan de gestion en matière de mobilités, en lien avec les orientations nationales des lois Grenelle (2009-2010), est de **diminuer l'emprise de la voiture individuelle au profit des transports en commun et des transports doux**, tant pour les déplacements des habitants que des visiteurs.

La maîtrise du recours aux véhicules individuels s'accompagne d'un **traitement spécifique des stationnements** : **suppression des stationnements non-homologués** au profit de l'implantation sur des emplacements existants de **stationnements intégrés d'un point de vue paysager et environnemental**. Cette intégration paysagère est effectuée selon les critères suivants :

- ▶ Privilégier des poches de stationnement de petite taille et située en zone tampon ;
- ▶ Pour des parkings de plus grande dimension, privilégier des poches étagées et séparer ces poches par des haies arbustives et arborées, ce qui limite l'impact visuel ;
- ▶ Privilégier des sols bruts, sans enrobé ou béton ;
- ▶ Privilégier des parkings en bordure de forêt et arborés.

Dans tous les cas, **une étude paysagère** est réalisée par un professionnel afin d'intégrer au mieux le parking dans le paysage. La stratégie d'accueil du public de randonneurs, détaillée sur la fiche tourisme page 221, vise à **diffuser la fréquentation sur un large panel de sites choisis**. Cela permet ainsi de **limiter, sur chaque départ de randonnée, les besoins en stationnement**.

Évoquées lors de la visite de terrain par l'association des propriétaires du secteur du Pariou, des difficultés de stationnement sont évoquées dans le rapport de l'UICN : « *En haute saison, le stationnement illégal et le trafic routier élevé affectent encore un peu plus l'intégrité du bien proposé et entraînent des conflits entre les propriétaires, les administrateurs et les visiteurs.* » Il convient de préciser que cette problématique ne **concerne qu'un seul secteur du bien** (col des Goules), qui fait l'objet d'un stationnement inapproprié, mais pas illégal en bord de route. On peut en effet dénombrer certains jours une **quarantaine de véhicules** stationnés sur un linéaire de 200 m. Cette question a fait l'objet depuis 2013 d'un **traitement spécifique** détaillé ci-après.

2 - Aydat/Clermont ; Clermont /Giat via Saint-Ours ; Clermont/Le Crest/Saint-Saturnin ; Champeix/Clermont via Saint-Amant Tallende, Clermont/Bourg Lastic via Olby et Nébouzat ; Clermont/Pontgibaud ; Clermont/les Ancizes via Saint-Ours ; Riom/Volvic ; Clermont/Enval via Volvic et Sayat.

4 – Des aires de stationnement des camping-cars hors de la zone cœur

Un nombre non négligeable de visiteurs, parcourant plus largement la région, rejoignent le bien en camping-car, ce qui nécessite des infrastructures dédiées. La zone comprend dix aires de camping-car pour 150 emplacements, et 100 emplacements supplémentaires dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres autour du périmètre Chaîne des Puys - faille de Limagne. Cependant, comme le constate le rapport de l'UICN et comme cela a pu être identifié dans le plan de gestion, ces facilités apparaissaient jusqu'à aujourd'hui insuffisantes et le déficit est estimé à environ 100 places. Le plan de gestion a donc prévu la **réalisation de nouveaux emplacements** afin de répondre à ces besoins.

Il convient de noter que les stationnements de camping-cars **se situent exclusivement dans la zone tampon**. Ils n'ont donc aucun impact paysager et géologique sur le bien. Leur choix d'implantation ainsi qu'une intégration paysagère poussée permettent également de ne pas affecter la qualité des abords immédiats.

Évolutions depuis 2013 et perspectives

1 – Aménagements et dimensionnement d'aires de stationnement

Le Conseil départemental assure la gestion et l'entretien du réseau de voiries décrit ci-dessus et en possède donc la totale maîtrise. **Aucun agrandissement ou création de nouvelles voiries n'est prévu sur le site**, les voies présentant des caractéristiques adaptées au trafic local qu'elles supportent.

En ce qui concerne le stationnement, le Conseil départemental a réalisé en 2015 un recensement et un **diagnostic complet des aires de stationnement sur le site**. En dehors du point déjà identifié du col des Goules, ce diagnostic permettra de définir un programme de traitement des aires de stationnement. Il sera défini sur la base d'une analyse multicritères prenant en compte : opportunité du maintien de l'aire au vu de son emplacement et des sites desservis ; niveau d'entretien effectivement assuré ; sécurité de l'accès à la voie de circulation ; intégration paysagère.

Le stationnement inadapté en bordure de route au col des Goules a été supprimé en 2015 par l'implantation d'une banquette talus de terre végétalisée empêchant l'arrêt. Ce stationnement a été reporté sur le parking déjà existant en contrebas du col, d'une capacité de 150 véhicules. Ce parking a également fait l'objet d'un réaménagement paysager pour optimiser l'espace existant et sera agrandi courant 2016 à la faveur d'un traitement environnemental pour pouvoir accueillir cinquante véhicules supplémentaires.

Parking paysager de 150 places
au col des Goules
© J. Way/Cd63



En ce qui concerne les camping-cars, deux opérations réalisées depuis 2013 permettent de répondre aux enjeux identifiés :

- ▶ L'ouverture d'une aire paysagée sur les parkings existants dans l'enceinte de Vulcania (65 nouveaux emplacements, travaux achevés en 2014) ;
- ▶ La transformation du camping d'Orcines en aire de camping-cars (50 nouveaux emplacements, travaux en cours pour une mise en fonction à l'été 2016).

2 – Une offre de transports en commun pour concurrencer la voiture individuelle

Pour réduire le recours aux véhicules individuels, le **réseau des transports en commun a été renforcé**. Les fréquences, horaires et sites desservis ont été **adaptés en fonction des fluctuations saisonnières** de fréquentation touristique comme aux variations des flux pendulaires. Toutes les informations liées aux transports sont intégrées dans les documents de communication à destination du public.

Réalisations depuis 2013 :

- ▶ 2014/2015 : **Desserte des sentiers de randonnée par le réseau de bus urbains de l'agglomération**. À partir des terminus des lignes, 170 kilomètres de sentiers en toiles d'araignée ont été développés sur des chemins préexistants. Environ un tiers d'entre eux concerne le périmètre et permet de pratiquer la randonnée sur la faille de Limagne et la Chaîne des Puys sans avoir à utiliser de véhicules particuliers pour atteindre le point de départ ;
- ▶ 2014 : **intensification des navettes Clermont-Ferrand / Chaîne des Puys** par extension de la période de circulation qui débute désormais aux vacances de printemps et lancement de nouvelles dessertes depuis Clermont-Ferrand ;
- ▶ Septembre 2015 : mise en circulation d'**une nouvelle ligne de bus touristique** desservant quatre fois par jour, aller-retour, l'Ouest de Chaîne des Puys depuis l'agglomération clermontoise, avec un arrêt intermédiaire aux deux sites majeurs de Vulcania et Lemptégy.



Suppression du stationnement inadapté au col des Goules par l'implantation d'un talus végétalisé
© J. Way/Cd63

3 – Une promotion des déplacements à vélo

Les modes de transport doux sont également encouragés afin de permettre une fréquentation alternative du site pour les visiteurs et les sportifs locaux qui prisent cet espace naturel dans leurs pratiques régulières.

Réalisations depuis 2013 :

- ▶ Fin 2013 : adoption du nouveau schéma départemental des pistes cyclables qui fait du périmètre Chaîne des Puys - faille de Limagne un secteur prioritaire pour le renforcement des itinéraires vélo ;
- ▶ 2015 : création de la boucle cyclo-touristique des Dômes.



Conclusion

Les infrastructures du bien citées par le rapport UICN sont principalement situées dans la zone tampon et destinées à la desserte locale des villages et des terrains agricoles. De ce fait elles reçoivent en majorité un trafic faible ou ponctuellement modéré. Les caractéristiques de ces infrastructures sont réduites et leur impact paysager et physique sur le site est limité. **Aucune création d'infrastructure routière nouvelle n'est nécessaire ou programmée.**

Les difficultés de stationnement relevées lors de l'évaluation UICN en 2013 sont **ponctuelles** et ont fait depuis cette date l'objet d'un **traitement spécifique** réalisé par le gestionnaire qui a permis de les résorber.

Enfin, l'offre de transports en commun et de mobilités douces ont d'ores et déjà été renforcés afin d'offrir une alternative au véhicule individuel.

Maintien & de la visibilité des puys rôle du pastoralisme

Extraits du rapport UICN 2014 :

« Les approches traditionnelles de gestion sont appliquées dans les secteurs de la sylviculture et de l'agriculture qui reçoivent un appui des autorités nationales ainsi que des gouvernements régionaux, municipaux et communaux. Il convient de noter que les activités agricoles particulièrement liées au pastoralisme et au pâturage d'été reçoivent des subventions directes ou dans le cadre de projets du gouvernement et d'autres initiatives. » (pages 76 - 77 du rapport français)

« Le paysage du bien fait l'objet d'une gestion importante depuis plus de 10 000 ans. Les expressions visibles clés de cette histoire d'utilisation des terres comprennent la dégradation et l'érosion des cônes (puys) par le pâturage, les pratiques agricoles, l'expansion des forêts [...] ainsi que par la couverture complète des coulées de lave par une forêt dense. » (page 77 du rapport français)

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- L'activité pastorale sur le site participe à la prévention du phénomène d'érosion des sols, au maintien de l'ouverture des paysages et à la lisibilité des formes géologiques
- Le plan de gestion identifie pour cela 2 actions : un soutien à l'activité traditionnelle pastorale (maintien de prairies de pâture, constructions de cabanes) et une coordination entre l'agropastoralisme et la gestion sylvicole pour les paysages
- Depuis 2014, plusieurs édifices volcaniques font l'objet d'une gestion intégrée qui tient compte des enjeux d'accueil du public, de gestion pastorale, de préservation de la biodiversité, de mise en valeur paysagère et de lutte contre l'érosion

Commentaire/descriptif

Les activités agricoles et sylvicoles ont **façonné les paysages de la Chaîne des Puys - faille de Limagne** en **donnant plus de visibilité aux formes géologiques** que si ces paysages étaient restés soumis aux dynamiques végétales naturelles. **L'activité pastorale maintient les landes et les sommets des puys ouverts**. Par ailleurs, **l'alternance de prairies et de forêts permet de souligner les caractéristiques morphologiques** originales des coulées volcaniques, dont le chaos est toujours bien visible dans les sous-bois.



Chaos des coulées dans la cheire de Côme
© J.-P. Voilhes

L'érosion qui a eu lieu au XIX^e siècle du fait du surpâturage n'a plus cours aujourd'hui, le site faisant en fait face à une menace adverse, à savoir la **déprise agricole et le risque de couverture totale des volcans par la forêt** (Cf. fiche sur les réalités de l'érosion, page 189).

Les paysages évoluent en permanence. En effet, les changements climatiques accélèrent les dynamiques végétales, tandis que les modalités de gestion sylvicole et pastorale modifient la compétition naturelle entre herbacées et ligneux.

Les critères qui fondent la valeur universelle exceptionnelle sont naturels. **Mais sans intervention humaine**, les processus naturels à l'œuvre contribueraient à l'enrichissement et au boisement du site et donc, à une **banalisation des paysages**. À l'inverse, laisser les activités humaines se développer sans entrave, comme dans n'importe quel espace proche de lieux habités, constituerait un **risque important de surexploitation et d'artificialisation des paysages**.

La protection et la mise en valeur des éléments constitutifs de la valeur universelle exceptionnelle passent donc par une préservation des formes géologiques, le maintien de leur intégrité et de leur lisibilité et par une cohabitation harmonieuse entre l'Homme et la Nature à travers de **nouveaux protocoles de gestion**. C'est l'articulation sur laquelle repose le premier des trois grands axes du plan de gestion Chaîne des puys - faille de Limagne mis en place depuis 2012 et actualisé et complété par tous les partenaires du projet en 2015 (document joint en annexes).

En jouant sur la complémentarité entre l'agropastoralisme et la forêt, il s'agit notamment de **pérenniser l'activité pastorale** afin de maintenir des espaces ouverts et entretenus, car au-delà de l'impact paysager de l'activité pastorale, celle-ci est également propice à l'existence d'une **biodiversité particulière** (zones Natura 2000). Il est donc indispensable, en parallèle à des actions ciblant les zones pastorales, d'engager une **politique volontariste de soutien à l'agriculture d'élevage** sur les plateaux par l'aide à la transmission des exploitations

ou le soutien aux nouvelles installations et la valorisation des produits, afin d'assurer la **pérennité d'une activité traditionnelle** nécessaire à la préservation de la lisibilité du bien. Il s'agit ici de connaître et anticiper l'évolution des exploitations et de fournir un effort accru pour l'identification et l'accompagnement des porteurs de projet.

Dans le même temps, les forêts matures d'un point de vue sylvicole seront récoltées dans les prochaines années. Cette **sénescence naturelle des boisements** de la Chaîne des Puys est une opportunité pour orienter les futures forêts en :

- ▶ **Dégageant les bases et les sommets** des édifices volcaniques ;
- ▶ **Diversifiant les essences et les âges** des futurs arbres afin de favoriser les sous-bois et la **biodiversité** ;
- ▶ **Stabilisant les pentes** des volcans pour prévenir l'érosion des sols ;
- ▶ Supprimant les **boisements gênants**.

Évolution depuis 2013/perspectives

Depuis l'évaluation de terrain de 2013, **plusieurs actions et expérimentations** ont été mises en place en matière de soutien au pastoralisme et réouverture de paysages.

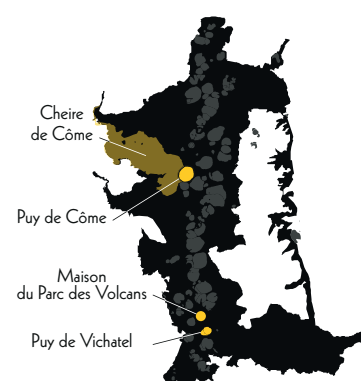
1 – Soutien au pastoralisme

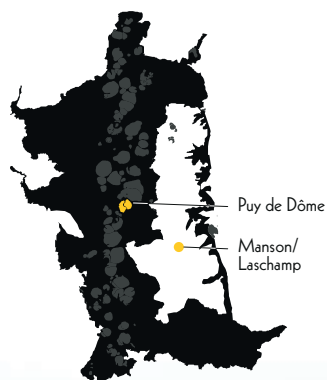
Outre les mesures globales menées depuis plusieurs années par l'État, les collectivités territoriales et le Parc des Volcans pour accompagner les estives (plans de gestion pastorale, mesures agri-environnementales, Natura 2000), des actions plus ponctuelles et expérimentales ont été lancées dans le cadre du plan de gestion patrimoine mondial qui a sensibilisé les acteurs locaux, dont les membres de la Fondation Chaîne des Puys - faille de Limagne, aux enjeux du pastoralisme.

Mise en place d'un troupeau « d'intérêt public » pour lutter contre l'emboisement

L'objectif de cette **action expérimentée en 2015** était de disposer d'un **outil de gestion ad hoc de la reconquête végétale** dans certains secteurs majeurs de la Chaîne des Puys, en cours d'embroussaillage mais difficilement intégrables au fonctionnement actuel des exploitations agricoles. D'où la mise en place par le Parc des Volcans en **collaboration avec le lycée agricole** de Rochefort-Montagne, d'un **troupeau de brebis « d'intérêt public »** sur la zone test du puy de Vichatel. Cette expérimentation pourra être étendue sur d'autres zones à rouvrir dans le futur. Pour ce faire, le troupeau est conduit par une **bergère du Parc**, sensibilisée aux enjeux paysagers et écologiques, pour adapter le pâturage à la qualité de l'herbe, la sensibilité des sols et privilégier l'ouverture de certains points de vue. Ses missions sont les suivantes :

- ▶ Établir un **plan de pâturage** et un bilan de la saison pastorale sur Vichatel et Montlosier (siège du Parc des Volcans) ;
- ▶ Rouvrir la zone en contenant les ligneux et en réinstallant une prairie de pâture ;
- ▶ Assurer la **gestion pastorale** des parcelles en propriété du Parc des Volcans d'Auvergne ;
- ▶ Assister les **groupements pastoraux collectifs** du territoire dans le cadre de missions ponctuelles, notamment pour la réalisation de plans de pâturage, le suivi de la végétation et sa cartographie ;
- ▶ Participer à la réflexion sur l'extension d'une gestion pastorale de certaines **zones en cours de fermeture** ;
- ▶ Sensibiliser les habitants aux problématiques pastorales en Chaîne des Puys.





Construction de cabanes pour les bergers de la Chaîne des Puys

Si le pastoralisme est crucial pour les paysages de l'alignement volcanique, cette activité économique est en voie de disparition du fait des conditions de travail et de vie difficiles. Les bergers manquent de locaux d'habitation adaptés à leurs besoins et logent tout au long de la saison dans des caravanes. Afin de redynamiser cette activité et renforcer son attractivité auprès d'éventuels nouveaux bergers, les gestionnaires du bien ont souhaité :



Nouvelle cabane de berger au pied du puy de Dôme
© V. Rivet

- ▶ Moderniser les équipements mis à leur disposition ;
- ▶ Construire des logements qui répondent aux caractéristiques architecturales des anciennes cabanes de berger mais dotés d'un confort moderne ;
- ▶ Viser une harmonie entre les paysages, leur intégrité et l'insertion de ces cabanes.

C'est ainsi que deux cabanes ont été construites, l'une sur l'estive de Manson à Laschamp en 2013 ; l'autre au pied du puy de Dôme, côté Nord en direction du puy Pariou, en 2015 (Voir carte des actions de préservation et de mise en valeur, fiche dédiée aux réalités de l'érosion page 189).



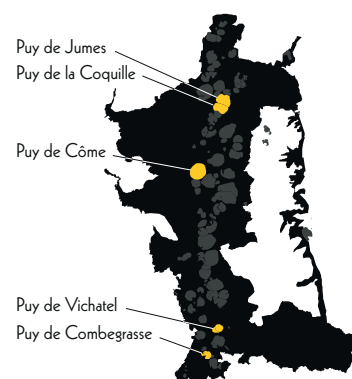
2 – Réouverture paysagère de certains volcans et gestion intégrée des édifices

Depuis 2014, plusieurs sites volcaniques de la Chaîne des Puys ont fait l'objet d'actions intégrées de préservation et de mise en valeur, démontrant la capacité d'action face à l'emboisement. Seront présentés ici les projets concernant les puys de Vichatel, Combegrasse et Jumes-Coquille initiés entre 2012 et 2015, mais bien d'autres actions sont menées en lien avec la lutte contre l'érosion (Voir carte des actions de préservation et de mise en valeur, fiche dédiée aux réalités de l'érosion, page 189) et la diffusion de la fréquentation touristique (Voir fiche dédiée page 221).

L'approche retenue par le plan de gestion pour sélectionner les édifices prioritaires est une approche multicritère visant à sélectionner les puys les plus propices à ces opérations en prenant en compte les questions :

- ▶ De qualité paysagère et géologique de l'édifice mis en valeur, en recherchant une diversité de formes volcaniques représentatives de la richesse de la Chaîne des Puys (cônes à cratères, cônes égueulés, dômes, maars, double cratère) ;
- ▶ De sensibilité écologique et de tenue des sols face à l'érosion ;
- ▶ D'accessibilité pour le public, avec des stratégies d'ouverture différenciées ;
- ▶ D'intérêt pastoral pour les troupeaux existants (capacité à maintenir le paysage ouvert).

Les opérations de préservation et de mise en valeur réalisées sur ces puys font l'objet d'une vision intégrée prenant en compte les enjeux d'accueil du public, de gestion pastorale, de préservation de la biodiversité, de mise en valeur paysagère et de lutte contre l'érosion. Le plan de gestion prévoit de poursuivre ces opérations sur un certain nombre de puys ciblés.





Réouverture du puy de Vichatel (propriété du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne)

Le puy de Vichatel, propriété du Parc des Volcans, a été inscrit dans un plan de gestion global du domaine de Montlosier avec comme triple objectif de :

- ▶ **Mettre en valeur** le bel édifice de Vichatel et ses **points de vue privilégiés** sur le Sancy (réouverture du cratère et de quatre points de vue ciblés) ;
- ▶ **Tester de nouvelles pratiques de gestion pastorales et sylvicoles** avec la conduite d'un troupeau mobile par une bergère du Parc (gardes Nature) ;
- ▶ **Désengorger le secteur central** de la Chaîne des Puys au profit d'un nouveau site de visite (Cf. fiche tourisme et gestion de la fréquentation, page 221) ;

Pour ce faire, le Parc a travaillé de concert avec le Lycée agricole de Rochefort-Montagne et l'office national des Forêts et programmé deux tranches de travaux entre 2014 et 2015 comprenant :

- ▶ L'achat de parcelles par le Parc afin de constituer un ensemble géographiquement cohérent et continu ;
- ▶ La rédaction d'un plan de gestion avec l'Office National des Forêts ;
- ▶ Le repérage des **enjeux écologiques** sur les parcelles boisées ;
- ▶ L'ouverture du cratère de Vichatel et création de cônes de vues par abattage, billonnage, ébranchage, broyage et évacuation ;
- ▶ La réouverture de noisetières pour tester la possibilité de reconquête de certains secteurs en cours de boisement ;
- ▶ La gestion du troupeau ovin du Lycée agricole de Rochefort-Montagne par une garde Nature bergère pour maintenir des ouvertures paysagères tout en respectant la biodiversité du site et la fragilité de ses sols (filets ovins repositionnables) ;
- ▶ **Le tracé d'un sentier adapté** à la découverte du volcan comme à la fragilité des sols (création de lacets, soutènement, tressages manuels par les gardes nature du Parc et débardage par attelage d'un cheval) ;
- ▶ La mise en place **d'éco-compteurs**.



Estive sur le puy des Goules
© J. Way/Cd63

Réouverture du puy de Combrasse (propriété sectionale collective)

Le plan de gestion UNESCO a été mené dans le cadre d'une **large concertation des acteurs du bien**. Ces **réunions de sensibilisation et d'échanges** ont entre autres permis **l'émergence de projets d'initiatives locales**. Il en est ainsi de la mise en valeur du puy de Combrasse, démarche exemplaire conduite par le syndicat mixte de gestion forestière d'Aydat (SMGF) entre 2012 et 2015.

Cet édifice, qui offre une **vue à 360°** sur le Sud de la Chaîne des Puys, le lac de barrage d'Aydat et le massif du Sancy, fut pâture jusqu' dans les années 1970, puis du fait de la cessation de cette activité, a été lentement recouvert de peuplements spontanés de pins sylvestres. La concordance du plan de gestion Chaîne des Puys - faille de Limagne et du besoin en terrains de pâture d'éleveurs ovins locaux ont créé l'opportunité d'une mise en valeur paysagère et pédagogique de ce site.

Ce projet de gestion intégrée est d'autant plus intéressant :

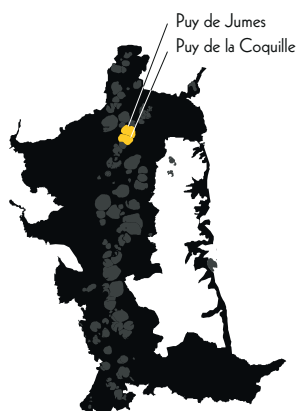
- ▶ Qu'il a reposé sur une large démarche participative avec les différents usagers du site : habitants, agriculteurs, forestiers, sociétés de bois-énergie, visiteurs et chasseurs ;
- ▶ Qu'il a associé de nombreux acteurs autour de la maîtrise d'œuvre du SMGF : services de l'État, Office national des Forêts, Parc des Volcans, communauté de communes des Cheires, Conseil départemental, Conseil régional et universités Clermontoises.

Les actions réalisées entre 2014 et 2015 ont consisté en :

- ▶ La coupe de pins sylvestres et leur broyage ;
- ▶ La vente des copeaux en circuits courts aux chaufferies clermontoises ;
- ▶ Le maintien de zones boisées pour abriter la faune et stabiliser les pentes ;
- ▶ La création d'un linéaire de chemin s'appuyant sur l'existant et permettant une boucle pour la découverte complète du volcan ;
- ▶ Le conventionnement avec trois éleveurs locaux pour un plan de pâture suivi par le Parc des Volcans ;
- ▶ La réalisation d'études pour l'accueil du public ;
- ▶ Le projet de création d'une aire de stationnement ;
- ▶ La mise en place d'une signalétique d'interprétation du site ;
- ▶ La conduite d'une étude botanique et phyto-écologique des landes et pelouses pastorales.

Ce projet expérimental va servir de **cadre de référence à d'autres projets** similaires dans la Chaîne des Puys.





Réouverture des puy de Jumes et Coquilles (propriétés sectionales collectives)

Ces cônes jumeaux du Nord de la Chaîne des Puys offrent une vue particulièrement privilégiée sur l'alignement volcanique et méritent de fait une mise en valeur accompagnée de mesures de protection contre l'érosion.

Cela a donné lieu à un projet conjoint entre le Conservatoire des Espaces Naturels d'Auvergne (CENA) et le Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, entre septembre et décembre 2015 avec :

- ▶ L'ouverture du cratère du puy de Jumes et de points de vue sur l'ensemble tectono-volcanique grâce à un plan de pâturage ciblé conduit par un éleveur local ;
- ▶ L'amélioration de la qualité paysagère du site par la restauration du sentier dégradé d'accès au sommet ;
- ▶ La canalisation des randonneurs sur un itinéraire légèrement aménagé par un fil guide, un tressage végétal et des marches en bois ;
- ▶ La gestion de l'écoulement des eaux par des renvois d'eau (drains à merlon de terre) et par un puits perdu ;
- ▶ La stabilisation des sols altérés par la pose de bionattes permettant la mise en défens afin de favoriser la reprise spontanée de la végétation ;
- ▶ La pose de deux éco-compteurs pour mesurer l'évolution de la fréquentation.

Conclusion

La lisibilité des formes géologiques et la qualité des ambiances paysagères dépendent de l'articulation d'éléments morphologiques, climatiques, environnementaux et d'activités humaines traditionnelles telles que le pastoralisme.

Les exemples donnés montrent que **chaque site nécessite une approche spécifique** pour tenir compte de ces différents facteurs. Les gestionnaires, plus particulièrement le Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, ont développé un long savoir-faire et visent la conciliation des enjeux de préservation des paysages et des milieux avec le **maintien des activités humaines traditionnelles**.

Chapitre 4

Un plan de gestion pleinement opérationnel et doté de moyens adéquats

Ce dernier chapitre est consacré à l'effectivité de ce système de protection et de gestion, à travers les moyens tant humains que financiers qui y sont dédiés, sa pleine application sur les propriétés publiques comme privées, et les mesures d'évaluation et de révision.

- ▶ Capacités d'actions sur le foncier privé
- ▶ Personnel dédié à la gestion du bien
- ▶ Financement du plan de gestion
- ▶ Système d'évaluation et de suivi



Capacités d'actions sur le foncier privé



Extraits du rapport UICN 2014 :

« Le bien proposé est couvert par différents régimes fonciers définis par la loi. On trouve notamment des domaines privés (appartenant à des particuliers ou à des entreprises privées), des terres du domaine public (État, région, municipalité ou commune) et des terres communales. » (page 76 du rapport en français)

« La principale faiblesse, en matière de gestion, est l'absence de capacité d'application sur le domaine privé. » (page 77 du rapport en français)

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ Sur l'ensemble du bien, une réglementation applicable aussi bien sur le domaine privé que sur le domaine public permet de maîtriser la vocation (agricole, naturelle, urbanisable) de chaque parcelle
- ▶ Sur le secteur le plus sensible de l'alignement volcanique, en dehors de l'entretien courant, toute modification du site (aménagement de chemin, coupe de bois...) doit faire l'objet d'une autorisation de l'État
- ▶ Les gestionnaires ont des capacités réelles d'acquérir les terrains en cas de nécessité
- ▶ Une forte mobilisation des communautés locales qui permet une action contractuelle volontariste sur les biens collectifs : réouverture d'estives, aménagement de sentiers, actions de lutte contre l'érosion, améliorations paysagères
- ▶ Un nombre important d'actions d'ores et déjà menées sur l'ensemble du périmètre, sans distinction de la nature de la propriété

Commentaire/descriptif

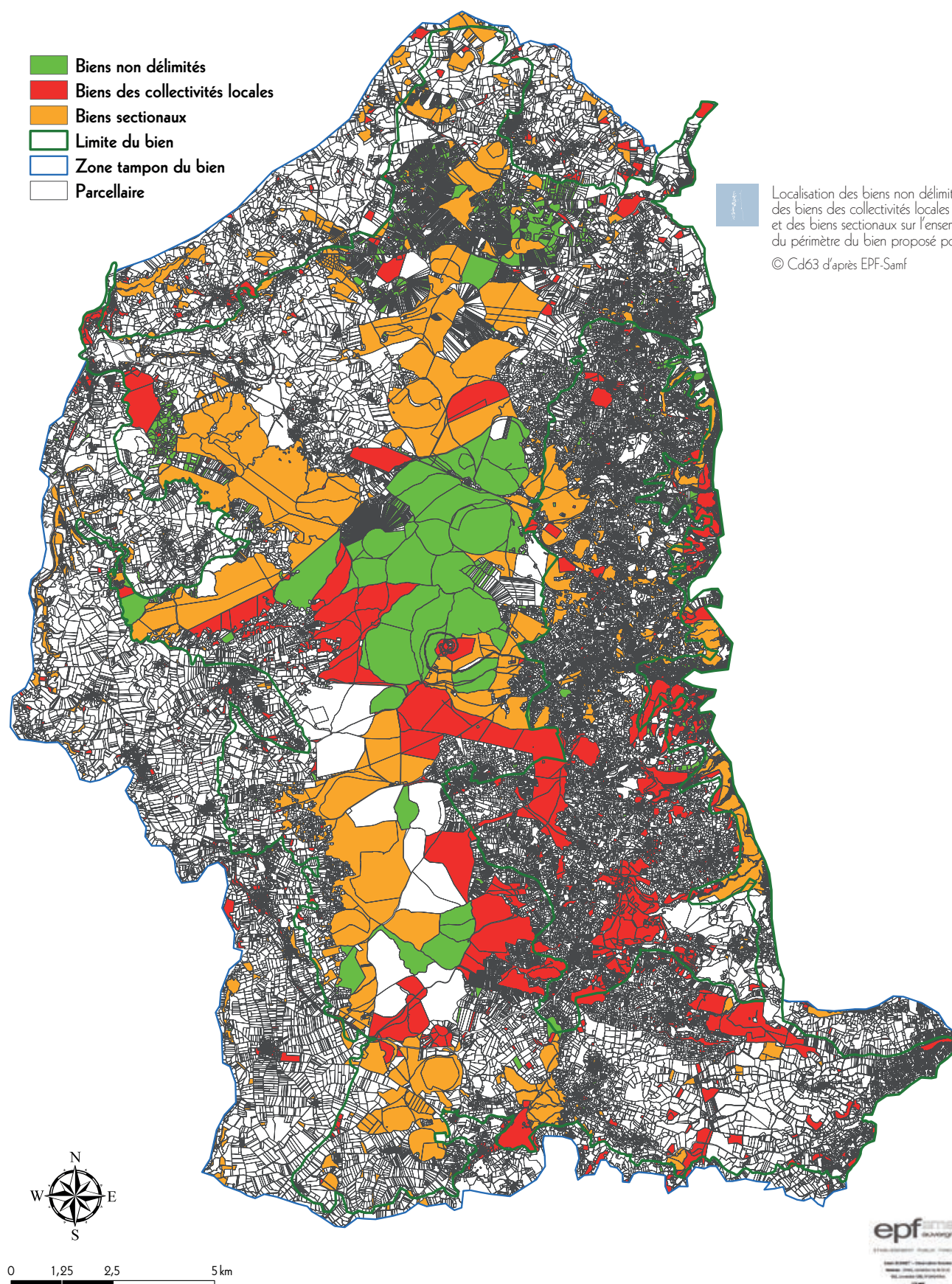
Comme le souligne le rapport de l'UICN, le foncier du bien proposé pour inscription peut se classer en plusieurs groupes dont les aspects sont décrits et expliqués de manière complète aux pages 408-412 du dossier de candidature :

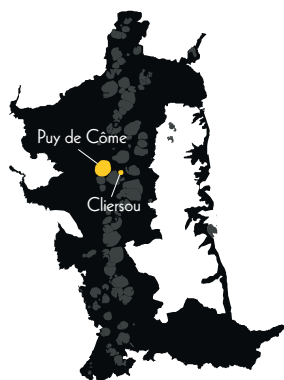
- ▶ Le foncier public ;
- ▶ Le foncier privé « individuel » qui est très présent sur la zone tampon ;
- ▶ Deux types de fonciers collectifs qui regroupent souvent sur de grandes parcelles un nombre important d'ayants droits et qui est majoritaire sur la zone cœur, en particulier l'alignement volcanique et ses coulées, ces biens sont gérés à travers des associations :
 - ▶ Les biens « sectionaux » : un foncier collectif semi-public géré par les habitants à l'échelle de chaque hameau ;
 - ▶ Les biens « non délimités » : une parcelle qui appartient à de très nombreux propriétaires privés solidaires entre eux.

Si ce découpage foncier peut s'avérer complexe du fait des formes multiples des parcelles ou des types de propriétés, cela n'exclut pas pour autant les possibilités d'action sur ces terrains, comme le montrent l'intégrité actuelle du bien et le **nombre d'actions menées depuis plusieurs années par les institutions locales** en matière de préservation des paysages, de protection des espèces, de gestion de la fréquentation, de lutte contre l'érosion ou de conciliation des usages.

En effet :

- ▶ D'une part l'adhésion des populations au projet de préservation du bien ont permis de mener, de manière contractuelle avec les associations de propriétaires, de très nombreuses opérations volontaristes sur les terrains collectifs visant à la préservation du bien. Cette voie contractuelle, qui s'appuie sur les communautés locales, est celle qui est privilégiée par le plan de gestion ;
- ▶ D'autre part les usages des biens privés et collectifs sont strictement réglementés (Cf. fiches sur les réglementations à partir de la page 137), ce qui limite fortement les risques d'une utilisation inadaptée des terrains concernés :
 - ▶ À travers les règlements d'urbanisme et la réglementation forestière, sur l'ensemble du bien, c'est la puissance publique qui définit pour chaque parcelle la constructibilité ou non, ainsi que la possibilité de boiser, ce qui permet le maintien de la vocation agricole et naturelle du site, ainsi que l'équilibre entre agriculture et forêt ;
 - ▶ Dans les secteurs les plus sensibles, toute opération sortant de l'entretien courant du bien nécessite une autorisation de l'État au titre du site classé (Cf. fiches sur les réglementations, page 137).
- ▶ Enfin, en complément, le plan de gestion prévoit l'activation de leviers légaux permettant de faciliter le transfert aux collectivités des fonciers privés sur les secteurs les plus stratégiques :
 - ▶ Mise en place d'un droit de préemption (droit de priorité pour la puissance publique lors de la vente d'un bien) au titre des espaces naturels sensibles, qui permettra, sur les puys emblématiques, d'assurer des acquisitions ciblées à court et à moyen terme et ainsi de renforcer la propriété publique tout en respectant les droits des communautés locales ;
 - ▶ Sur certains cheminements et édifices emblématiques pour lesquels la voie contractuelle n'apparaît pas possible (propriétaires inconnus, associations non constituées), la procédure de déclaration d'utilité publique permettra l'acquisition des parcelles concernées ;
 - ▶ Enfin la loi autorise les communes à reprendre dans leur foncier public, par simple délibération, les biens sectionaux gérés par leurs hameaux.





Actions menées et perspectives

Le nombre, l'ancienneté et la diversité des actions menées aussi bien sur le foncier public que sur le foncier privé ou sur le foncier collectif, listées dans le tableau ci-après, montrent la réelle capacité d'action des gestionnaires sur l'ensemble du bien. On constate également, à travers la dynamique portée par le plan de gestion, une véritable accélération de la mise en œuvre de ces actions et un véritable intérêt des propriétaires privés pour être des acteurs de la création du bien, comme le prouve la création de plusieurs nouvelles associations de propriétaires depuis deux ans : l'association syndicale libre (ASL) de Ceyssat (2014), du puy de Côme (2015) ou du Cliersou (2015), en vue de travailler à la préservation et la mise en valeur du puy de Côme et du Cliersou.



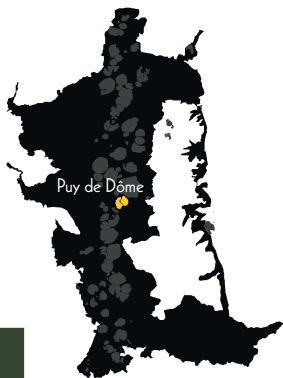
Rassemblement annuel de montgolfières survolant le puy de Côme - © A. Sauvanot

1 – Actions réglementaires sur les biens collectifs et publics

Type de foncier	Actions déjà menées	Actions à venir
Foncier privé, collectif et public en site classé	► Instruction des demandes de travaux en site classé : prise en compte des enjeux paysagers et autorisation ministérielle si les projets de travaux ne portent pas atteinte à l'esprit des lieux après instruction. ► Document de cadrage forestier en cours d'actualisation pour définir la notion de gestion courante en terme d'entretien forestier afin de définir ce qui relève de la demande d'autorisation de ce qui relève d'une gestion courante non soumise à autorisation. ► Action de police : élaboration d'un plan de contrôle en lien avec les différents services de l'État avec une attention particulière sur les zones sensibles et actions ponctuelles si constat d'infractions.	Pas de nouvelles mesures réglementaires envisagées à ce jour, le dispositif existant permettant une protection adaptée à la préservation du bien.
Foncier collectif privé et public	► Lancement en 2015 de la révision de la réglementation des boisements sur Orcines et Ceyssat.	
Chemins publics	► Arrêtés municipaux réglementant la circulation motorisée de loisirs sur les chemins : ensemble du site classé.	

2 – Actions contractuelles et volontaristes sur les biens collectifs et publics

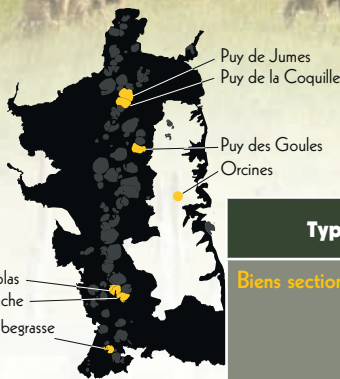
De nombreuses actions volontaristes sont menées sur le foncier public et, de manière contractuelle, avec les biens collectifs, qui constituent la typologie majoritaire des secteurs à enjeux de la zone cœur du bien, et en particulier de l’alignement volcanique.



Type de foncier	Actions déjà menées	Actions à venir
Biens publics	Chemins communaux ► Signalétique directionnelle sur chemins ruraux : Orcines, Clermont Communauté, etc... Ministère de la Défense : sommet du puy de Dôme (Cf fiche dédiée) : ► Reprise des façades du bâtiment du ministère de la Défense. Conseil départemental : site du puy de Dôme ► Opération Grand Site de France (Cf. pages 360 à 363 du dossier de candidature). ► Acquisition du chalet de l’observatoire et du temple de Mercure et aménagement des équipements d’accueil. ► Reprise des chemins et lutte contre l’érosion. ► Suppression de l’accès routier et des stationnements au sommet. ► Mise en fonctionnement d’un train à crémaillère écologique. ► Expérimentation pastorale.	Chemins communaux ► Aménagement des chemins et des points de départ des sentiers de randonnée permettant la découverte du bien tout en préservant les formes géologiques. Ministère de la Défense : sommet du puy de Dôme (Cf fiche dédiée) : ► Reprise du bardage en bois des bâtiments sommitaux (Télédiffusion de France). Meilleure intégration des dispositifs de défense (grillages et concertines). ► démolitions ciblées. Conseil départemental : site du puy de Dôme ► Suppression de l’ancienne friche du zoo d’Orcines. ► Réaménagement des équipements d’accueil du Col de Ceyssat.

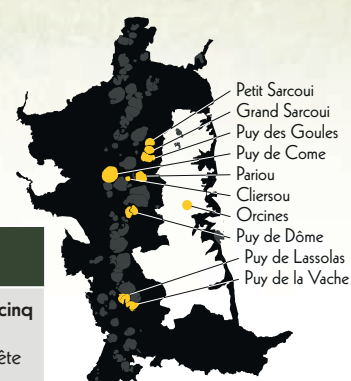


Infrastructures au sommet du puy de Dôme, Grand Site de France
© Ph. Aboulin

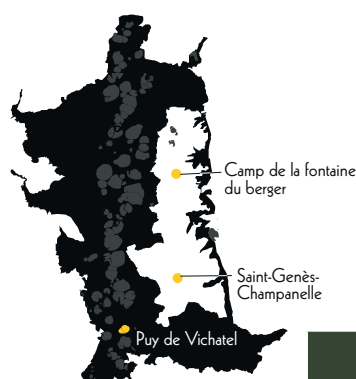


Type de foncier	Actions déjà menées	Actions à venir
Biens sectionaux	Syndicat mixte de gestion forestière (SMGF) d'Orcines : ► Réalisation de l'aménagement du stationnement du parking des Goules en 2006. ► Réalisation d'un chemin de contournement pour l'accès au puy des Goules en 2009. ► Convention de pâturage avec l'estive d'Orcines (parcelles dédiées à l'agriculture et non à la forêt) renouvelée en 2015. SMGF d'Aydat : ► Mise en valeur du puy de Combebrasse (2014/2015) par suppression des accrus de pins sylvestres et mise en pâture par des agriculteurs locaux. ► Reprise et amélioration d'un chemin de découverte avec point de vue à 360°. ► Lien avec les agriculteurs et les locaux pour la mise en place de conventions de pâturage (2014/2015). ► Reprise du chemin et suivi, étude floristique, signalétique temporaire (2015). Section des Fontêtes : ► Signature de mesures agroenvironnementales Natura 2000 (MAEt) avec l'éleveur ovin. Réouverture de secteurs en cours de fermeture (2013/2015). ► Reprise du chemin de crête du puy des Gouttes (2015). Section de Beauregard : ► Travaux de reprise/renforcement des chemins d'accès aux puits de Jumes et Coquille (2015). ► Installation d'un éco-compteur (fin 2014). ► Travaux d'ouverture du cratère du puy de Jumes et mise en valeur de points de vue (2014/2015), pâturage par un éleveur local.	SMGF d'Orcines : ► Amélioration du stationnement en lien avec la suppression des stationnements le long de la route au col des Goules. ► Projet d'ouverture d'estive (Chau-roux) au pied du puy des Goules. SMGF D'Aydat : ► Aménagement des stationnements. ► Projet d'interprétation et signalétique sur le puy de Combebrasse. ► Installation d'un éco-compteur sur le puy de Combebrasse. Section des Fontêtes : ► Reprise du chemin d'accès au sommet en lacets du puy des Gouttes. Section de Beauregard : ► Poursuite des opérations de mise en valeur des puits de Jumes et Coquille. Section du puy de Lassolas : ► Etablissement de la convention de gestion. ► Reprise des sentiers de la boucle des puits de la Vache et Lassolas.

Estive au pied du puy de Combebrasse
© J.Way/Cd63



Type de foncier	Actions déjà menées	Actions à venir
Biens non délimités	Association Dômes Union (Union de quatre associations) ► Convention de partenariat 2003/2014 pour l'ouverture au public, la remise en état des chemins, la sensibilisation et communication. ► Programme de travaux de reprise des chemins : 2006 (Pariou, puy de Dôme, chemin des chèvres), 2009 (puys des Goules et Sarcoui, chemin des Gravouses), 2014 (fin du chemin des chèvres). ► Campagne de sensibilisation « Fragile par Nature » 2006 à 2010. ► Accompagnement de l'estive d'Orcines et construction d'une nouvelle cabane pour les bergers. ► Signature d'une nouvelle convention de partenariat 2015/2025. ASL de Ceysnat ► Création juridique de l'association. ► Elaboration d'un projet de réouverture pour la mise en estive de la Cime de la Plaine et au pied du Grand Sault (y compris analyse des liens avec la biodiversité). ASL du puy de Côme ► Création juridique de l'association.	Association Dômes Union (Union de cinq associations à partir de 2015) ► Remise en état du chemin de crête du Pariou. ► Valorisation du Cliersou. ► Mise en place d'une accréditation pour l'accompagnement des groupes sur le secteur. ► Poursuite des campagnes de sensibilisation. ASL de Ceysnat ► Réouverture de noisetières et équipement pastoral. ► Adduction en eau pour les troupeaux de la Cime de la Plaine et au pied du Grand Sault. ASL du puy de Côme ► Amélioration de la gestion écologique et pastorale des parcelles. ► Reprise des chemins d'accès au puy de Côme. Bien indivis du puy de la Vache : ► Création d'une association ou acquisition. ► Reprise des sentiers de la boucle des puys de la Vache et Lassolas.



3 – Acquisitions foncières des collectivités et actions de valorisation

Type de foncier	Actions déjà menées	Actions à venir
Bien public du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (PNRVA)	Montlosier et puy de Vichatel ▸ <u>Acquisition par le Parc des Volcans (PNRVA) en 2004 des parcelles autour du site de Montlosier suite à la tempête de 1999 :</u> ▸ nettoyage des chablis, semis, clôtures ; ▸ convention de pâturage en agriculture biologique ; ▸ réouverture de points de vue sur les puys de la Vache et Lassolas ; ▸ plan d'aménagement forestier (2015) ; ▸ sentier d'interprétation (2009). ▸ <u>Acquisition de parcelles du puy de Vichatel dont sommet et cratère (entre 2003 et 2015) :</u> ▸ gestion pastorale expérimentale avec le Lycée agricole de Rochefort-Montagne depuis 10 ans ; ▸ garde Nature bergère à partir de 2015 et troupeau mobile ; ▸ reprise des chemins d'accès au sommet (création de lacets, soutènement, tressages...) de façon manuelle ou à traction animale, matériaux pris sur place ; ▸ réouverture du cratère et de points de vue (coupe et broyage) de façon ponctuelle chaque année, en lien avec la pression du pâturage ; ▸ contrat Natura 2000 sur le pâturage ; ▸ études/suivi des milieux (dont Natura 2000).	Montlosier et puy de Vichatel ▸ Poursuite pâturage. ▸ Suivi des milieux. ▸ Entretien des ouvertures et des chemins. Mise en place d'une signalétique.
	Ancien camp militaire de la fontaine du berger (zone tampon) ▸ <u>Acquisition par la commune d'Orcines en 2015.</u>	Ancien camp militaire de la fontaine du berger (zone tampon) ▸ Démolition des anciens bâtiments isolés et remise en pâturage ; ▸ Aménagement d'une zone d'accueil dans le hameau de la fontaine du berger ; ▸ Aménagement des sentiers.
	Biens sectionaux de Saint-Genès-Champagnelle ▸ <u>Transfert par délibération des biens des sections dans le domaine public communal.</u>	Sur un nombre restreint d'édifices stratégiques ▸ Mise en place du droit de préemption.

Personnel. dédié à la gestion du bien



Extrait du rapport UICN 2014 :

« Le PNRVA a 48 employés mais quelques-uns seulement sont responsables du bien proposé. Cela comprend l'administrateur du Parc et 6 gardes (4 à plein temps et 2 à temps partiel). Le Conseil régional du Puy-de-Dôme a formé un groupe de 5 employés qui se consacreront aux questions du patrimoine mondial en cas d'inscription. » (page 76)

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ 66 personnes sont impliquées dans la gestion du bien, dont 29 personnes qui y sont dédiées à plein temps
- ▶ Des effectifs qualifiés et diversifiés équivalents à ceux de biens inscrits sur la Liste du patrimoine mondial comparables en termes de surface et d'enjeux de protection et de gestion
- ▶ Les deux gestionnaires principaux, le Département du Puy-de-Dôme et le Parc des Volcans d'Auvergne, disposent d'un véritable savoir-faire et d'une légitimité historique dans tous les domaines nécessaires à la mise en œuvre du plan de gestion : préservation et valorisation des sites naturels, éducation à l'environnement, tourisme, agriculture, mobilité, etc...
- ▶ Des apports scientifiques dans les domaines de la gestion et des sciences géologiques complètent les effectifs techniques à travers un comité scientifique international et la mise à disposition de chercheurs par les universités locales

Analyse/commentaires

1 – Deux gestionnaires qui détiennent toutes les compétences nécessaires pour assurer la gestion du site avec le soutien et le contrôle de l'État

La gestion du site proposé pour inscription sur la Liste du patrimoine mondial est coordonnée par deux acteurs principaux du territoire que sont le Conseil départemental du Puy-de-Dôme et le Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne. Ceux-ci ont mis en commun leurs moyens, leurs compétences et leurs équipes, donnant ainsi une véritable force et une grande cohérence à la gestion :

- ▶ Le Conseil départemental est en charge, au niveau local, du portage des projets structurants du territoire (y compris la gestion de sites d'accueil), du développement agricole, de la gestion des espaces naturels sensibles, de la gestion des infrastructures routières, de l'organisation des transports interurbains ainsi que de l'animation et de la coordination de la stratégie touristique auprès des acteurs locaux ;
- ▶ Le Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, qui assure depuis sa création en 1977 la gestion opérationnelle du périmètre proposé pour inscription, possède pour sa part de fortes compétences et une présence de terrain en matière de gestion des espaces naturels, d'éducation à l'environnement, d'implication des communautés locales, ainsi qu'en matière d'approche environnementale des politiques de développement local.

2 – Des moyens humains consolidés pour assurer la gestion du site

Conscient des enjeux forts de ce secteur, le Parc des Volcans a constitué depuis 2009 un groupe d'agents spécialement dédié à la surveillance et la gestion de ce périmètre. Ce groupe de six personnes, renforcé depuis, comprenait en 2013 la responsable du secteur Chaîne des Puys et des gardes nature qui assurent tant la surveillance et la médiation sur le site que la préservation de sa faune et flore, ainsi que tous les travaux dédiés à la protection et la préservation des qualités naturelles du site. Cette cellule a en charge la mise en œuvre technique et l'évaluation du plan de gestion patrimoine mondial.

Cependant l'ensemble des effectifs du Parc peuvent être amenés à intervenir sur le périmètre du bien, apportant ainsi en complément des compétences spécialisées en matière de pastoralisme, gestion des espaces naturels et de la biodiversité.

Concernant les personnels départementaux dédiés à la gestion, comme cela a pu être soulevé dans la lettre d'erreurs factuelles transmise en 2013 au Comité du patrimoine mondial, les effectifs repris dans le rapport UICN ne correspondent pas aux effectifs réellement consacrés décrits dans le dossier de candidature :

« Il ne s'agit pas du Conseil régional mais du Conseil départemental et, comme indiqué page 516 du dossier de candidature, les effectifs du Conseil départemental dédiés au patrimoine mondial s'élèvent d'ores et déjà à 9 personnes qui s'y consacrent pleinement, auxquels viennent s'ajouter 21 agents de terrain du département partiellement dédiés à l'entretien, à la valorisation et l'animation de ces espaces. » (Cf. formulaires d'erreurs factuelles joints en annexes).



Bergère garde Nature
du Parc des Volcans d'Auvergne
© PNRVA



Orientations/évolutions depuis 2013

Pour apporter des réponses aux besoins de gestion d'un site de cette taille, **les moyens humains dédiés à la gestion du périmètre se sont accrus** depuis la première évaluation de l'UICN, soit par des **recrutements**, soit par des **redéploiements** de ressources internes.

1 – Les missions de 29 personnes sont entièrement consacrées à la gestion du bien

Mission patrimoine mondial du Conseil départemental : 18 personnes

Au sein du Conseil départemental, les effectifs consacrés à la candidature et à la gestion du bien ont **sensiblement augmenté**. Désormais, ce sont **18 agents** à plein temps qui, outre le portage de la candidature et la coordination de l'ensemble du plan de gestion, prennent plus particulièrement en charge l'animation et la conduite des actions paysagères, touristiques, pédagogiques, scientifiques, celles relatives à l'urbanisme, à la mobilité, au suivi des carrières, à la gestion du puy de Dôme (Grand Site de France), à la coopération internationale, à la gouvernance, aux politiques agricoles et à la communication.

La cellule de suivi terrain du Parc naturel régional : 8 personnes

L'équipe constituée au sein du Parc des Volcans d'Auvergne comprend désormais 8 agents. Elle a été notamment renforcée sur les volets pastoraux et paysagers avec le **recrutement d'une bergère en charge d'un troupeau mobile** qui vise à prévenir la reconquête arbustive sur certains volcans, et d'un **ingénieur du Conseil départemental** qui appuie la responsable de la cellule dans la mise en œuvre opérationnelle des actions.

Cette cellule a plus particulièrement en charge les missions relatives à la lutte contre l'érosion, la fréquentation en site naturel, le pastoralisme, la forêt, la surveillance des sites, la préservation des milieux.

Des renforts saisonniers de terrain : 3 personnes

Afin de gérer la fréquentation de l'ensemble tectono-volcanique d'avril à octobre, le Conseil départemental recrute 3 saisonniers à temps plein, qui viennent appuyer les gardes nature dans la surveillance et la protection du site.

2 – Trente-sept personnes sont partiellement consacrées à la gestion du bien

Des apports de compétences complémentaires internes aux organismes de gestion : 35 personnes

Que ce soit au sein du Conseil départemental ou du Parc des Volcans, les personnels directement en charge de la gestion du bien peuvent faire appel aux compétences développées dans d'autres services.



P. Boivin et B. Van Wyk de Vries, deux des universitaires clermontois associés à la candidature

© C. Olive-Garcia

Ainsi, pour venir en appui, 35 agents sont mobilisés à temps partiel sur les actions conduites en application du plan de gestion.

Des apports de compétences de la communauté scientifique : 2 personnes

En plus de la constitution d'un comité scientifique composé de sommités internationales dans les domaines de la géologie et/ou de la gestion des sites, le Conseil départemental s'est adjoint l'assistance à temps partiel de deux scientifiques (géologue, géographe-agronome) pour la mise en œuvre et le suivi du plan de gestion.

3 – Des apports de compétences de l'État et des partenaires associés

Garant de l'intégrité du site, l'État mobilise ses moyens en région pour apporter une expertise dans des domaines particulièrement sensibles tels que la gestion des carrières, les mesures réglementaires de protection, la surveillance du site, l'urbanisme.

Il apporte également une contribution certaine sur les volets environnementaux, agricoles et forestiers.

Outre les évolutions apportées dans les effectifs des gestionnaires que sont le Département et le Parc des Volcans, les personnels des partenaires sont également mobilisés spécifiquement en appui sur certaines missions transversales.

Par ailleurs, il est à noter que les collectivités locales (à travers des actions d'entretien des chemins, de nettoyage du site...) et des acteurs privés (à travers l'accueil des visiteurs, le maintien de l'élevage ovin...) contribuent à la gestion du bien sans que les moyens humains dévolus ne soient précisément quantifiés.

Au total, 66 agents relevant des gestionnaires du site ont en charge la mise en œuvre du plan de gestion.





Espace d'informations sur la Chaîne des Puys - faille de Limagne au sommet du puy de Dôme
© J.Way/Cd63

Affectation des moyens humains dédiés par les gestionnaires

Domaines d'intervention	Mission patrimoine mondial et Parc des Volcans (temps complet)	Autres services relevant des gestionnaires (temps partiel)
Coordination, animation générale, gouvernance	1.5	—
Suivi administratif et financier, logistique	2	1
Communication	1	2
Intégrité du bien et paysage, environnement	2.5	4
Réglementation, urbanisme	1.5	3
Agriculture, forêt	2	3
Fréquentation	9	4
Déplacement, mobilité	1.5	4
Tourisme	3	10
Développement scientifique et coopération	1,5	3
Éducation, formation	2.5	2
Association des communautés locales	1	2
TOTAL	29	38

Conclusion

Le mode de calcul des agents affectés à la gestion d'un bien inscrit diffère d'un site à l'autre et ne permet pas d'établir une véritable comparaison. Toutefois, au vu du périmètre total (40 530 ha) et du nombre de visiteurs qui se diffusent sur l'ensemble du site (1 500 000/an), les moyens humains affectés à la gestion du bien sont de niveau tout à fait comparables, voire supérieurs, à ceux de sites français ou européens inscrits tels que l'Île de la Réunion (117 567 hectares ; 4 000 000 visiteurs/an ; 96 agents), les Causses et Cévennes (614 744 hectares, 142 agents), ou le Mont Etna (45 457 hectares, 48 agents).



Financement du plan de gestion



Extraits du rapport UICN 2014 :

« Maintenir la diversité et la complexité des sources de financement pour la conservation actuelle et future du bien proposé présente un défi de gestion important. À long terme, il semble improbable que le bien proposé soit en mesure d'être autosuffisant et sa viabilité future repose fortement sur un financement extérieur continu. » (page 77).

« L'équipe de coordination du projet du Conseil général du Puy-de-Dôme et l'organe de gestion du Parc ont élaboré une approche intégrée et complémentaire pour résoudre les conflits et les questions d'appels de fonds. » (page 77).

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ Un engagement contractuel des partenaires de plus de 18M€ sur cinq ans, équivalent à d'autres sites du patrimoine mondial de même nature
- ▶ Un gestionnaire principal disposant de capacités financières élevées et pérennes (700M€ de budget annuel dont 46,5M€ consacrés à des thématiques similaires aux enjeux de gestion du site)
- ▶ Une véritable dynamique locale avec la création d'une fondation d'entreprises dédiée au bien
- ▶ Les principaux équipements d'accueil payants du site équilibrent leur fonctionnement avec les recettes générées par leurs visiteurs

Commentaire/descriptif

L'organisation territoriale française induit sur la Chaîne des Puys - faille de Limagne un mode de financement du plan de gestion qui relève de mécanismes institutionnels usuels en France.

La notion d'autosuffisance d'un site, qui correspond à une approche entrepreneuriale, ne reflète pas la réalité institutionnelle française de la gestion des sites naturels patrimoniaux : pour réaliser leurs actions, les gestionnaires de site ne disposent souvent que de faibles recettes liées à leur activité. **Les financements sont majoritairement publics et proviennent de différentes collectivités en fonction de leurs compétences.**

Dans ce cadre, chaque partenaire, public et/ou privé, est amené à contribuer à toute ou partie des actions relevant du plan de gestion Chaîne des Puys - faille de Limagne.

On peut noter également que la mobilisation locale a permis la **création d'une des premières fondation en France dédiée à un site naturel** et qui apportera un financement significatif aux actions du plan de gestion. Pour assurer un financement acquis sur plusieurs années, les gestionnaires ont élaboré et contractualisé un **programme d'actions sur la période 2016-2020** à travers une **convention d'objectifs et de moyens**. Ainsi, les principaux partenaires du Département du Puy-de-Dôme que sont l'État, la Région Auvergne et la communauté d'agglomération Clermont Communauté, se sont engagés formellement sur l'apport des crédits nécessaires à la réalisation du plan de gestion.

Il convient également de noter que la gestion des principaux sites d'accueil payants (train à crémaillère du puy de Dôme, Vulcania, Lemptégy, Sources de Volvic et maison de la Pierre) n'est pas incluse dans les effectifs et les financements présentés dans le plan de gestion. La fréquentation actuelle de ces sites permet aujourd'hui d'équilibrer leur fonctionnement et d'assurer **l'auto-financement de ces lieux d'accueil et de pédagogie**.

Orientations/perspectives/évolutions depuis 2013

La mise en œuvre du plan de gestion s'appuie sur trois aspects :

- ▶ La **présence de personnel** dédié à la gestion du bien ;
- ▶ La réalisation d'actions visant à assurer la **préservation des attributs du bien**, l'implication des communautés locales, la progression de la connaissance ;
- ▶ Le **suivi et l'évaluation de ces actions** sur la base d'indicateurs quantitatifs afin de s'assurer de leur pertinence et de leur bonne application, voire de les réviser en cas de non-satisfaction des objectifs assignés. Le plan de gestion est ainsi évolutif dans un souci de pleine adéquation et d'amélioration continue.

Pour ce faire, les gestionnaires (Conseil départemental et Parc des Volcans d'Auvergne) ont construit avec leurs partenaires un dispositif financier visant à assurer la pérennité des moyens matériels et humains dévolus au périmètre Chaîne des Puys - faille de Limagne.

1 – Financement des personnels dédiés à la gestion du bien

La fiche « Personnel dédié à la gestion du bien » précise les caractéristiques des équipes dévolues à la mise en œuvre du plan de gestion. Les postes affectés à ces missions relèvent de la fonction publique territoriale, statut qui apporte une réelle garantie quant à la durabilité et la prise en charge budgétaire de ces postes.



Membres de la Fondation Chaîne des Puys - faille de Limagne autour du président du Conseil départemental du Puy-de-Dôme
© J.Way/Cd63

Au sein du Conseil départemental

Le budget consacré aux salaires et charges de l'équipe permanente et des saisonniers du Conseil départemental en charge de la gestion du périmètre Chaîne des Puys - faille de Limagne est de l'ordre de **735 000 € par an**. Cette dépense est prise en charge par le budget du Conseil départemental ; elle représente 0.65 % de son budget « charges de personnel ».

La cellule de suivi terrain

Les frais de fonctionnement de la **cellule de suivi** (Cf. : fiche Personnel dédié à la gestion du bien, page 261) représentent un coût de **260 000 € dont 242 000 €** de frais de personnel. Ils sont financés par :

- ▶ Le Conseil départemental : 138 000 €
- ▶ Le Conseil régional : 45 000 €
- ▶ Le Parc des Volcans : 52 000 €
- ▶ Clermont Communauté : 25 000 €

Les partenaires ont formalisé par convention leur soutien au fonctionnement de cette cellule par tranches quinquennales, la tranche actuelle courant jusqu'en 2020.

La mise à disposition scientifique

L'assistance à **temps partiel de deux scientifiques** pour les volets géologiques et environnementaux du dossier est contractuellement prise en charge par le Conseil départemental auprès de l'Université Blaise Pascal et de l'Institut VetAgro Sup, à hauteur de **27 000 €**.

2 – Un programme pluriannuel de financements dédiés à la gestion de la Chaîne des Puys - faille de Limagne

Le dispositif

Afin d'assurer la mise en œuvre des actions relevant du plan de gestion, les principaux partenaires du projet (État, Conseil régional, Conseil départemental, Parc des Volcans et Clermont Communauté) ont élaboré un **programme quinquennal d'actions sur lequel ils se sont engagés financièrement**.

La **convention d'objectifs** pour la mise en œuvre du plan de gestion Chaîne des Puys - faille de Limagne **signée en décembre 2015 couvre la période 2016 à 2020 inclus** (Cf. : convention d'objectifs en annexes). Elle se complète d'un volet financier qui précise les modalités d'intervention de chaque partenaire (Cf. : avenant de programmation en annexes).

Le tableau récapitulatif

Le présent tableau rappelle les enveloppes consacrées à chaque type d'action. Chaque année, les opérations sont précisément identifiées et évaluées au vu de l'avancement du projet permettant un ajustement annuel dans le cadre des enveloppes budgétaires allouées sur la période 2016-2020.

OPÉRATIONS	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL
CRÉDITS D'INVESTISSEMENT						
Prévenir l'érosion : Côme, Pariou, Cliersou, la Vache, Lassolas, Louchadière	—	550 000 €	309 500 €	175 000 €	200 000 €	1 234 500 €
Interprétation des sites : Gandaillat, faille, montagne de la Serre, Cheire de Côme, Chazaloux, Kilian, GR...	146 000 €	260 000 €	65 000 €	40 000 €	155 000 €	666 000 €
Sites d'accueil du public : Auberge des Muletiers, Fontaine du Berger, requalification espaces d'accueil du Grand site. Pour mémoire : Gergovie, site des sources	240 000 €	1 800 000 €	1 600 000 €	770 000 €	—	4 410 000 €
Restauration du temple de Mercure	—	2 500 000 €	—	—	—	2 500 000 €
Gestion des stationnements : mise en œuvre d'un schéma de stationnement ; suppression des stationnements sauvages ; aménagement d'aires intégrées en lien avec les sites ouverts au public	300 000 €	250 000 €	150 000 €	150 000 €	150 000 €	1 000 000 €
Outils d'observation : paysage et fréquentation	10 000 €	25 000 €	25 000 €	—	10 000 €	70 000 €
Acquisitions foncières	—	30 000 €	40 000 €	40 000 €	40 000 €	150 000 €
Actions localisées sur la qualité paysagère : identification des sites concernés, suppressions de points noirs, aménagement de points de vue, actions expérimentales	35 000 €	35 000 €	60 000 €	60 000 €	60 000 €	250 000 €
Requalification paysagère du secteur urbanisé d'Orcines	190 000 €	265 000 €	65 000 €	—	—	520 000 €
Requalification paysagère des bâtiments du sommet du puy de Dôme (centre interministériel, cf fiche spécifique)	325 000 €	—	40 000 €	—	—	365 000 €
Actions en faveur de l'agriculture : aménagements fonciers sur le plateau est, protection des espaces agricoles et naturels de la faille, soutien à la politique pastorale	—	—	383 000 €	380 000 €	365 000 €	1 128 000 €
SOUS TOTAL 1	1 246 000 €	5 715 000 €	2 737 500 €	1 615 000 €	980 000 €	12 293 500 €
CRÉDITS DE FONCTIONNEMENT						
Soutien aux programmes de recherche : aides ciblées sur des programmes participant à la compréhension du bien dans différentes sciences.	30 000 €	20 000 €	20 000 €	20 000 €	20 000 €	110 000 €
Coopération internationale pour l'aide au montage d'autres candidatures patrimoine mondial	20 000 €	20 000 €	20 000 €	20 000 €	20 000 €	100 000 €
Rayonnement scientifique : organisation d'échanges et rencontres	20 000 €	20 000 €	20 000 €	20 000 €	20 000 €	100 000 €
Outils pédagogiques : actions de sensibilisations, publications	43 000 €	8 000 €	23 000 €	15 000 €	15 000 €	104 000 €
SOUS TOTAL 2	113 000 €	68 000 €	83 000 €	75 000 €	75 000 €	414 000 €
TOTAL GÉNÉRAL	1 359 000 €	5 783 000 €	2 820 500 €	1 690 000 €	1 055 000 €	12 707 500 €

Les engagements financiers des différents partenaires

Le programme d'actions de la période 2016-2020 est financé par les apports contractualisés de plusieurs partenaires de la façon suivante :

Europe (LEADER, FEDER)	3 767 500 €
État	1 875 000 €
Région	1 230 000 €
Département	4 500 000 €
Autres collectivités (communes et communautés de communes)	600 000 €
Fondation	735 000 €
TOTAL	12 707 500 €

3 – Implication des acteurs privés dans le financement du plan de gestion

Les entreprises locales ont décidé de se mobiliser en créant une fondation « pour la protection et la valorisation de la Chaîne des Puys - faille de Limagne ». Elle contribuera aux actions du plan de gestion par des apports financiers qui devraient atteindre les 735 000 € d'ici 2017 grâce à la venue de nouveaux donateurs.

Depuis sa création fin 2013, les 7 entreprises fondatrices (EDF, Limagrain, Echalié, Aubert et Duval, Michelin, Volvic, Rockwool) ont été rejointes par de nouvelles sociétés (Banque Chalus, Auvergne Habitat).

4 – Une pérennité des financements assurée dans le temps

Les engagements budgétaires du Département, du Parc et de leurs partenaires sur le site représentent sur la période 2015/2020 environ 3,5 M€/an en moyenne. Les budgets consacrés chaque année sur l'ensemble de leur territoire dans les domaines d'intervention liés à la gestion du site (tourisme, environnement, aménagement local, agriculture et forêt, culture) représentent 46,5 M€ pour le département et 132 M€ pour la Région. Les capacités budgétaires du gestionnaire et du principal financeur local sont donc élevées, ce qui constitue une véritable assurance de la pérennité des financements dédiés au bien.

Engagements budgétaires 2015 pour le Département du Puy-de-Dôme et la Région Auvergne

	DÉPARTEMENT	RÉGION
Tourisme	2 380 000 €	54 700 000 € (toutes actions économiques confondues)
Développement rural, agricole et forestier	7 240 000 €	
Environnement	12 420 000 €	6 600 000 €
Culture	4 950 000 €	13 700 000 €
Amélioration du réseau routier (hors entretien)	9 490 000 €	—
Politiques territoriales	10 000 000 €	46 500 000 €

Conclusion

Sur les cinq prochaines années, ce sont près de 18 millions d'euros qui seront directement affectés à la gestion du bien que ce soit pour assurer le fonctionnement des équipes mises en place ou pour conduire les opérations qui visent à assurer l'intégrité du bien, la participation des communautés locales et le développement des connaissances. Au-delà de 2020, les capacités financières du principal gestionnaire et de son partenaire régional constituent une véritable garantie quant à la pérennité des financements.

Ces crédits seront complétés par la mobilisation des dispositifs mis en œuvre par les partenaires publics et privés dans les domaines de l'agriculture, la forêt, l'environnement, la culture.

Au regard des sites géologiques récemment inscrits pour la région Europe détaillés ci-dessous, le budget alloué à la gestion de ce site traduit un engagement fort et une véritable ambition de gestion. En effet, sur les quatre sites pris en exemple, le budget moyen alloué oscille entre 27 €/ha/an et 253 €/ha/an avec une moyenne de 70 €/ha/an. Le budget de la Chaîne des Puys - faille de Limagne est de 80 €/ha/an et est ainsi supérieur à trois des quatre sites pris en exemple :

- ▶ **Teide, Tenerife** : 73 118 hectares, 23 agents directs et 124 personnes relevant de personnel d'entreprise, budget en 2005 : 4 880 882 €, soit 66 €/ha/an
- ▶ **Île de la Réunion, France** : 117 567 ha, 96 employés, budget 2008 : 6 458 244 €, soit 54 €/ha/an
- ▶ **Etna, Italie** : 19 237 ha, budget 2011 : 4 881 750 €, soit 253 €/ha/an
- ▶ **Haut lieu tectonique de Sardona, Suisse** : 32 850 ha, budget 2006 : 900 000 €/an, soit 27 €/ha/an



Carte de localisation des sites dont le budget est comparé à celui de la Chaîne des Puys - faille de Limagne ©/Cd63

Systeme d'évaluation. et de SUIVI



Extrait du rapport UICN 2014 :

« Le plan de gestion du bien proposé n'était pas pleinement appliqué au moment de la mission d'évaluation mais de nombreuses activités étaient en cours. Le plan fait référence à des indicateurs et à un cadre de suivi et d'évaluation qui n'ont pas encore été appliqués. » (page 77 du rapport en français).

Données clés 2016

SYNTHÈSE

- ▶ Des outils d'observation existent déjà sur le territoire et fournissent des données sur la démographie, l'occupation des sols et les déplacements
- ▶ De nouveaux observatoires dédiés au bien sont en cours d'élaboration (observatoire des paysages) ou ont rendu leurs premiers résultats (observatoire de la fréquentation)
- ▶ Chaque orientation du plan de gestion est accompagnée de critères d'évaluation précis et chiffrés
- ▶ Ces différentes informations sont le support de bilans annuels sur lesquels échangent les acteurs du bien au sein de la Commission locale

Analyse/commentaires

Pilotée par le Conseil départemental, la **nécessaire évaluation du plan de gestion repose sur une démarche partenariale** tant dans la collecte des données que dans leur interprétation. Depuis 2013, les instances de gouvernance de la Chaîne des Puys - faille de Limagne consacrent a minima une réunion par an au bilan de l'année écoulée, à la mise en perspective des résultats obtenus par rapport aux enjeux globaux permettant ainsi d'ajuster les actions à entreprendre pour l'année suivante.

Ils s'appuient pour ce faire sur plusieurs outils d'observation, comme sur des indicateurs précis.

1 – Les outils d'observation existants et en création

Le plan de gestion s'appuie sur des outils d'observation préexistants, qui couvrent une échelle plus large et ont pour vocation de **collecter des données générales** sur le fonctionnement du territoire (habitat, foncier, déplacements...) :

- ▶ **Observatoire de l'habitat et des territoires** : outil du Conseil départemental, cet observatoire permet notamment d'appréhender les dynamiques présentes sur la zone tampon de l'ensemble tectono-volcanique en termes de démographie, d'activités socio-économiques et d'urbanisme. Il couvre également la zone cœur, mais celle-ci est peu soumise aux pressions d'urbanisation. Il permet ainsi de suivre les mouvements de population, leur implantation, leurs caractéristiques sociologiques et économiques pour mieux cerner et anticiper les tendances pouvant influencer sur le bien et son intégrité.
- ▶ **Observatoire du foncier** : porté par l'Établissement Public Foncier d'Auvergne, il permet de mesurer l'évolution du prix du foncier mais surtout de suivre son évolution en termes de constructibilité.
- ▶ **Observatoire des déplacements** : outil de l'agence d'urbanisme de Clermont Métropole, il permet de suivre l'évolution des flux de circulation sur un territoire qui englobe la majeure partie du périmètre Chaîne des Puys - faille de Limagne.

À ces trois premiers outils de collecte et de mesure de données, les gestionnaires du bien ont ajouté **deux nouveaux observatoires spécifiquement tournés vers les enjeux du bien** :

- ▶ **Observatoire dynamique des paysages** : piloté par le Conseil départemental, et opérationnel courant 2017, il permettra une connaissance précise de la situation actuelle des paysages, comme de mesurer dans le temps leurs évolutions et leurs perceptions en s'appuyant sur la combinaison de différents supports graphiques et photographiques (photographies aériennes verticales et obliques, photographies au sol, cartes, blocs-diagrammes...).
- ▶ **Observatoire de la fréquentation** : l'un des grands enjeux de gestion est de diffuser la fréquentation sur l'ensemble du périmètre du bien et à l'extérieur de celui-ci de façon à ne pas surcharger des secteurs géographiques emblématiques. La création d'un observatoire de la fréquentation par le Parc des Volcans d'Auvergne permettra de connaître de manière précise l'attractivité de chaque site équipé en éco-compteurs et d'évaluer dans le temps les effets des différentes mesures mises en œuvre. Il prendra également en compte les données relatives à la fréquentation des sites muséographiques, des hébergements pour une mesure exhaustive des pratiques de fréquentation. Son fonctionnement sera pleinement effectif fin 2016.



Les outils d'observation permettent d'avoir des données chiffrées pour mesurer l'évolution du foncier, de l'habitat, des déplacements, des paysages et de leur fréquentation afin d'ajuster les mesures de protection et de gestion
© J.Way/Cd63

2 – Les critères d'évaluation et indicateurs de suivi

L'application de ces différents critères permet d'évaluer l'efficacité des mesures mises en œuvre relatives à l'intégrité physique et à la qualité paysagère de l'ensemble tectono-volcanique. Les critères suivants ont notamment été retenus pour le système d'évaluation :

Fréquentation :

► Fréquentation en site naturel

- Objet : mesurer l'évolution de la pression « randonnée » sur les chemins ouverts au public, évolution de sa répartition géographique et dans le temps
- Source : Parc des Volcans d'Auvergne
- Moyen : comptage par éco-compteur par sites naturels ouverts au public
- Périodicité : résultats permanents exploitables sur des pas de temps différents (heures, journée, semaine)

► Fréquentation routière

- Objet : mesure du trafic routier, comparatif saisons hivernales/estivales, type de véhicules
- Source : Département du Puy-de-Dôme
- Moyen : boucles routières de comptage
- Périodicité : annuelle

► Fréquentation touristique

- Objet : mesure des apports économiques (nuitées, sites muséographiques)
- Source : Centre Régional du Développement Touristique
- Moyen : système d'information touristique : mesure de la fréquentation des différents types d'établissements d'accueil
- Périodicité : analyse annuelle

Occupation du sol :

► Surface agricole utile par commune

- Objet : contrôler l'évolution des ouvertures paysagères (maintien, accroissement, régression) sur l'ensemble du périmètre
- Source : ministère de l'Agriculture
- Moyen : recensement général de l'agriculture (RGA) et enquêtes structures des exploitations
- Périodicité : 10 ans pour le recensement avec des enquêtes structures intercommunales

► Surface dédiée au pastoralisme

- Objet : contrôler l'évolution des ouvertures paysagères (maintien, accroissement, régression) sur le secteur Chaîne des Puys
- Source : Parc des Volcans et Chambre d'Agriculture
- Moyen : relevés sur site
- Périodicité : annuelle

► Surface urbanisée ou à urbaniser

- Objet : contrôler l'évolution du phénomène de périurbanisation sur la zone tampon
- Source : service déconcentré de l'État (direction départementale des territoires)
- Moyen : système d'information géographique (à partir des documents d'urbanisme des communes) :
- Périodicité : analyse annuelle

Occupation humaine :

► Surface agricole utile par commune

- Objet : suivre l'évolution de l'occupation humaine
- Source : INSEE (observatoire départemental de l'habitat et des territoires)
- Moyen : recensement national
- Périodicité : tous les 5 ans

► Évolution de la répartition de la population sur le périmètre du site

- Objet : mesurer le niveau d'attractivité ou de répulsion en termes d'habitat permanent
- Source : INSEE
- Moyen : recensement national
- Périodicité : tous les 5 ans

Paysage :

► Suivi photographique régulier des caractéristiques paysagères

- Objet : suivre l'évolution des paysages (vérifier les conséquences des usages sur le paysage du bien)
- Source : Conseil départemental, observatoire photographique dynamique des paysages (en cours d'élaboration)
- Moyen : campagne de reconductions photographiques
- Périodicité : suivant un protocole spécifique en fonction du type d'observation :
 - Observation d'un projet : sur la durée du projet (avant/après et au moins un an après la fin du chantier)
 - Observation d'un lieu, d'un paysage : tous les 3 ans

Intégrité physique :

► Mesure des phénomènes d'érosion des sols

- Objet : contrôler l'évolution de l'érosion
- Source : Parc des Volcans
- Moyen : suivi photographique, relevé différentiel du creusement ou élargissement sur des points spécifiques sur les chemins fréquentés présentant une sensibilité pédologique forte (andosol)
- Périodicité : annuelle (voire biannuelle en fonction des événements climatiques)

Perspectives/évolution depuis 2013

De nombreux outils et indicateurs sont déjà existants sur le site : trois observatoires (habitat et territoire, foncier et déplacements) sont opérationnels depuis plusieurs années et offrent des premières données de longue durée aux gestionnaires du bien. L'observatoire de la fréquentation, avec la pose de quinze éco-compteurs en 2014 et 2015 a fourni ses premiers jeux de données complets pour une année. Enfin l'observatoire des paysages, dont les objectifs de suivi sont à plus long terme, a fait l'objet d'un premier travail de réflexion et devrait être pleinement opérationnel en 2017. Il s'appuiera notamment sur l'important jeu de photos anciennes existantes.

Conclusion

Conçus dès l'élaboration du plan de gestion, les critères d'évaluation sont progressivement appliqués en s'appuyant sur des outils existants ou en cours de création. Ils permettent d'apprécier précisément l'efficacité et l'adéquation des moyens consacrés à la gestion, comme de connaître les évolutions et tendances du bien dans ses différentes dimensions.



Grâce à l'observatoire de la dynamique des paysages, la résorption des zones d'érosion peut être visuellement mesurée, comme ici, sur les flancs du puy de Dôme
© J. Way/Cd63