



**HAL**  
open science

## Comment évaluer l'importance patrimoniale d'un lieu unique et complexe grâce au numérique. L'exemple du Pic du Midi.

Loïc Jeanson, Michel Cotte, Léa Bland-Dupré, Florent Laroche, Loïc Jeanson

### ► To cite this version:

Loïc Jeanson, Michel Cotte, Léa Bland-Dupré, Florent Laroche, Loïc Jeanson. Comment évaluer l'importance patrimoniale d'un lieu unique et complexe grâce au numérique. L'exemple du Pic du Midi.. Patrimoines du sud, inPress, Patrimoines et numérique: un état de la recherche et des expérimentations, 12, pp.21. hal-02541935

**HAL Id: hal-02541935**

**<https://hal.science/hal-02541935>**

Submitted on 6 May 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# **Comment évaluer l'importance patrimoniale d'un lieu unique et complexe grâce au numérique. L'exemple du Pic du Midi**

Loïc Jeanson

Étudiant en doctorat d'ingénierie mécanique et d'histoire des sciences et technologies, laboratoire LS2N (UMR CNRS 6004), École Centrale de Nantes, Centre François Viète d'histoire des sciences et des techniques (EA 1161), université de Nantes

Michel Cotte

Professeur honoraire, historien des sciences et des techniques, Centre François Viète d'histoire des sciences et des techniques (EA 1161), université de Nantes, conseiller ICOMOS et membre du conseil d'orientation pour ICOMOS France

Florent Laroche

Enseignant-chercheur, Maître de conférences HDR, coordinateur du projet ANR [www.reseed.fr](http://www.reseed.fr), laboratoire LS2N (UMR CNRS 6004), École Centrale de Nantes

Léa Bland-Dupré,

Élève-stagiaire, École d'architecture de Paris – Val-de-Seine

## **RESUME**

Depuis des dizaines d'année l'avancée des nouvelles technologies et plus particulièrement du numérique a permis de mettre au point de nouveaux outils qui permettent aujourd'hui d'aider à la sauvegarde, voire à la reconstruction de notre patrimoine. Pour autant les approches traitent essentiellement d'objets et non de sites patrimoniaux. Ces derniers sont souvent trop complexes tant géographiquement que temporellement. Notre communication vise à expérimenter comment le numérique – à travers les propositions scientifiques d'un projet national de l'ANR [www.reseed.fr](http://www.reseed.fr) - cherche à aider à considérer le site du Pic du-Midi-de-Bigorre dans le massif des Pyrénées comme patrimoine scientifique remarquable. Culminant à 2877 mètres, parallèlement à un lieu de sorties d'agrément sportifs et touristiques, il est devenu dès 1879 un lieu dédié aux observations astronomiques et météorologiques. Depuis, les activités scientifiques doivent être menées de pair avec l'inévitable développement touristique du site. Induisant une complexité certaine. Notre communication aborde les possibilités et les limites liées à la conception d'un outil numérique dédié au patrimoine.

## **MOTS CLEFS**

Pic du Midi ; patrimoine ; numérique ; ReSeed

## 1. Introduction

Depuis Tarbes, le Pic du Midi semble impossible à éviter. En avant de la chaîne des Pyrénées, le Massif du Pic du-Midi-de-Bigorre, et son sommet à 2877 m attire, dès le XIX<sup>e</sup> siècle, les adeptes du tourisme de haute montagne. En parallèle, sa situation privilégiée en fait une place de choix pour les expéditions scientifiques : des observations astronomiques et météorologiques y ont eu lieu avant même que l'on y érige des structures pérennes. La construction de l'observatoire a facilité et encouragé les développements touristiques et scientifiques du site. Dès 1879, le chantier d'un premier bâtiment est lancé. S'ensuivra une série de constructions, d'agrandissements, ainsi que des travaux de maintenance permanents, pour permettre au site d'accueillir les scientifiques dans le confort sommaire que permet la haute-montagne.

Le site, en constante construction et reconstruction, en maintenance et en extension, présente une histoire qui croise les disciplines et les intérêts. Une lecture selon un seul axe thématique prive la compréhension d'un grand nombre de ses atouts. Le projet [ReSeed](#) – RétroConception Sémantique d'Objets Patrimoniaux – financé par l'Agence Nationale de Recherche, cherche à proposer des outils permettant une aide à la gestion de la documentation dans sa diversité. ReSeed propose de gérer la documentation et les connaissances dans un conteneur structurant un double numérique du bien patrimonial, au fur et à mesure de l'agrégation d'information.

Outre une approche descriptive des attributs du site, offrant une vision explicite de son étendue, ce type de conteneurs vient en support à deux types d'activités compliquées par l'histoire multiple de ce genre de sites, qui sont en partie les deux faces d'une même médaille :

- L'analyse des questions spécifiquement patrimoniales : l'étude comparative, l'étude de l'intégrité et de l'authenticité.
- La gestion de la documentation, produite par des métiers très différents, dispersées et souvent peu accessibles aux autres corps de métiers.

Notre article cherchera également à montrer, notamment pour le bâti, les apports des approches numériques de type BIM et HBIM<sup>1</sup> pour aider à la gestion durable : modèles d'évolution, planification des opérations d'expertise et de maintenance, etc. De plus, en permettant aux gestionnaires d'accéder facilement aux travaux patrimoniaux et inversement, nous chercherons à montrer que le numérique permet de desserrer un des nœuds usuels entre les institutions patrimoniales, garantes de l'intégrité du site et les gestionnaires, en charge de son fonctionnement quotidien et de la planification de ses évolutions nécessaire. Ainsi, en posant la question de l'intégrité de façon dynamique, les outils numériques articulent le temps : ils rendent simultanément accessibles les états passés du site et la documentation correspondante, et ainsi renforcent le bienfondé des décisions à venir. Dernier point, l'approche ReSeed cherche à permettre la collaboration pour faciliter aux chercheurs à distance la consultation, mais aussi la complétion de la documentation.

Nous montrerons comment le Pic du Midi et son observatoire sont un exemple de choix pour ces expérimentations numériques, dans l'exercice de la construction d'un dossier d'œuvre numérique dynamique, dans la voie des approches HBIM.

---

<sup>1</sup> - BIM, building information modeling ; HBIM, historic building information modeling.

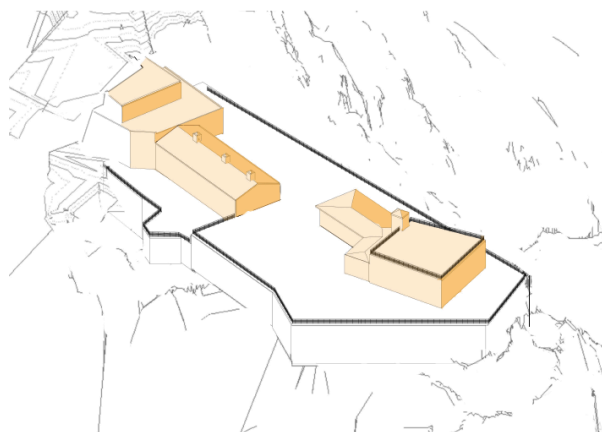
## 2. Le cas d'étude : un observatoire de haute altitude parmi les plus emblématiques

Le Pic-du-Midi et son observatoire offrent une situation patrimoniale particulièrement intéressante, bien qu'assez complexe à analyser. Elle pose un spectre de questions dont les attendus peuvent passer par des réponses numériques les plus diverses. Elles sont actuellement (début 2020) en partie en œuvre, en cours de développement ou simplement envisagées comme des projets possibles. La situation est caractéristique d'approches plurielles, mais au coup par coup d'objectifs et de projets assez divers, par des différents acteurs, aux motivations également diverses.

Loin d'offrir un cas d'étude homogène et bien défini, le Pic-du-Midi met en évidence la multiplicité tant des questionnements que des solutions envisageables. Cette situation, peu ou pas coordonnée, n'est pas tellement propice à une vision d'ensemble. Elle a sans doute empêché le Pic-du-Midi d'être un lieu pionnier d'étude dans le domaine des relations du patrimoine scientifique et des analyses numériques, à une échelle internationale, comme cela fut un moment envisagé, il y a maintenant quelques années<sup>2</sup>. Mais elle conserve des dynamiques intéressantes et elle illustre bien d'un côté la diversité des problèmes et des enjeux patrimoniaux, des acteurs également, de l'autre la permanence des questions techniques liées aux outils du numérique, la diversité des solutions et l'actuel fractionnement du domaine comme de ses problématiques.

### 2.1 Les grandes phases de vie du site

Depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les projets concernant l'utilisation scientifique du Pic-du-Midi et son aménagement en conséquence se sont succédé<sup>3</sup>. Il devint l'une des premières stations météorologiques de haute altitude, avec une présence humaine permanente à partir de 1875 (fig. 1), afin d'assurer une continuité des observations y compris en hiver. D'accès difficile, la route s'arrête à ses pieds, au col de Sencours. Le Pic ne bénéficia d'une liaison mécanisée par téléphérique qu'à compter de l'après seconde guerre mondiale. Son altitude (2 876 m), son caractère de sommet avancé au nord de la chaîne des Pyrénées et son enneigement en font un marqueur du paysage du Sud-Ouest français, visible de fort loin quand le temps le permet. Sa silhouette sommitale est marquée par la présence de l'observatoire, constituant un repère visuel emblématique de la région Occitanie.



---

<sup>2</sup> - COTTE, et al, 2017.

<sup>3</sup> - DAVOUST, 2000.

Fig. 1

La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi, état de référence 1 : restitution volumique du Pic-du-Midi à l'issue des premiers travaux de terrassement et d'aménagement (années 1880-1890)

© ReSeed, Léa Bland-Dupré

Très rapidement, l'intérêt de la station pour les observations astronomiques se révèle, avec un ciel de haute altitude particulièrement pur et dégagé les jours de beau temps. Les travaux débutent par un difficile arasement de la crête rocheuse sud du Pic-du-Midi, pour dégager et consolider une terrasse initiale utilisable d'une soixantaine de mètres de long sur une vingtaine de large. Elle comprend d'un côté le « blockhaus » pour installer et stocker les instruments météorologiques et une lunette astronomique, de l'autre un bâtiment d'hivernage pour les observateurs ; puis apparaît un projet d'observatoire à part entière. Il est animé par l'astronome Benjamin Baillaud (1848-1934), qui deviendra à la suite de la réalisation de la première coupole du Pic, achevée dans la première décennie du XXe siècle, un scientifique de grand renom, président fondateur de l'Union astronomique internationale (UAI) (fig. 2).

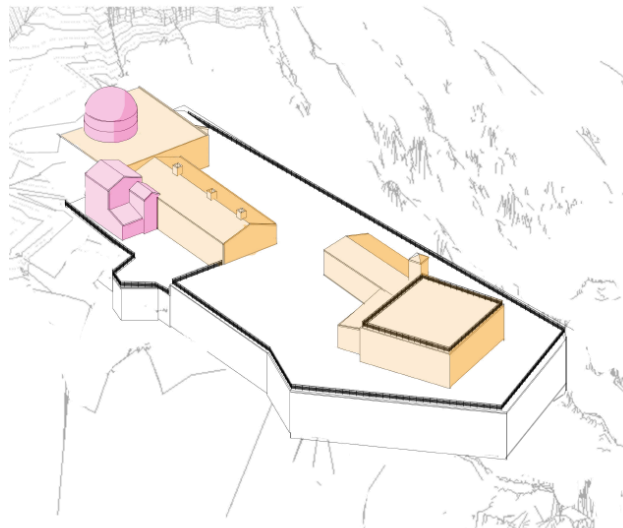


Fig. 2

La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi, état de référence 2 : L'installation de la première coupole d'observation astronomique, par Benjamin Baillaud (1907-1910)

© ReSeed – Léa Bland-Dupré

Après la période difficile de la Grande Guerre, durant laquelle les observations scientifiques ne furent cependant jamais interrompues, l'entre-deux-guerres connaît une forte diversification des activités. Une station radio est installée puis un laboratoire de physique du globe, alors que l'altitude et la variété des expositions est favorable à la création d'un jardin botanique d'altitude. Toutefois, l'activité astronomique reste la plus emblématique par la rénovation de la coupole Baillaud et, surtout, la mise au point du coronographe à des fins d'observations de la couronne solaire, par Bernard Lyot (1897-1952). Le Pic devient alors un observatoire solaire pionnier, de réputation mondiale.

La fin des années 1930 fourmille de projets d'agrandissements ou d'instruments nouveaux, parfois très ambitieux comme celui d'un grand télescope sans coupole, qui ne fut pas construit, en partie à cause de la guerre. Celle-ci ralentit les projets ou les diffère mais, à nouveau, sans interruption des activités scientifique du Pic. Alors que les observations solaires, la spectrographie et la photographie stellaire se développent, les études sur les

rayons cosmiques sont initiées sur le Pic, dès l'Avant-guerre, par le physicien Pierre Auger (1899-1993) (fig. 3).

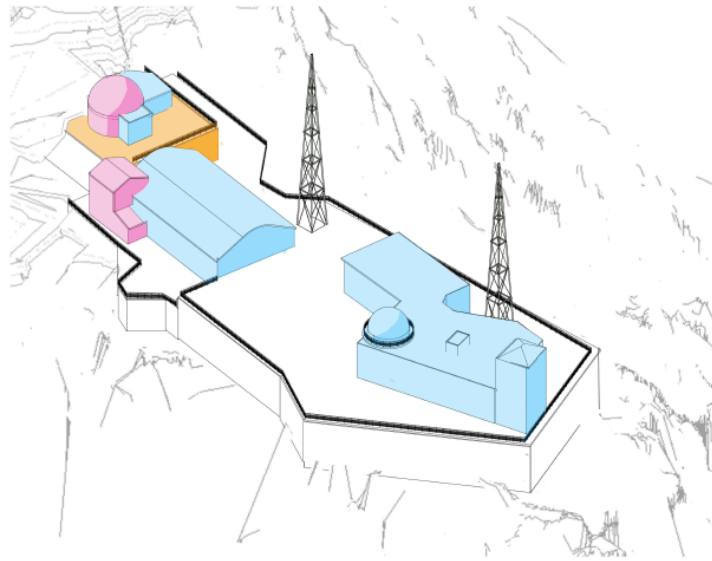


Fig. 3

La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi, état de référence 3 : le Pic dans les années 1930 ; en bleu, des parties restaurée, étendues ou reconstruites dans l'Entre-deux-guerres

© ReSeed, Léa Bland-Dupré

À l'issue de la guerre, les projets reprennent rapidement, en particulier l'installation d'un laboratoire d'étude des rayons cosmiques. Le Pic-du-Midi apparaît comme l'un des sites les plus favorables en Europe, disposant déjà d'une infrastructure scientifique importante. La question des accès se pose toutefois avec acuité, et l'une des premières réalisations de la période est un plan incliné pour les charges lourdes, comme les électro-aimants des détecteurs de particules cosmiques, puis la mise en place d'un téléphérique (fig. 4) avec sa gare d'accès au Pic, et d'une ligne haute-tension. La physionomie du Pic change à nouveau. La recherche sur les rayons cosmiques apporte une dimension internationale avec une implication importante de l'université de Manchester et d'importants résultats, dont la découverte d'une particule fondamentale récompensée par un prix Nobel<sup>4</sup>. Ces travaux, auxquels participe également un chercheur italien, préfigurent et préparent les grandes coopérations scientifiques européennes, dont Auger sera l'un des animateurs.

---

<sup>4</sup> Prix Nobel 1948 attribué à Patrick Maynard et Stuart Blackett pour la détection de nouvelles particules élémentaires, ce dernier en particulier avait étudié les rayons cosmiques au Pic-du-Midi.

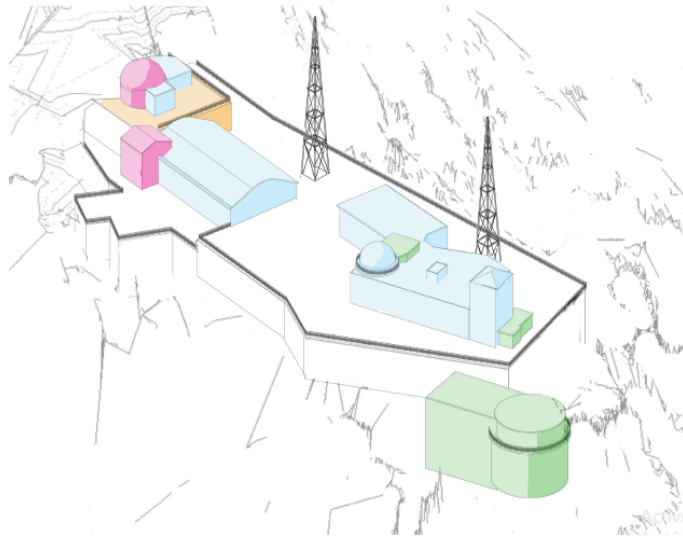


Fig. 4

La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi, état de référence 4 : Au début des années 1950, les aménagements logistiques nécessités par l'étude des rayons cosmiques amènent la construction du téléphérique  
 © ReSeed – Léa Bland-Dupré

Au cours des années 1950 et 1960, d'importants travaux, des modifications de l'existant, accompagnent la montée en puissance des sujets de recherche, comme l'atelier sous la grande terrasse, des coupoles d'astronomie nouvelles, des bâtiments pour des instruments nouveaux, le laboratoire de biologie, des capacités d'accueil agrandies, etc. La structure du site de l'observatoire initial se complexifie de manière importante, créant une image d'ensemble et une silhouette sensiblement densifiée (fig. 5).

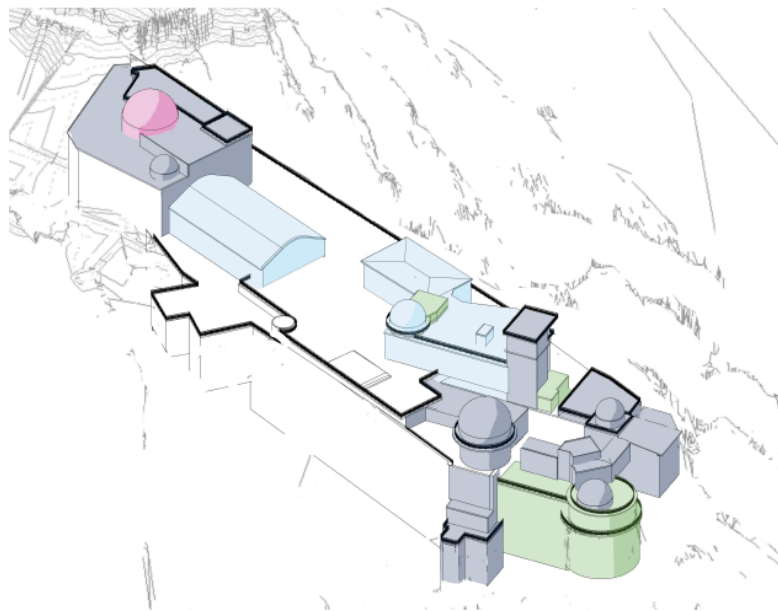


Fig. 5

La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi, les constructions scientifiques des années 1960, sur le site originel de l'observatoire, les antennes radio deviennent inutiles avec la tour de télédiffusion (fig. 6)  
 © ReSeed – Léa Bland-Dupré

Cette période est également marquée par un important projet d'extension du site, en direction de l'arête nord-ouest du Pic. Il s'agit de la construction d'une antenne de

télédiffusion géante, de plus de 100 m, et d'une importante annexe associée dédiée aux services ministériels concernés par son usage. Deux parties désormais constituent le site du Pic-du-Midi, celle de l'observatoire historique avec ses services techniques et d'accueil, et celle de l'extension nord-ouest. C'est à la jointure des deux, dans le prolongement de la grande terrasse que la gare du nouveau téléphérique est construite (1970). Un dernier grand bâtiment scientifique vient achever cette période d'extension, le grand télescope optique Bernard Lyot, conçu et édifié au cours des années 1970 (fig. 6).

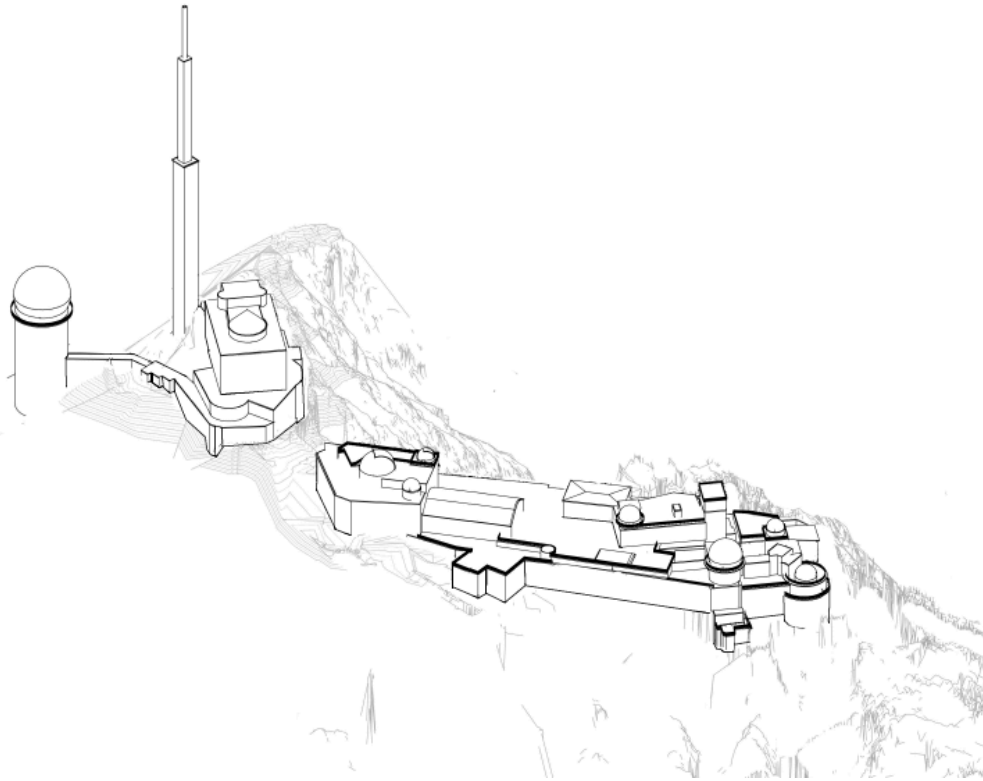


Fig. 6

La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi, schéma de la situation présente des installations du Pic-du-Midi  
© ReSeed, Léa Bland-Dupré

Au tournant des années 1980-1990, il apparaît nécessaire d'envisager une rénovation d'envergure du site du Pic-du-Midi et de ses accès, afin d'assurer la permanence de ses usages et son avenir. La restructuration est assurée avec une importante participation des collectivités locales, désireuses d'en exploiter le potentiel important pour le tourisme d'altitude, le ski et la découverte du patrimoine scientifique. Le fonctionnement de l'observatoire est arrêté en 1996, afin de réaliser les travaux, en particulier un nouveau téléphérique de plus grande capacité doté d'une nouvelle gare d'arrivée, de bâtiments d'accueil des visiteurs et d'un musée du patrimoine scientifique. L'ensemble est inauguré en 2000, établissant la configuration actuelle du site et confortant son triple usage au profit de l'astronomie, de la télédiffusion et d'une importante fréquentation touristique.

## 2.2 Les questionnements sur le statut patrimonial

L'histoire du Pic-du-Midi, en tant que station scientifique de haute montagne, est donc riche de près d'un siècle et demi d'un usage continu et d'une succession impressionnante de projets et de réalisations. Nous en avons donné une esquisse rapide afin d'en dégager la constitution des principaux traits visuels au cours d'une succession de périodes d'édification et d'usage. Nous renvoyons volontiers à l'ouvrage de référence d'Emmanuel



Davoust, pour une histoire scientifique du Pic-du-Midi, jusque dans la dernière partie du XX<sup>e</sup> siècle.

Le Pic fait partie des tout premiers observatoires de haute altitude jamais édifiés. Ils visaient à s'affranchir des pollutions atmosphériques et lumineuses des sites urbains et des vallées. Il est en outre l'un des rares à avoir fonctionné de manière continue depuis sa création, en constant renouvellement de ses équipements comme de ses projets de recherches. Plusieurs de ces programmes, à différentes époques, ont atteint une réputation internationale et des résultats d'une importance scientifique majeure.

L'observatoire et ses bâtiments constituent aujourd'hui un site patrimonial à l'histoire remarquable. Il forme, de manière quasi parfaite, un « paysage culturel » illustrant une relation de l'homme à la nature et à l'univers cosmique, basée sur la connaissance scientifique. Les éléments bâtis du sommet se combinent avec un environnement montagneux escarpé aux multiples visages suivant les saisons et les heures du jour. Très visible, le site du Pic-du-Midi a acquis un caractère emblématique, une valeur d'icône de l'usage de la haute montagne pour la science. Il est lui-même un point d'observation exceptionnel de la chaîne pyrénéenne, quasiment dans son ensemble. Ce paysage de montagnes s'ouvre en outre sur des ciels nocturnes absolument magnifiques par leur pureté et leur clarté, à l'origine de l'observatoire. Ils sont aujourd'hui protégés en tant que « réserve de ciel étoilé » reconnue à un niveau international. Peu de lieux au monde offrent une telle chronologie de l'histoire de l'astronomie, inscrite dans un paysage de montagne aussi magnifique et très bien préservé.

La gestion et l'usage du Pic sont aujourd'hui partagés entre trois entités, aux fonctions complémentaires mais distinctes. Dans la longue lignée de son usage, l'observatoire forme une entité de l'université Paul Sabatier de Toulouse qui assure la gestion des bâtiments, équipements et laboratoires dédiés. Une seconde entité est constituée par le pôle de l'antenne de télédiffusion et les services qui en ont la charge. Ces deux entités fonctionnent essentiellement dans les installations les plus récentes de la partie nord-ouest, autour du télescope Bernard Lyot, de l'antenne et du bâtiment interministériel. Par ailleurs, les autres parties du site, anciennement occupées par l'observatoire, les terrasses et les lieux de vie, qui furent l'objet de la restructuration de la fin des années 1990, ont été confiés à une régie de gestion reposant sur les communautés locales, avec une série de missions, à la fois de gestion du téléphérique et des services pour l'ensemble des partenaires, et de développement touristique du site.

Bien consciente de la valeur simultanément touristique et patrimoniale du site, la Régie du Pic-du-Midi a multiplié les initiatives, en particulier ces dernières années. Elle est par exemple à l'origine de la constitution de la « réserve de ciel étoilé ». Tout en faisant face à de nombreuses obligations et contraintes de gestion et de conservation du bâti, elle se soucie de développer un projet de candidature au Patrimoine mondial de l'UNESCO, dans la catégorie des paysages culturels ainsi que de rénover une muséographie prenant en compte l'histoire des sciences, l'astronomie et l'astrophysique tout particulièrement, et la valeur patrimoniale du lieu.

Dans ce double contexte de recherche de reconnaissance patrimoniale et de gestion d'un site aux fortes contraintes dues à la haute montagne, une série de questions apparaissent, pour lesquelles les outils numériques peuvent apporter une aide précieuse. Les voici brièvement exposées, d'autres peuvent sans aucun doute s'y adjoindre :

- Une meilleure connaissance des parties construites difficiles d'accès, par exemple les murs de soutènement, les constructions en surplomb.
- Les nombreuses parties souterraines du site dont la connaissance précise peut être faible ou insuffisante, par absence de plan, en raison d'un usage discontinu ou rare, etc.

- Un recueil des données et documents historiques nombreux, mais dispersés entre de nombreuses archives publiques ou privées.
- Un problème spécifique de connaissance historique du bâti, notamment à des fins de candidature au Patrimoine mondial, pour laquelle une intégrité et une authenticité de bon niveau des éléments constitutifs du site doivent être démontrées.
- Des besoins de communication et de valorisation du patrimoine que l'on souhaite voir un jour inscrit au Patrimoine mondial, au titre d'un témoignage tant de l'histoire des sciences que de l'usage de la haute montagne à des fins de connaissance (fig. 7).



Fig. 7  
La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi en hiver  
© Régie du Pic-du-Midi

### 3. Plusieurs approches numériques du patrimoine au Pic du Midi

Plusieurs équipes ont abordé la question des outils numériques à propos des questions patrimoniales et touristiques relatives au Pic du Midi. En particulier, le groupement de recherche ReSeed en a fait une étude de cas privilégiée, cela pour plusieurs raisons. Il s'agit d'une situation patrimoniale complexe, mais richement documentée, en particulier sur le plan iconographique. Les études de ce groupement ont été envisagées dans plusieurs domaines : aide à l'analyse et à la compréhension patrimoniale, base de données à gestion de documents hétérogènes, scans, en particulier des parties mal connues ou d'accès difficile.

L'idée initiale était de faire converger ces différentes approches vers une entité numérique unifiée, à plusieurs entrées et à plusieurs usages. Les différents éléments numériques visaient à former la base d'un outil spécifique dédié au patrimoine, une sorte de « couteau suisse » numérique du domaine. Il pourrait aussi proposer une plateforme partagée entre les différents acteurs. Les recherches ont été opérées dans différentes directions, et leur interopérabilité comme leurs corrélations font l'objet de recherches en cours.

### 3.1 Une base numérique d'archivage

Comme déjà indiqué, les sources documentaires sont nombreuses et assez largement réparties entre différentes sources publiques et privées. Les inventorier et les regrouper sous forme numérisée était donc un prérequis indispensable, sous la forme d'une base de données classique. La nature des pièces est assez variée : textes écrits, imprimés, photos, plans, etc. Par exemple, les photos sont assez nombreuses à certaines époques, compte tenu du caractère souvent emblématique des aménagements du Pic-du-Midi, mais avec des limites d'exploitation importantes : un seul point de vue d'ensemble était possible, depuis l'arête nord-ouest ; de nombreuses photos non datées, identifiables seulement de manière indicative. Les plans sont parfois lacunaires, ou carrément manquants pour certaines périodes. Inversement, la documentation secondaire, sous forme de publication est notable ; nous avons déjà mentionné l'excellente compilation des travaux scientifiques due à l'astronome Emmanuel Davoust. Une production d'éléments d'informations à partir d'une telle source vient utilement compléter la base de données.



Fig. 8

La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi, la station scientifique et l'observatoire vers 1900, vue depuis l'arête nord-ouest du sommet  
© Régie du Pic-du-Midi

### 3.2 L'analyse de l'intégrité et de l'authenticité de l'observatoire

Le patrimoine de l'astronomie a suscité une importante réflexion de la part des organisations internationales, notamment à compter de l'année internationale de l'astronomie, en 2009, organisée conjointement par l'UNESCO et l'Union astronomique internationale (UAI)<sup>5</sup>. Dans ce cadre, le Pic du Midi a été un site remarqué<sup>6</sup>. La suite logique

---

<sup>5</sup> - RUGGLES, 2017.

<sup>6</sup> - BOURGEOIS, 2017, p. 141-186.

fut l'intention de préparer un dossier de candidature pour la Liste du patrimoine mondial, mais la complexité de l'histoire du site, qui fait aussi sa richesse, pose un problème d'analyse patrimoniale, en particulier l'évaluation de son intégrité et de son authenticité. C'est en effet un bien dont la nature est d'évoluer au cours du temps, et de se reconstruire sans cesse sur lui-même. Or, dans une perspective de candidature au Patrimoine mondial, les références sont généralement architecturales et demandent d'abord des qualités exceptionnelles dans ce domaine, en référence à un état de conception et de réalisation bien identifié, pleinement achevé et bien conservé. Il n'y a rien de tel dans le cas d'un observatoire de haute montagne, installé d'une part sur un site contraint, de dimensions limitées, et d'autre part en évolution permanente de par sa fonction même et sa vitalité scientifique.

Une restitution numérique à caractère architectural des grandes étapes du passé s'imposait donc, comme un outil d'aide à la compréhension et de présentation d'une succession d'états de références historiquement justifiés. La première partie de cet article donne un aperçu de cette tentative de restitution, basée sur une brève narration historique et sur une identification d'une succession d'états de référence avec des illustrations numériques correspondantes. En outre le travail de préparation du dossier, réalisé par la Régie du Pic-du-Midi, a conduit une étude historique d'identification des constructions réalisées au Pic et à leur description individuelle<sup>7</sup>.

Plus particulièrement, la visualisation de la succession des étapes de référence de l'histoire scientifique du Pic a formé l'un des objets importants du travail numérique de ReSeed, dans l'optique d'approfondir la compréhension des questions d'intégrité et d'authenticité telles qu'attendues par le Comité du patrimoine mondial. Ce travail visait notamment à identifier les origines des différentes constructions actuellement présentes sur le site. Un modèle expérimental a été réalisé, comprenant un curseur numérique<sup>8</sup> et un code couleur afin de donner la profondeur historique du site et indiquer ses éléments encore présents (fig. 8).

---

<sup>7</sup> - BOURGEOIS, Nicolas et al. *Observatoire du Pic du Midi de Bigorre, dossier de candidature à la Liste indicative française du Patrimoine mondial*, Régie du Pic du Midi, consulté en novembre 2019.

<sup>8</sup> - Ce procédé appliqué aux images numériques a notamment été utilisé dans les années 2000 pour le site de patrimoine industriel des usines Peugeot de Sochaux, par le Consortium Usine 3D animé par Jean-Louis Loubet et Alain Michel. [A.-P. Michel (2007), *Du document visuel à la reconstitution virtuelle : l'image de synthèse des usines Renault de Billancourt pendant l'entre-deux-guerres*, 132ème congrès national des sociétés historiques et scientifiques, CTHS, Arles]

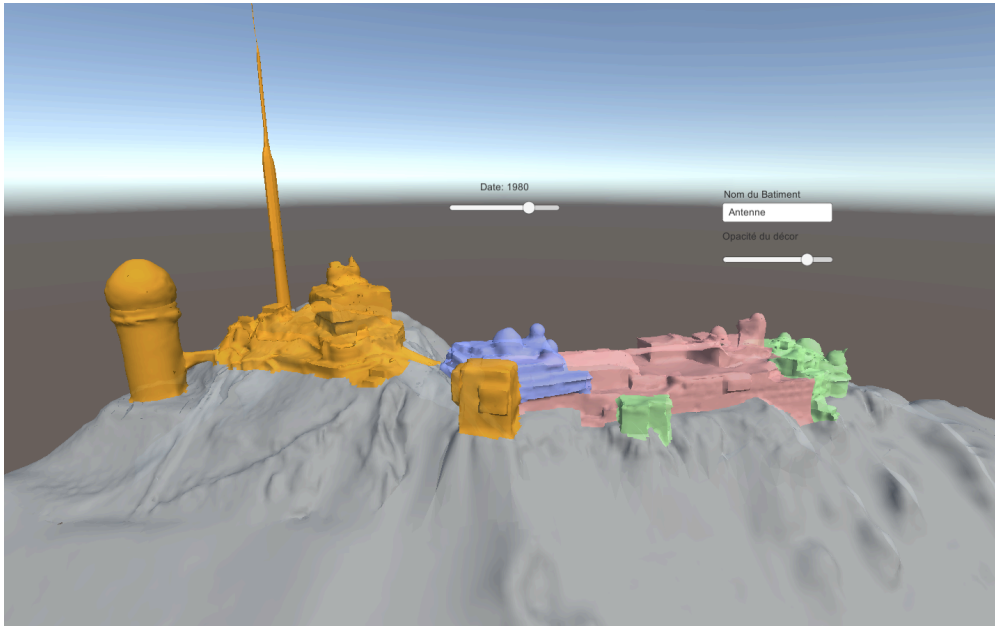


Fig. 9

La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi et ses différents stades de construction, dans son état à l'issue des travaux de 1996-2000 ; le dispositif numérique dispose de deux curseurs fonctionnels : le déroulé chronologique et une fonction zoom

© ReSeed, Paul-Loup Gobinet

### 3.3 Une meilleure connaissance des parties méconnues ou d'accès difficile

On comprend aisément l'apport de scans numériques, via un drone, des façades de l'observatoire au-dessus du vide et des parois escarpées de la montagne. Cette technique LIDAR s'est rapidement généralisée ces dernières années, et une saisie de ce type a été faite par une société spécialisée au profit du projet numérique pour l'accueil des touristes. Elle peut bien entendu se coupler avec de la photographie classique. ReSeed pour sa part, sur la suggestion de la Régie, s'est attaché aux couloirs intérieurs de liaison et aux parties souterraines de l'observatoire. Du fait de sa situation en altitude, du climat et des contraintes d'espace, très rapidement, des galeries souterraines, des couloirs et des espaces de stockage souterrains ont été réalisés, malgré la difficulté - de travailler la roche. L'essentiel des flux est souterrain. Cet ensemble représente aujourd'hui plusieurs kilomètres en sous-sol sur de multiples niveaux, pas toujours bien connus, peu fréquenté ou parfois inutilisés (fig. 10).



Fig. 10 et 11

La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi, numérisation des couloirs intérieurs de l'Observatoire du Pic-du-Midi

© ReSeed, Thomas Dautreppe, Martin Boutroux, Loïc Jeanson, Florent Laroche, Sébastien Remy

La restitution des espaces souterrains est de fait l'une des plus complexes à envisager, mais elle peut s'avérer particulièrement utile en l'absence de plans, ou parfois devant la difficulté à utiliser ceux existants. Or, pour des questions d'entretien, de travaux, d'incidents sur les réseaux souterrains, cette connaissance et une capacité à intervenir rapidement sont souvent problématiques. Il n'est pas toujours simple de se repérer dans de tels espaces et une aide numérique pourrait être bienvenue.

### 3.4 Les applications numériques à but de valorisation

Par ailleurs, la Régie du Pic a lancé une importante opération de rénovation de son musée basée sur l'histoire de l'observatoire, ses différentes contributions scientifiques passées et



présentes, plus largement sur la connaissance astronomique et astrophysique. Ce lieu pédagogique et historique est prisé par les visiteurs du Pic-du-Midi, les familles, les groupes d'astronomes amateurs, les scolaires, etc. Dans l'idée d'une mise à jour moderne de la visite du site et de son centre d'interprétation, la Régie a envisagé de développer un guide individuel numérique, sous la forme d'une tablette capable de retracer l'histoire du site à partir d'images de synthèse, pour présenter son évolution architecturale et des éléments iconographiques appartenant aux différents fonds d'archives déjà évoqués.

Une société du numérique spécialisée dans le domaine de la valorisation des sites patrimoniaux a été chargée de l'opération « Hysto-pad »<sup>9</sup>. En pratique, elle a retracé une histoire en images 3D du Pic-du-Midi, avec la possibilité d'accéder à différentes époques et de visualiser en association des images anciennes. Elle suit donc à peu près les mêmes lignes que celles envisagées par le projet ReSeed, avec cependant plusieurs différences, les objectifs n'étant pas les mêmes. Là, en premier lieu, l'objectif est pédagogique, entièrement tourné vers le visiteur. Les moyens importants mis en œuvre et l'exigence commerciale ont fait avancer ce projet rapidement. Enfin, l'idée d'entrer virtuellement dans un local d'autrefois et d'en proposer une visite panoramique a été développée avec succès, à partir de photos anciennes, cela pour la coupole Baillaud, pour la bibliothèque et différentes pièces des lieux de vie. Il faut saluer cette performance et l'impression de véracité qui s'en dégage, en particulier pour les éléments architecturaux et le mobilier. Pour la coupole, il n'y a toutefois, à notre connaissance, aucune étude de l'instrument et de ses performances optiques et scientifiques, restant à un rendu visuel de l'apparence de l'instrument. Il faut par exemple comparer ce résultat à un second projet de ReSeed, aujourd'hui très avancé, d'étude des lunettes méridiennes de l'Observatoire de Paris et d'autres observatoires en France, qui vise à reproduire numériquement l'instrument de manière approfondie et de restituer ses conditions d'utilisation.

### 3.5 Les développements de la recherche numériques apportés par ReSeed

Le cas d'étude de l'Observatoire du Pic du Midi nous questionne sur notre capacité double à d'une part documenter et présenter une étude de l'intégrité et de l'authenticité des biens, à partir de la documentation, dans ses nuances et ses incertitudes ; et d'autre part à permettre que cette étude de la continuité de l'évolution de la connaissance de l'intégrité et de l'authenticité puisse passer d'une opération ponctuelle à un processus continu, intégrant les nouvelles informations et les nouveaux documents au fil de l'eau.

Un double enjeu à affronter dans un même mouvement : penser un dispositif capable de restituer une analyse et un moment figé d'information, tout en restant modifiable par l'ajout d'information ultérieure. Nous nous sommes mis en ordre de marche pour construire une plateforme permettant de constituer un *double-numérique* ou *jumeau-numérique* de l'Observatoire du Pic du Midi, pour reprendre le jargon employé dans l'*Industrie 4.0*<sup>10</sup>. Un tel jumeau se constitue d'une maquette 3D qui intègre les changements au fur et à mesure qu'ils sont documentés. Des outils sont déjà en usage dans l'industrie. De même, les approches BIM dans le bâtiment développée parallèlement **reprennent** la même idée. Ces approches sont facilitées pour documenter les bâtiments neufs. En effet, une maquette préexiste à la construction réelle, conçue d'éléments standard, issus de catalogues de composants-types. Les inévitables déviations du plan qui apparaissent en cours de construction et de la vie du bâtiment sont ensuite documentées et intégrées à la maquette tout au long du temps.

---

<sup>9</sup> <https://picdumidi.com/fr/pic-du-midi/au-sommet-du-pic-du-midi>.

<sup>10</sup> - L'*Industrie 4.0* est une pratique de l'ingénierie ayant fortement recours à la modélisation de données et à l'utilisation de capteurs pour récupérer des informations en temps réel sur différents objets, comme des systèmes de production, des machines d'usinage, etc.

Pour les bâtiments anciens, le travail se fait simultanément. Il faut modéliser le bâtiment actuel, le documenter et en faire la rétro-conception (fig. 11). Ne pouvant constater que l'état actuel, et les quelques informations que l'on pourra tirer de la documentation ancienne, la rétro-conception consiste à construire poser des hypothèses et construire les modèles correspondants à ce qu'ont pu être les différents états précédents du bâtiment.

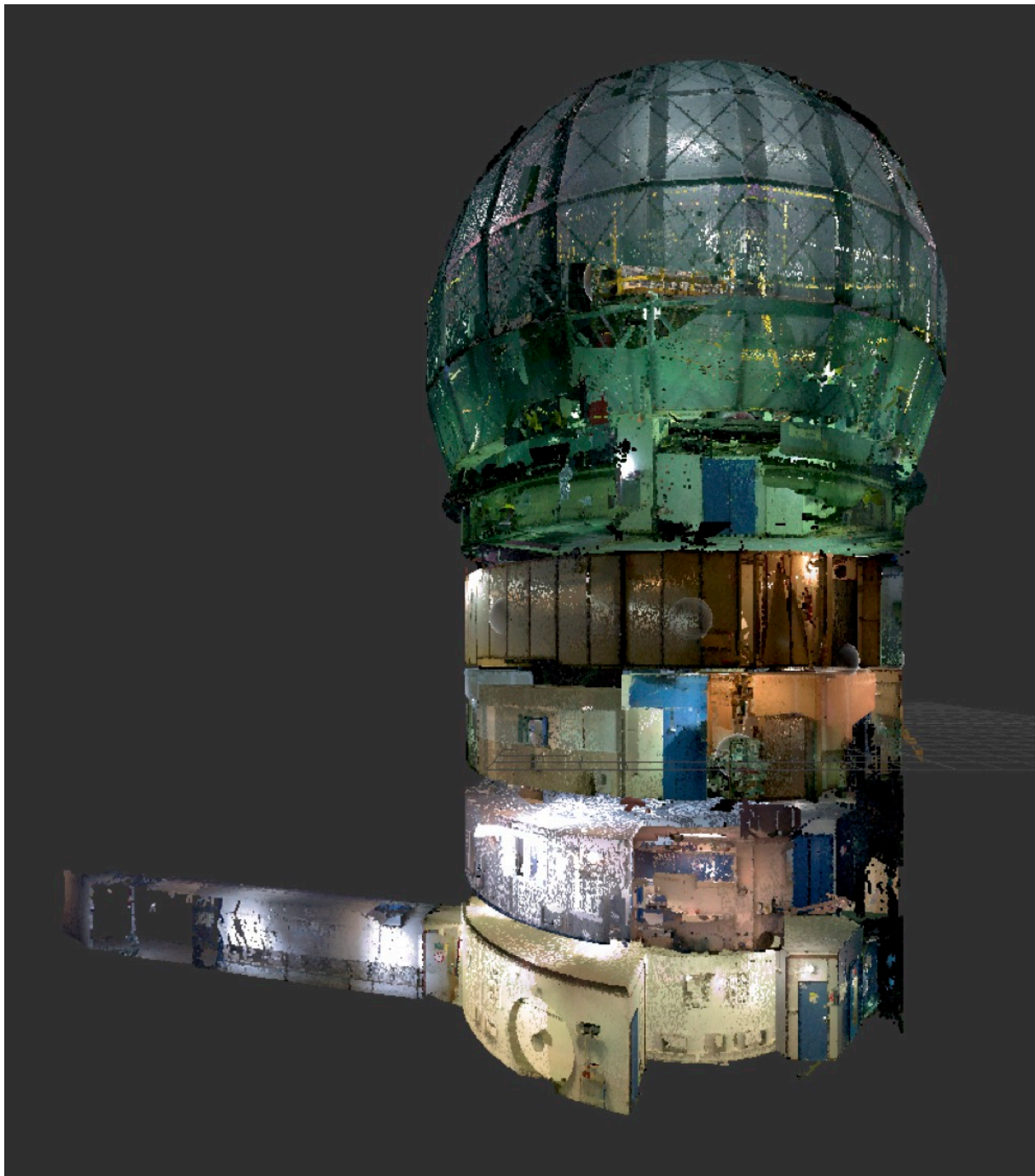


Fig. 11

La Mongie (Hautes-Pyrénées), le Pic du Midi, numérisation de l'intérieur du télescope Bernard Lyot  
© ReSeed, Thomas Dautreppe, Martin Boutroux, Loïc Jeanson, Florent Laroche, Sébastien Remy

À notre disposition, nous n'avons aucun logiciel adapté à l'exercice ou qu'il soit aisé de détourner en ce sens, aussi avons-nous expérimenté. D'abord, le premier modèle, présenté par la figure 9, était constitué autour du moteur de rendu *Unity*, qui s'est avéré insatisfaisant par bien des aspects, notamment la facilité à intégrer de nouvelles



informations. Nous avons reposé le problème à la source. Il nous fallait un environnement de travail dans lequel intégrer sans discontinuer tout type de documentation, en extraire des informations et produire une restitution. Nous nous sommes tournés vers les technologies du web sémantique qui permettent de structurer des données très hétérogènes, et de les traiter de façon indifférenciée. Mais pour que la pratique de ces langages de gestion et ces formats de données reste accessible à tous les utilisateurs, il nous manquait les interfaces. Nous en sommes à ce point du projet où les interfaces de travail d'un nouvel outil sont en construction. Celles-ci doivent gérer le passage d'un travail documentaire à un travail des données, la cohabitation de plusieurs versions des informations, ainsi que son incertitude et l'incomplétude.

## 4. Conclusion

Comme attendu, le premier élément de conclusion est de constater la multiplicité des problématiques d'usage des outils numériques, dans un cas patrimonial complexe comme celui du Pic-du-Midi. Par ailleurs, il s'agit bien d'outils au service de projets qui à leur tour sont de plusieurs types, avec des objectifs différents et réalisés par des acteurs différents. En d'autres termes, ce n'est jamais la question du numérique qui pilote une vision d'ensemble du site, et c'est bien normal. Par contre, la vision de cohérence patrimoniale qui paraît nécessaire pourrait se réaliser autour de la candidature au Patrimoine mondial. La condition est que celle-ci se concrétise effectivement, ce qui nécessite la conjonction d'éléments qui sortent du cadre de cet article, et qu'elle réunisse à la fois les moyens nécessaires et une conscience effective de ses exigences par les différents acteurs. Une coordination des projets numériques associés et l'idée de plateforme commune pourraient alors peut-être se réaliser, impliquant un partage des données et une complémentarité utile des tâches. Le Pic-du-Midi pourrait alors à nouveau se rapprocher d'un exemple de référence de niveau international dans le domaine du numérique au service du patrimoine, proche des attentes de l'ICOMOS<sup>11</sup>, l'organisation en charge de l'évaluation des biens candidats au Patrimoine mondial, et des comités spécialisés qui l'assistent : ICIP<sup>12</sup> et CIPA<sup>13</sup>.

Il s'agit aujourd'hui de plusieurs tendances générales à prendre en compte, que l'on peut peut-être ranger sous le qualificatif général d'éthique du numérique patrimonial. La première concerne les questions de partage de données, et celle des systèmes ouverts et des parties fermées soumises à propriété intellectuelle et droits de redevance. Bien entendu, tout travail mérite d'être reconnu et si nécessaire rémunéré ; c'est parfaitement légitime. Mais il est possible de constater, dans le domaine du patrimoine comme dans d'autres domaines intellectuels et artistiques, des formes de captation des œuvres du passé. En particulier, les très grosses structures privées du numérique, du type GAFA, ne sont pas innocentes en la matière ; tout le monde le sait bien.

Une autre question est celle des garanties apportées au travail de « mise en numérique » effectué, un peu comme quand un historien propose une étude nouvelle. La communauté scientifique exige des références précises aux sources, une critique de ces dernières à propos de leur fiabilité, enfin un exposé du processus méthodologique mis en œuvre. L'historien est très sensible à cette exigence, car il sait les ravages qu'une absence de déontologie a pu provoquer dans le passé et encore aujourd'hui. Rien n'existe dans le domaine du numérique pour encadrer et guider les pratiques. Chacun fait absolument ce

---

<sup>11</sup> - ICOMOS : International Council on Monuments and Sites, organisation consultative de l'UNESCO pour le patrimoine culturel.

<sup>12</sup> - ICIP-ICOMOS : International Scientific Committee on Interpretation and Presentation of the Cultural Heritage and Sites.

<sup>13</sup> - CIPA : Comité international de la photogrammétrie architecturale.

qu'il veut, et les moyens techniques sont prodigieusement capables de produire du virtuel, de pseudo-faits sans contrôle. Bien entendu, un patrimoine comme celui d'un observatoire scientifique semble à ce jour échapper aux falsifications, à la manipulation de l'information. Toutefois, l'approche d'un patrimoine aussi complexe montre que ce n'est pas impossible à envisager. Certains dossiers de candidature au patrimoine mondial ne sont pas exempts par exemple de dérive nationalistes, ou de survalorisations plus ou moins grossières, d'affirmations non fondées, etc.

Enfin, les journées d'études ReSeed, en 2018 et 2019, ont montré la richesse des projets du numérique dans le domaine du patrimoine, à l'échelle de la France, et permis la rencontre d'une communauté d'acteurs multiples : les chercheurs, les institutions du patrimoine et les sociétés privées de développement de projets en pleine effervescence. Le Pic-du-Midi, qui a lui seul réunit les trois, pourrait être un lieu de coopération et d'échange pour le numérique au service du patrimoine ; actuellement l'ensemble des travaux de recherche menés sont mis à disposition de la régie du Pic-du-midi ainsi que des chercheurs du projet ANR ReSeed.

## Bibliographie

BOURGEOIS, Nicolas. « Pic du Midi de Bigorre Observatory ». Dans RUGGLES, Clive et COTTE, Michel (ed.). [Heritage Sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention](#) : Thematic study n° 2, 2017, p. 141-186.

BOURGEOIS, Nicolas et CHARLIER, Bruno. « [Half the park is after dark](#) » [Les parcs et réserves de ciel étoilé : nouveaux concepts et outils de patrimonialisation de la nature](#). Espace Géographique, Editions Belin, 2013, 42, p. 200-212.

COTTE, Michel ; QUANTIN, Matthieu; JANSON, Loïc, *et al.* "[Analysis of a site's integrity by 3D models and integrated database, Case Study: the Pic-du-Midi high-mountain observatory \(France\)](#)", Scientific symposium, ICOMOS General Assembly, New-Delhi, 13-14th December 2017.

DAVOUST, Emmanuel. *L'Observatoire du Pic-du-Midi, Cent ans de vie et de science en haute montagne*. Paris : CNRS Éditions, 2000.

DAVOUST, Emmanuel. [Sauvegarde, inventaire et valorisation de l'Observatoire Midi-Pyrénées](#). *La Lettre de l'OCIM*, mai-juin 2010, n° 129, p. 41-45.

RUGGLES, Clive et COTTE, Michel (ed.). [Heritage Sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention](#) : Thematic study n° 2, 2017.