

## Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine

109-2 | 2021

La montagne et les nouvelles manières de faire connaissance

---

# Les alpinistes et les limites terrestres du vivant : une contribution atypique à la connaissance scientifique

Cédric Dentant, Pascal Mao, Sébastien Lavergne et Philippe Bourdeau

---



### Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/rga/9093>

ISSN : 1760-7426

### Éditeur :

Association pour la diffusion de la recherche alpine, UGA Éditions/Université Grenoble Alpes

### Référence électronique

Cédric Dentant, Pascal Mao, Sébastien Lavergne et Philippe Bourdeau, « Les alpinistes et les limites terrestres du vivant : une contribution atypique à la connaissance scientifique », *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* [En ligne], 109-2 | 2021, mis en ligne le 28 octobre 2021, consulté le 28 octobre 2021. URL : <http://journals.openedition.org/rga/9093>

---

Ce document a été généré automatiquement le 28 octobre 2021.



La Revue de Géographie Alpine est mise à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

---

# Les alpinistes et les limites terrestres du vivant : une contribution atypique à la connaissance scientifique

Cédric Dentant, Pascal Mao, Sébastien Lavergne et Philippe Bourdeau

---

## Introduction

- 1 La montagne a historiquement exercé un puissant attrait pour la pratique de la science. Pourtant, la science du vivant est restée marginale en haute altitude, largement écrasée par l'investissement dans les sciences géophysiques, géographiques, médicales et sociologiques (Bigg *et al.*, 2009). Le récent regain d'intérêt pour Alexander von Humboldt<sup>1</sup>, inventeur de la biogéographie, savant et naturaliste holistique, est la plus notable figure d'exception. Sa tentative d'ascension du Chimborazo (6 263 m) en 1803, popularisée via des illustrations scientifiques de grande qualité, y a grandement contribué. Il en va de même de la figure tutélaire d'Horace-Bénédict de Saussure, inventeur de la géologie et pionnier de l'alpinisme, malgré la parcimonie de ses observations biologiques en haute montagne (Merland, 1988).
- 2 Les premiers alpinistes (XIX<sup>e</sup> siècle) ont fortement investi la collecte de mesures scientifiques pour donner une légitimité à leurs ascensions. Ce faisant, certains d'entre eux (Edward Whymper en tête) ont fait plus que glaner une légitimité : ils ont produit de notables contributions à la connaissance (mesures d'altitude, échantillonnages de roches, observations ethnographiques). Les découvertes récentes sur la biodiversité d'altitude (Marx *et al.*, 2017) et l'émergence de l'écologie historique appliquée à la haute montagne (Wipf *et al.*, 2013) encouragent une revisite de la relation entre sciences naturelles et haute montagne, et de fait entre sciences naturelles et alpinisme. Cette relation a historiquement amené à « faire connaissance » de manière singulière : l'observation d'espèces naturelles y étant une production de faits (Callon et Latour,

1990) non réalisée par les savants car relevant d'une géographie « inaccessible ». L'objectif de ce texte est ainsi de tracer, par une approche géohistorique, la fabrique d'une biodiversité insoupçonnée aux limites altitudinales de la vie terrestre, et de montrer la fécondité d'une science socialement hétéronome.

## La haute montagne et les limites de la vie terrestre

- 3 La haute montagne est classiquement définie, selon des critères biophysiques, comme l'espace géographique des reliefs s'étendant au-delà de la limite altitudinale supérieure de la forêt (Chardon, 1984), soit de 2 000 m environ dans les montagnes européennes à plus de 4 000 m en Himalaya. Dans les Alpes, elle inclut les landes, les pelouses alpines et l'étage nival – ce dernier caractérisé par les neiges « éternelles », les glaciers et sommets rocheux. Si les pelouses alpines définissent l'espace pastoral, l'étage nival est celui de l'absence de végétation. La haute montagne qui nous intéresse présentement est ainsi perçue comme un désert, non exploitée, non exploitable, aux limites du vivant et dont l'étude requiert un mode de déplacement atypique : l'alpinisme.
- 4 La haute montagne ainsi envisagée est une marge de la biosphère (Rougerie, 1990). Son environnement exerce des contraintes fortes sur les organismes : importantes amplitudes thermiques journalières et saisonnières ; fréquente alternance de gel/dégel ; forte intensité des radiations solaires ; sol absent ou peu développé ; faible pression atmosphérique. Körner (2011) décrit les conditions climatiques de la haute montagne en zone tempérée comme les conditions « limites » du fonctionnement physiologique des plantes à fleurs – et par extension pour une grande part des organismes vivants. Pourtant, ces conditions sont aussi facteurs de sélection naturelle, à l'origine d'une biodiversité atypique et largement méconnue (Marx *et al.*, 2017 ; Dentant, 2018) qui se caractérise par deux attributs notables : (i) une majorité de ces espèces sont endémiques de la haute montagne, de certaines régions montagneuses, voire de certains sommets<sup>2</sup> ; (ii) ces espèces présentent souvent des morphologies remarquables et très particulières, telles que la forme de vie en coussin, parfaitement adaptée aux hautes altitudes et latitudes<sup>3</sup>.

## L'alpinisme comme moyen corporel d'exploration

- 5 La découverte de cette biodiversité insoupçonnée n'est pas le seul fait d'un investissement récent. Dès l'événement fondateur de l'exploration scientifique de la haute montagne – l'ascension de Saussure au mont Blanc en 1787 – des observations d'organismes vivants dans les hauteurs ont été réalisées. Saussure note ainsi, lors de la descente du sommet, la présence de silène acaule (*Silene acaulis* subsp. *bryoides*) (Saussure, 1796), une plante en coussin typique, au lieu-dit du « rocher de l'heureux retour » (3 505 m). Il s'agit de la première observation biologique jamais réalisée en haute montagne. Humboldt fit systématiquement référence à l'ascension de Saussure dans ses illustrations physiques et biogéographiques des sommets andins. Il produisit un nombre vertigineux de données naturalistes et physiques lors d'un voyage en Amérique latine avec le botaniste Aimé Bonpland, de 1799 à 1804, lesquelles lui permirent de publier une quantité tout autant pharaonique de travaux scientifiques. Certains, comme l'invention des isothermes ou la mise en évidence des étagements altitudinaux et latitudinaux des végétations, ont gagné la postérité (Debarbieux, 2012).

Saussure et Humboldt ont été d'importants partisans de la science de terrain, laquelle assure tout autant la production de faits de connaissance (Latour, 1987) qu'une expérience sensible du réel garantissant une connexion à la nature étudiée (Livingstone, 2003). Au XIX<sup>e</sup> siècle, cette approche a connu une véritable « sacralisation » dans des pays comme la Prusse ou l'Angleterre. Péaud (2014) souligne la forte influence de la philosophie kantienne dans le milieu scientifique germanique : « voir [le monde] donne à penser et donc à formuler un système de compréhension du monde ». Mais l'expérience d'un espace réel, l'imprégnation du terrain ne peuvent se résumer au seul sens visuel : elles impliquent le corps tout entier (Outram, 1996). Et la haute montagne, en tant que marge terrestre du vivant, est un espace qui intensifie la temporalité des corps (manque d'oxygène, efforts musculaires continus, déshydratation constante). S'il est entendu que *faire connaissance* implique le psychique et le cognitif, en haute montagne cela requiert aussi – et pleinement – le corps.

- 6 Aucun scientifique, après Saussure et Humboldt, n'investira de manière comparable la haute altitude. Il faudra attendre la naissance de l'alpinisme comme activité de loisir pour qu'un certain renouveau de l'exploration de cette marge terrestre voie le jour. En 1857 naît le premier club d'alpinistes : l'Alpine club de Londres. Ses membres sont des aristocrates et grands bourgeois disposant d'assez de temps libre pour faire des « excursions » dans les montagnes européennes. La majorité d'entre eux ont bien d'autres motivations que la science pour les escalader : la fascination, le sublime, la gloire, l'aventure (Macfarlane, 2003). Socialement et culturellement peu avouables, ces élans vers les sommets ont dû se draper de légitimité. La science, notamment l'histoire naturelle, fut un des sésames d'acceptabilité. Ainsi John Ball, président-fondateur de l'Alpine club, encouragea ses membres, dès la première édition de la revue du club, à faire des relevés et mesures scientifiques : « *Persons not possessing a competent knowledge of any particular branch of natural science cannot expect to contribute much to the existing store of knowledge by such chance observations they may make. To this remark, however, some exceptions may be made, especially in regard to those who attain positions not previously reached by men of science*<sup>4</sup> » (Ball, 1859). L'alpinisme pouvait produire des faits de science dans un espace géographique où les corps des scientifiques étaient absents. S'inventait ainsi ce que Mao et Bourlon (2017) ont défini par « tourisme d'aventure à dimension scientifique ».

## Dichotomie de la science : le terrain et le laboratoire

- 7 La proposition de Ball souligne un point essentiel : il existe un lieu géographique de l'observation scientifique (la haute montagne, que l'homme de science n'atteint pas) et un lieu géographique d'exercice conceptuel de la science (celui où ce même homme de science exerce sa fonction). Dans certains domaines (chimie ou mathématiques), le laboratoire combine ces deux lieux. Dans le cadre de l'écologie scientifique ou de la géologie, il existe une forte dichotomie entre le terrain (et ses observations *in situ*) et le laboratoire – espace confiné où tous les paramètres étudiés sont contrôlés ; espace également envisagé comme celui du lieu de la conceptualisation. Cette dichotomie a occupé une place centrale dans la structuration de la science au début du XIX<sup>e</sup> siècle, avec comme personnalité forte Georges Cuvier. Inventeur de l'anatomie comparée, ce dernier considérait le laboratoire ou le cabinet d'étude comme les lieux réels de pensée et de connaissance, soulignant que les explorations n'avaient ni l'investissement

temporel ni l'étendue spatiale suffisants pour pleinement rendre compte du réel (Outram, 1996). À l'inverse, bien des savants ont vu dans l'exploration de terrain la porte d'entrée à leurs réflexions sur le monde : Saussure, Humboldt, Orbigny, Dolomieu, Wallace et le plus célèbre de tous, Darwin. Jeune scientifique, il fit le tour du monde pendant cinq années à bord du *Beagle*. Les pinsons qu'il observa aux Galápagos deviendront la plus populaire illustration de sa future théorie de l'origine des espèces. Si Darwin n'a plus voyagé par la suite, son travail ultérieur doit beaucoup à cette expédition initiale. Nombre de ces voyages d'exploration furent ainsi assimilables à des rites initiatiques au milieu académique, au point que ces mêmes académies émirent des recommandations pratiques pour les comptes rendus d'expédition et les collectes des spécimens naturels.

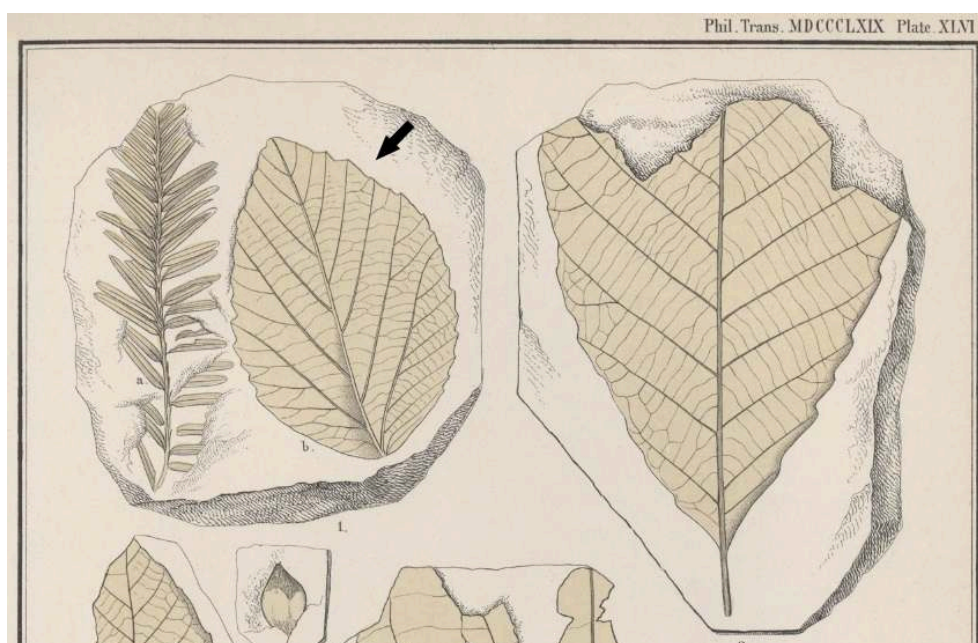
- 8 Si elles ne sont pas mises en dualité, science de terrain et science de laboratoire peuvent pertinemment se compléter, comme l'a récemment démontré Faugère (2019) en analysant la mécanique sociale d'expéditions taxinomiques d'ampleur. Terrain et laboratoire forment les deux termes de la science utilisés par Reichenbach (cité par Hacking, 2004) pour la définir : le contexte de la découverte et le contexte de la justification. La découverte est ainsi l'exploration, l'inconnu, les lieux, les espaces non encore investis par des hommes de science. Elle est tributaire du contexte social, historique et géographique. La justification n'est question que de raison pure, affranchie de toute historicité. C'est la théorisation, la conceptualisation confinée en laboratoire. L'appel de Ball encourage ainsi les alpinistes à s'engager dans le *contexte de la découverte*. Il ne prétend pas que les alpinistes deviendront ainsi des savants, mais qu'ils pourront par l'engagement de leur corps contribuer à la science, produire de la connaissance – faire connaissance. Malgré une position encore jugée hérétique pour les défenseurs d'une science menée par les seuls « professionnels » (Lagasnerie, 2011), ce réseau de groupes sociaux aux compétences complémentaires, produisant des savoirs divers (factuels ou conceptuels) sur de mêmes organismes non-humains – lesquels en retour, par leur distribution géographique, façonnent la mobilité des humains – structure une *socio-nature* telle que formulée par Callon et Latour (1990).
- 9 Sigrist (2008) propose, dans un tel réseau, une hiérarchisation des savants : ceux de catégorie A (l'élite, citée en référence, riche de publications), ceux de catégorie B (professionnels, mais de moindre envergure, besogneux en publications) et enfin ceux de catégorie C (amateurs, collecteurs, dilettantes). Cette catégorisation pose la question même de la définition du savant. Passé de « philosophe de la Nature » ou « physicien » (XVIII<sup>e</sup>) à « savant » puis « scientifique » (XIX<sup>e</sup>), il est le « chercheur » d'aujourd'hui. La professionnalisation et l'appartenance *de facto* à diverses universités ou académies simplifient la définition sociale du chercheur. Mais aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles, cette professionnalisation était loin d'être la norme. Et *a contrario*, l'appartenance aux académies n'était pas synonyme de production scientifique. Ces catégories renvoient ainsi à la dichotomie terrain/laboratoire, non plus sous le seul angle de l'espace mais aussi sous celui de la pensée : dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, un philosophe de la Nature était celui qui *théorisait* la Nature. Il ordonnait le monde par ses mots (Foucault, 1966). Très souvent, ses théories se basaient sur ses propres expériences, qu'elles soient de terrain ou de laboratoire. Mais la partition de la science promue par Cuvier s'est peu à peu imposée : le voyage corporel étant trop parcellaire, dans l'espace comme dans le temps, seule l'accumulation des échantillons et observations dans les laboratoires et muséums permettait d'embrasser l'ensemble des objets de connaissance et par extension de faire

une analyse complète de la Nature (Outram, 1996 ; Livingstone, 2003). Aux théoriciens de siéger dans les espaces dédiés à la science (les académies et muséums) ; aux « collecteurs » l'exploration de terrain. La haute montagne, encore largement *terra incognita* à la moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, devint ainsi un des premiers espaces terrestres où cette partition de la science s'exerça. L'exemple de l'alpiniste Edward Whymper est éclairant à plus d'un titre.

## Edward Whymper : la découverte de la biodiversité extrême

- 10 Edward Whymper a été recruté en tant que graveur, à l'âge de 20 ans, par l'éditeur William Longman pour illustrer la revue de l'Alpine Club « *Peaks, Passes and Glaciers* ». Sa mission était de réaliser des gravures des Alpes de Suisse et du Dauphiné – ces dernières étant encore presque totalement inconnues. Whymper va magnifiquement accomplir sa tâche, et plus encore révolutionner l'alpinisme par l'ascension de sommets majeurs encore jamais atteints. L'aboutissement de cette fringale des hauteurs est la première ascension du Cervin (4 478 m), le 14 juillet 1865. Cette ascension se termina par un drame devenu célèbre (quatre des sept alpinistes périssant à la descente) et donna lieu au premier déchaînement médiatique sur ce qui sera appelé plus tard « l'Alpe homicide »<sup>5</sup>. Mais cette ascension conféra aussi à Whymper la gloire. Âgé d'à peine 25 ans, il entre à la Royal Society, club très élitiste qui assure au jeune homme de fructueuses rencontres avec d'éminents scientifiques de l'époque : le botaniste Joseph Hooker, l'anthropologue Francis Galton, l'entomologiste Henry Bates ou le géologue Charles Lyell. Après un début en science intuitif et sans méthode (par exemple ses relevés de plantes sur l'arête du Lion, versant italien du Cervin, lors de ses tentatives en solitaire), ses fréquentations à la Royal Society le convainquent de monter une expédition scientifique à la recherche de fossiles dans la baie de Disko, au Groenland. Il s'arme de conseils auprès des savants rencontrés – et particulièrement du grand entomologiste et explorateur des Amazones Henry Bates – et investit, à l'instar de Humboldt, dans de nombreux instruments de mesure. Il recrute également un scientifique en charge de réaliser les relevés cartographiques et d'organiser les herbiers et collections de fossiles. Ce recrutement sera un désastre, l'individu, dénommé Brown, se révélant un ambitieux jaloux Whymper (Smith, 2011). Ce dernier, décrié dans sa démarche parce que n'étant pas un « professionnel » de la science (Brown le désignant à l'envi comme « un simple dessinateur ») eut suffisamment de ressources mentales pour passer outre et constituer seul une remarquable collection de fossiles. Au grand dam de Brown, Whymper envoya lui-même sa collection au plus prestigieux paléobotaniste de l'époque : Oswald Heer. Admirateur des exploits alpins de Whymper, Heer lui dédia un arbre fossile issu de cette collection : *Viburnum whymperi* (figure 1).



Figure 1 : *Viburnum whymperi*

*Viburnum whymperi* (flèche noire), arbre fossile décrit par Heer à partir des échantillons rapportés par Whymper et issus de son expédition de 1867.

Source : Heer O., (1869). – "Contributions to the fossil flora of North Greenland, being a description of the plants collected by Mr. Edward Whymper during the summer of 1867." *Philosophical Transactions* 159 : p. 445-488.

- 11 À ce stade du parcours de Whymper, deux éléments fondamentaux sont à souligner : (i) Whymper, dans ses ascensions alpines, avait fait des observations opportunistes dans l'esprit de l'appel de Ball. Avec l'expédition de Disko de 1867, la science devient clairement un objectif phare de son voyage. (ii) Par sa remarquable collecte de fossiles, Whymper a intégré, dans ce nouveau parcours de vie, ce que Sigrist et Vinck (2017) désignent comme des « objets intermédiaires » : des spécimens, illustrations ou écrits qui permettent la circulation de la connaissance scientifique, et dans de nombreux cas, appuient une théorie. Pour ces auteurs, c'est précisément l'organisation et la finalité de ces objets qui distinguent le chercheur de l'amateur, en ce sens que le chercheur idéalisé ne cible pas le spectaculaire mais le signifiant, l'utile à une démarche heuristique, quand l'amateur constitue un « cabinet des merveilles » destiné à être admiré et commenté. Au XIX<sup>e</sup> siècle, l'organisation des objets intermédiaires destinés à la science connaît son apogée dans les muséums, où l'agencement des collections reconfigure la Nature dans un espace contraint (Livingstone, 2003). Whymper s'inscrit dans cette logique scientifique : la réalisation et la destination de sa collection de fossiles – objets intermédiaires – alimentent la recherche de Heer.
- 12 Fort de cette reconnaissance par le monde académique et de son expérience déplorable avec Brown, Whymper organise sa troisième grande expédition sans prévoir d'emmener aucun savant « professionnel » avec lui. Ses objectifs restent pluriels : s'il veut plus que jamais contribuer à la connaissance scientifique, il veut aussi gravir les plus hauts sommets jamais atteints par un humain.
- 13 Il est un des rares cas dans l'histoire de l'alpinisme à maîtriser tous les types de production d'objets intermédiaires de l'époque : dessinateur exceptionnel, écrivain talentueux, il ne lui restait plus qu'à gagner la maîtrise de la collecte et conservation de

spécimens naturels. S'appuyant sur son amitié avec Bates, il se forme aux techniques spécifiques de la récolte d'insectes et de quelques autres groupes biologiques tels les serpents et batraciens. Fin 1879, il embarque avec le célèbre guide valdôtain Jean-Antoine Carrel pour l'Équateur. Il a lu avec passion le récit de l'expédition française de La Condamine (une des deux seules autorisées par le roi d'Espagne en 300 ans d'occupation) visant à vérifier la théorie de Newton selon laquelle la Terre était aplatie aux pôles et plus large à l'équateur. Les membres de l'expédition reviendront en France presque 20 ans après leur départ et valideront cette théorie. Un exemple de science de terrain hors norme.

- 14 Whympers est bien plus fasciné par La Condamine que par Humboldt. Il considère que ce dernier n'a pas été aussi haut en altitude qu'il le prétend – il est depuis largement admis qu'Humboldt avait quelques facilités avec la réalité (Wulf, 2017). Whympers et ses compagnons font non sans peine la première du Chimborazo (6 263 m) (figure 2), où il met en évidence les possibilités – et nécessités – d'acclimatation à la haute altitude. Ils réalisent dans la foulée la première ascension de l'Antisana (5 753 m), montagne qui a inspiré Humboldt dans ses travaux sur l'étagement de la végétation (Moret *et al.*, 2018).

Figure 2 : Gravure illustrant le sommet du Chimborazo lors de sa première ascension



Sommet du Chimborazo lors de la première ascension. Joseph-Antoine Carrel (premier plan) porte un baromètre pour mesurer l'altitude. Gravure d'Edward Whympers.

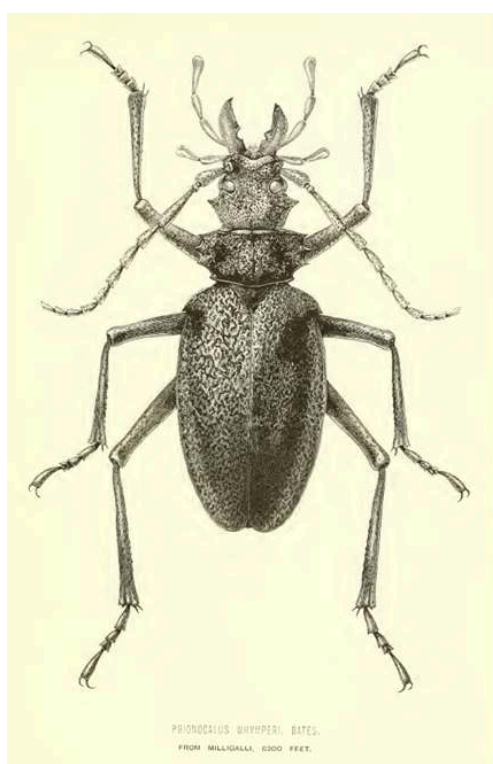
Source : Whympers E., 1891. *Travels amongst the great Andes of the Equator*, John Murray.

- 15 De cette expédition, Whympers rapporte plusieurs milliers de spécimens d'insectes, principalement récoltés au-dessus de 2 500 m d'altitude. Henry Bates, devant la quantité astronomique d'échantillons à étudier, s'entoure de sept assistants. 359 espèces sont ainsi décrites dans l'annexe de son récit d'expédition (Whympers, 1891), annexe devenue célèbre sous le nom de « *Whympers's bug book* ». Parmi ces espèces, 131 sont nouvelles pour la science, avec pas moins de 14 nouveaux genres. Ces chiffres sont colossaux pour des travaux de taxinomie. Whympers se voit dédicacer sept taxons : trois coléoptères (*Heterogomphus whympersi*, *Prionocalus whympersi* (figure 3), *Xenismus whympersi*), une fourmi (*Holcoponera whympersi*), une punaise (*Pnohirmus*



*whymperi*), un serpent (*Coronella whymperi*) et une grenouille (*Hylodes whymperi*). Une consécration scientifique pour l'homme qui a été de son vivant aux plus hautes altitudes jamais atteintes et qui a mis en lumière une biodiversité aussi insoupçonnée qu'exceptionnelle. Prenant le contre-pied de Humboldt sur la haute montagne, ces découvertes lui feront dire : « *In his Vues des Cordillères, Humboldt deplores the small results which have been attained upon high mountain expeditions in the following passage : "Ces excursions pénibles, dont les récits excitent généralement l'intérêt du public, n'offrent qu'un très-petit nombre de résultats utiles au progrès des sciences" [...] Yet, enough I trust appears to encourage my contemporaries in mountain-travel to continue similar researches, laborious and unthankful though they may be; gradually to amass such a body of evidence as will in course of time render no longer true the dictum of my illustrious predecessor; and will permit it to be said, instead, that high-mountain explorations, although perhaps of little interest to the general public, are of great value to Science* » (Whymper, 1891). Un appel encore plus fort que celui de Ball en 1859, car Whymper parle désormais en expert

Figure 3 : *Prionocalus whymperi*



*Prionocalus whymperi*, coléoptère rapporté des Andes par Whymper. Cette espèce nouvelle pour la science a été décrite par Bates et dédiée à Whymper. Gravure d'Edward Whymper.

Source : Whymper E., 1891. *Travels amongst the great Andes of the Equator*, John Murray.

- 16 Bates fera profit de ces échantillons, débattant de la position de Darwin sur les causes de la répartition des espèces sur le continent américain. Mais comme Darwin, il passera à côté d'un élément phare : si toutes les espèces découvertes par Whymper au-dessus de 4 500 m étaient nouvelles pour la science, c'est que les hautes montagnes agissent comme un puissant moteur d'émergence de nouvelles espèces, par le biais de fortes pressions de sélection naturelle (Rahbek *et al.*, 2019).

- 17 Au-delà des objets intermédiaires collectés ou construits par Whymper, se dessine clairement l'importance, pour faire connaissance, de la relation privilégiée avec un théoricien. Quels que soient les remarquables mérites de Whymper, son apport scientifique a pris corps grâce à l'encouragement, au soutien, et à la conceptualisation menée par Henry Bates – et avant lui, par Oswald Heer. Et la présence de cet « être médiateur » qu'est le théoricien apparaît centrale dans le processus.

## Des « objets intermédiaires » aux « êtres médiateurs »

- 18 Latour (2015) différencie le statut de l'*intermédiaire* et du *médiateur* (objet ou être vivant) : le premier ne fait que transporter l'information quand le second agit en faisant « bifurquer », en créant une nouvelle compréhension, une nouvelle appréhension. Latour reprend le concept investi par Serres (1974) et définit le médiateur comme un traducteur. Le médiateur du XIX<sup>e</sup> siècle est celui qui *désigne* les objets intermédiaires en taxinomie autant qu'il les *situe* dans la théorie, ou pour reprendre les termes de Foucault (1966), le théoricien, par sa médiation, *désigne* et *dérive* dans un même élan les spécimens naturels.
- 19 En 1878, à une époque contemporaine de l'expédition équatorienne de Whymper, Paul Guillemin, alpiniste et naturaliste français, réalise avec Pierre Gaspard la troisième ascension de la Meije (3 983 m). Il y découvre et récolte trois espèces végétales à 3 600 m d'altitude (Dentant et Moine, 2020). À l'époque, c'est un record pour les Alpes, qui plus est sur un de ses plus prestigieux sommets. La saxifrage à feuilles opposées (*Saxifraga oppositifolia*), la linaria alpine (*Linaria alpina*) et l'éritriche nain (*Eritrichium nanum*) font leur entrée (éphémère) dans le lexique du tout nouveau Club alpin français. Les trois spécimens, analysés à la Société botanique de Lyon, font grand bruit. Un de ses éminents membres écrira : « [...] l'Alpinisme, j'en ai la conviction, est appelé à étendre le domaine de l'Histoire naturelle et à rendre d'immenses services à l'étude des diverses branches de cette science, et tout spécialement à l'étude de la botanique » (Carret, 1880). Une nouvelle ère semblait lancée pour la science en haute montagne. Mais en l'absence de traduction, d'êtres médiateurs pour que le monde académique s'empare de la question, cette envolée est restée longtemps sans écho. La découverte de terrain était en altitude fondamentalement « non académique ». Or l'académique était alors le médiateur entre le terrain et le concept.
- 20 Ainsi, il faudra attendre 1935 pour un sursaut. Après les Alpes et les Andes, les plus hautes montagnes de la planète sont investies (encore et toujours) par les Britanniques. Les reconnaissances du point culminant du globe, l'Everest, commencent en 1921. Eric Shipton, aventurier, écrivain et alpiniste iconoclaste, est comme beaucoup de membres de sa génération imprégné par les écrits de Whymper (Shipton, 1969). Il essaie avec modestie de suivre les pas du maître. En 1931, il devient à son tour l'humain à avoir été à la plus haute altitude jamais atteinte, au sommet du Kamet (7 756 m). Au cours de cette expédition, il se découvre un attrait pour les plantes qui le mènera, quatre ans plus tard, à récolter au pied de l'austère versant nord de l'Everest, à 6 400 m, deux espèces végétales. Rapportées au *British Museum*, l'une d'elle fut rapidement identifiée car déjà connue au Tibet : la saussurée cotonneuse (*Saussurea gnaphalodes*). L'autre, inconnue, est « enterrée » et oubliée dans les herbiers. Comme Guillemin, Shipton n'a pas rencontré dans sa démarche d'être médiateur pouvant faire siennes ces observations exceptionnelles. Il faudra attendre 65 ans après l'expédition, et 23 ans

après la mort de Shipton, pour qu'un scientifique s'intéresse à la plante oubliée. Nouvelle pour la science, elle est baptisée *Lepidostemon everestianus* (Al-Shebhaz, 2000) (figure 4). Sa résurrection pour la science ouvre des perspectives de recherche fondamentale : analyser son origine évolutive grâce à son génome pour comprendre les mécanismes de la sélection naturelle à très haute altitude.

Figure 4 : *Lepidostemon everestianus*



*Lepidostemon everestianus*, plante rapportée du camp III, à 6400 m d'altitude, sur le versant tibétain de l'Everest (herbier Shipton).

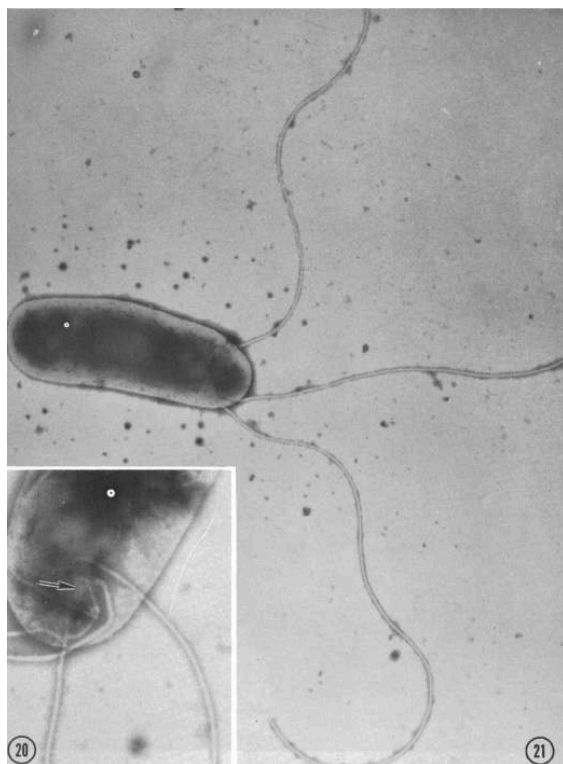
Photographie du *British Museum*.

## À la découverte des limites extrêmes du vivant

- 21 L'expédition scientifique américaine à l'Everest de 1963 marque pour la première fois un tournant dans cette manière de faire connaissance. À l'époque de la guerre froide et de la crise des missiles de Cuba, la justification pour gravir les sommets a pris une toute autre tournure : celle d'apporter à l'armée des éléments concrets sur les capacités physiologiques et psychologiques d'individus en situation extrême (Clements, 2005). L'expédition est ainsi conjointement financée par l'armée états-unienne et la National Geographic Society. Cette dernière fait engager des alpinistes professionnels pour s'assurer du sommet – et donc du succès médiatique de l'expédition.
- 22 Lawrence Swan, chercheur en écologie scientifique à l'Université d'État de San Francisco, connaît les nécessités de la recherche en haute altitude. Spécialiste des araignées, il les a étudiées en 1954 sur les pentes du Makalu, à plus de 6 700 m d'altitude, et sait que la frugalité en matériel et protocoles est le meilleur gage de réussite. L'expédition de 1963, qui se revendique scientifique, n'intègre pourtant pas de

biologiste dans ses rangs. Grâce à ses travaux antérieurs, Swan connaît plusieurs des alpinistes professionnels recrutés. Il fournit à trois d'entre eux une boîte hermétique, logeant dans une poche, les enjoignant simplement à récolter des débris rocailloux à la plus haute altitude possible.

- 23 Le volet scientifique l'expédition tourne au fiasco, même si ses membres essaient d'en limiter l'étendue (Clements, 2005). Le fait que plusieurs d'entre eux aient tout de même atteint le sommet, que la revue *National Geographic* en fasse un récit léché et séduisant, offre une aura de succès à l'expédition. Dans cette période historique de tension internationale, le patriotisme états-unien est flatté par la présence d'Américains sur le toit du monde, et ce pour la première fois de l'histoire. On en oublie les motifs scientifiques initiaux.
- 24 Swan a pu récupérer deux boîtes d'échantillons de débris rocheux collectés à 8 400 m. Il rend un vibrant hommage aux deux alpinistes : « *Whereas, highly motivated, single purpose climbers are not noted for their cooperation in scientific adventures, two climbers, Lute Jerstad on the West Ridge and Barry Corbet on the South Col approach amazingly filled their vials at 8 400 m* »<sup>7</sup> (Swan, 1990). Il fait parvenir ces échantillons au laboratoire de la NASA basé à Ames (Californie), où sont entrepris les premiers travaux d'astrobiologie<sup>8</sup>. L'air contenu dans les boîtes est en effet trois fois moins dense qu'au bord de mer, et Swan propose d'en faire l'analyse de la même manière que si ces boîtes revenaient de Mars, où la pression atmosphérique est dix fois plus faible qu'à la surface de la Terre. Il considère que le site terrestre aux conditions physico-climatiques les plus proches de celles de la surface martienne est le sommet de l'Everest. Le résultat sera la découverte de bactéries nouvelles, à la physiologie clairement adaptée aux alternances de gel/dégel journaliers et aux fortes radiations lumineuses (Swan, 1992). Un type de bactérie totalement inconnu fut décrit en lien avec son origine géographique : *Geodermatophilus everesti* (figure 5). Plus récemment, il a été montré que les *Geodermatophilus* sont parmi les seuls organismes terrestres capables de résister à des intensités d'UV dix fois supérieures à celles mesurées à la surface de Mars. En somme, un parfait exemple de ce que pourrait être la vie extraterrestre. La découverte de ces bactéries en 1963 alimenta ce qui allait devenir le programme *Viking* de la NASA : l'envoi de robots sur la Planète rouge pour en explorer les conditions physiques et la possible présence de vie.<sup>9</sup>

Figure 5 : *Geodermatophilus everesti*

Photographie de *Geodermatophilus everesti* (x 45400), bactérie découverte sous le sommet de l'Everest et restant à ce jour l'organisme vivant le plus haut jamais contacté sur Terre.

Source : Ishiguro et Wolfe (1970), *Journal of Bacteriology* 104(1).

- 25 Pour la première fois depuis la déclaration de Carret en 1880, l'alpinisme avait pleinement contribué à « étendre le domaine de l'histoire naturelle ». Un chercheur comme Swan avait compris l'intérêt d'utiliser l'alpinisme – et par extension « les corps » des alpinistes – comme moyen de « faire connaissance ».

## De l'être médiateur à la zone frontière

- 26 Swan est ainsi le premier être médiateur à formaliser une association spécifique auprès d'alpinistes – et non à aider des alpinistes à valoriser des objets intermédiaires récoltés dans leurs aventures. Depuis, la personnalisation de la relation à la science s'est fortement transformée : dès le dernier quart du XX<sup>e</sup> siècle, de nouvelles institutions non académiques ont vu le jour, dont une des vocations est la production de données naturalistes. Le terrain devient ainsi le lieu d'une culture hybride (Faugère et Mauz, 2013) investi par de nouveaux experts : rarement théoriciens, ces acteurs sont porteurs d'une science pour partie désinvestie par les académiques alors focalisés sur les nouvelles disciplines de laboratoire comme la microbiologie, l'analyse isotopique (géologie) ou encore la modélisation statistique. Pour le territoire français, ces nouveaux experts correspondent à des agents d'espaces protégés, de conservatoires botaniques et autres. La relation avec la recherche ne nécessite non plus une seule relation interpersonnelle – et donc un être médiateur – mais une zone intermédiaire entre institutions académiques et institutions non académiques. Ce que Mauz et Granjou (2013), à la suite de Kohler (2002), ont défini comme une « zone frontière ».



Cette zone n'efface pas la nécessité de relations entre personnes, mais elle implique un niveau institutionnel – et donc symbolique – jusqu'alors absent. C'est en ce sens que l'apparition de cette zone frontière peut être considérée comme un tournant collaboratif, même si conservateur sur la partition des acteurs de terrain et du laboratoire.

- 27 En haute altitude, ce tournant a toutefois pris une forme plus singulière. Une cordée se constituant de deux individus, la relation interpersonnelle ne peut jamais totalement se diluer dans les institutions. Pour faire cordée, l'être médiateur, le théoricien, a réinvesti le terrain : il (ré-)intègre pleinement le contexte de la découverte, comme lors des expéditions de Saussure ou Humboldt. Il s'agit ici plus d'un retour à l'origine même de la science en haute altitude qu'un tournant ou une nouveauté. Mais à l'autre bout de la cordée, de l'autre côté de la zone frontière, se sont ajoutées de nouvelles figures de scientifiques – à la catégorie bien incertaine – issues de la naissance du paradigme de conservation de la nature. Les alpinistes ne sont ainsi plus seulement des collecteurs de « catégorie C », mais des théoriciens et naturalistes *co-producteurs* de science (Bourassa *et al.*, 2007). La haute montagne devient ainsi une socio-nature combinant objets intermédiaires, êtres médiateurs, scientifiques de la conservation et zone frontière. L'expertise scientifique ne se dilue pas, elle se redistribue.

## Conclusion

- 28 L'analyse géohistorique de la science du vivant en haute montagne illustre comment la production de faits scientifiques dans leur « contingence radicale » (Lévi-Strauss, 1962) est tributaire de corps explorateurs (alpinistes) tout autant que d'êtres médiateurs (théoriciens). Mais en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, la dichotomie originelle terrain/laboratoire se reconfigure par la démarche moderne de « décolonisation » des savoirs (Smith, 1999) : la science n'est plus envisagée comme le seul produit du monde académique, mais devient co-production d'acteurs d'une zone frontière entre académiques et non académiques. Cette alliance nouvelle redistribue l'expertise : *désigner* les espèces pour les acteurs non académiques ; *dérivée* dans la théorie pour les académiques, lorsqu'ils acceptent de reconfigurer leur rôle de médiateur. Il n'est donc ici pas tant question d'hétéronomie ou d'autonomie de la science, mais bien d'hybridation des actants de la science, laquelle conduit pour la biogéographie des hauteurs à des résultats aussi prometteurs que la qualification et redéfinition de la biodiversité aux limites du vivant (Boucher *et al.*, 2021).

---

## BIBLIOGRAPHIE

- Al-Shebhaz I. A., 2000.- « *Lepidostemon* (Brassicaceae) Is No Longer Monotypic », dans *Novon*, n° 10, p. 329-333.
- Ball J., 1859.- « Suggestions for Alpine Travellers », dans *Peaks, Passes and Glaciers*, p. 490-516.

- Big, C., Aubin D., and Felsch P., 2009.- « Introduction: The laboratory of nature science in the mountains », dans *Science in Context*, vol. 22, n° 3, p. 311-321. <https://doi.org/10.1017/S0269889709990020>
- Boucher F. C., Dentant C., Ibanez S., Capblancq T., Boleda M., Boulangeat L., Smyčka J., Roquet C., and Lavergne S., 2021.- « Discovery of cryptic plant diversity on the rooftops of the Alps », dans *Nature Scientific Reports*, vol. 11, p. 11128. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90612-w>
- Bourassa M., Bélair L., and Chevalier J., 2007. « Les Outils de La Recherche Participative. » dans *Éducation et Francophonie*, vol. XXXV, n° 2, p. 1-11.
- Bourdieu P., 2001.- *Science de la science et réflexivité : Cours du Collège de France 2000-2001*, Éditions raisons d'agir.
- Callon M., and Latour B. (dir.), 1990.- *La science telle qu'elle se fait*, La Découverte.
- Carret M., 1880.- « Note Sur Quelques Plantes Trouvées Au Pic de La Meije », dans *Annales de La Société Botanique de Lyon*, vol. 7, p. 171-176.
- Chardon M., 1984.- « Montagne et Haute Montagne Alpine, Critères et Limites Morphologiques Remarquables En Haute Montagne », dans *Revue de Géographie Alpine*, vol. 72, n° 2, p. 213-224. <https://doi.org/10.3406/rga.1984.2565>.
- Clements P. W., 2015.- *Science in Extremis: The 1963 American Mount Everest Expedition*, Thèse, UC San Diego. <https://escholarship.org/uc/item/7kq423tz>.
- Debarbieux B., 2012.- « Figures et Unité de l'idée de Montagne Chez Alexandre von Humboldt », dans *CyberGEO*. <https://doi.org/10.4000/cybergeogeo.25486>.
- Dentant C., 2018.- « The Highest Vascular Plants on Earth », dans *Alpine Botany*, vol. 128, n° 2, p. 97-106. <https://doi.org/10.1007/s00035-018-0208-3>.
- Dentant C., and Moine R., 2020.- « Effondrement des montagnes et biodiversité de haute altitude : l'exemple atypique de la Meije (3893 m) », dans *Espèces*, vol. 37, p. 52-58.
- Faugère E., and Mauz E., 2013.- « Une introduction au renouveau de la taxonomie », dans *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 7, n° 2, p. 433-459.
- Faugère E., 2019.- *Le making-off des grandes expéditions. Anthropologie des sciences de terrain*, Éditions La discussion.
- Foucault M., 1966.- *Les Mots et les Choses*, Gallimard
- Kohler R.E., 2002.- *Landscapes and labscales : Exploring the lab-field border in biology*. The University of Chicago Press.
- Körner C., 2011.- “Coldest Places on Earth with Angiosperm Plant Life.” in *Alpine Botany* 121 (1) : 11-22. <https://doi.org/10.1007/s00035-011-0089-1>.
- Hacking, I., 2004 (1975).- « La Science de La Science Chez Pierre Bourdieu », dans Bouveresse J. and Roche D. (dir.), *La Liberté Par La Connaissance. Pierre Bourdieu (1930-2002)*, p. 147-162.
- de Lagasnerie G., 2011.- *Logique de la création*, Fayard.
- Latour B., 1987.- *Science in action*, Harvard University Press.
- Latour B., 2015.- *Face à Gaïa. Huit conférences sur le Nouveau Régime Climatique*. Les empêcheurs de penser en rond / La Découverte.
- Lévi-Strauss C., 1962.- *La pensée sauvage*, Pocket.
- Livingstone D. N., 2003.- *Putting Science in Its Place*, The University of Chicago Press.

- Macfarlane R., 2003.- *Mountains of the mind. A history of a fascination*, Granta.
- Mao P., and Bourlon F., 2017.- *Le Tourisme Scientifique En Patagonie Chilienne*, L'Harmattan.
- Marx H. E., Dentant C., Renaud J., Delunel R., Tank D. C., and Lavergne S., 2017.- « Riders in the Sky (Islands): Using a Mega-Phylogenetic Approach to Understand Plant Species Distribution and Coexistence at the Altitudinal Limits of Angiosperm Plant Life », dans *Journal of Biogeography*, vol. 44, n° 11, p. 2618-2630. <https://doi.org/10.1111/jbi.13073>.
- Mauz I., and Granjou C., 2013.- « A New Border Zone in Science. Collaboration and Tensions between Modelling Ecologists and Field Naturalists », dans *Science as Culture* vol. 22, n° 3, p. 314-343. <https://doi.org/10.1080/09505431.2012.753047>.
- Merland M., 1988.- « Horace-Bénédict de Saussure : du livre au terrain et du terrain au livre » dans *Le Monde alpin et rhodanien, Revue régionale d'ethnologie*, n° 1-2, « La haute montagne, Visions et représentations de l'époque médiévale à 1860 », p. 143-149.
- Moret P., Muriel P., Jaramillo R., and Dangles O., 2019.- « Humboldt's Tableau Physique Revisited », dans *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 116, n° 26, p.12889-12894. <https://doi.org/10.1073/pnas.1904585116>.
- Outram D., 1996.- « New Spaces in Natural History », dans Jardine N., Secord J.A. and Spary E. C. (éd.), *Cultures of Natural History*, Cambridge University Press, p. 249-265.
- Péaud L., 2014.- « Du projet scientifique des Lumières aux géographies nationales. France, Prusse et Grande-Bretagne (1780-1860) » Thèse de doctorat d'Université, Faculté de Géographie, Université de Lyon 2. 628 p.
- Rahbek C., Borregaard M. K, Robert K. Colwell R. K, Dalsgaard B., Holt B.G., Morueta-Holme N., Nogues-Bravo D., Whittaker R.J, and Fjeldså J., 2019.- « Humboldt's Enigma: What Causes Global Patterns of Mountain Biodiversity ? » *Science* vol. 365, n° 6458 : p. 1108-1113. <https://doi.org/10.1126/science.aax0149>.
- Raymann A., 1912.- « Évolution de l'alpinisme dans les Alpes françaises. » Thèse de doctorat d'Université Faculté des Lettres, Université de Grenoble, Grenoble.
- Rougerie G., 1990.- *Les montagnes dans la biosphère*, Armand Colin.
- Saussure (de) H.-B., 1796.- *Voyage dans les Alpes*, Samuel Fauche (tome I), Genève ; Barde, Manget & Compagnie (tome II) ; Louis Fauche-Borel (tomes III and IV)
- Serres M., 1974.- *La Traduction (Hermès III)*, Les éditions de Minuit.
- Shipton E., 1969.- *That untravelled world. An autobiography*, Mountaineers Books.
- Sigrist R., 2008.- « Correspondances Scientifiques Du 18<sup>e</sup> Siècle. Présentation d'une Méthode de Comparaison. » dans *Schweizerische Zeitschrift Für Geschichte*, vol. 58, n° 2, p. 147-177.
- Sigrist R., and Vinck D., 2017.- « Le rôle des "objets Intermédiaires" dans l'étude Naturaliste Du Mont-Blanc 1740-1825 », dans *Archives Des Sciences*, vol. 69, p. 101-136.
- Smith I., 2011.- *Shadow of the Matterhorn. The life of Edward Whymper*, Carreg.
- Smith L. T., 1999.- *Decolonizing Methodologies: Research and Indigenous Peoples*, University of Otago Press.
- Swan, Lawrence W., 1990.- « The highest life », dans *Himalayan Journal*, vol. 46, p. 125-133.
- Swan, Lawrence W., 1992.- « The Aeolian Biome. Ecosystems of the Earth's Extremes », dans *BioScience*, vol. 42, n° 4, p. 262-270.

Whympfer E., 1891.– *Travels amongst the great Andes of the Equator*, John Murray.

Wipf S., Stöckli V., Herz K, and Rixen C, 2013.– « The Oldest Monitoring Site of the Alps Revisited: Accelerated Increase in Plant Species Richness on Piz Linard Summit since 1835 », dans *Plant Ecology and Diversity*, vol. 6, n° 3-4, p. 447-455. <https://doi.org/10.1080/17550874.2013.764943>.

Wulf A., 2017.– *L'invention de la Nature. Les Aventures d'Alexandre von Humboldt*, Éditions Noir sur Blanc.

## NOTES

1. Principalement dû à l'excellent ouvrage d'Andrea Wulf (2017)
2. Comme exemple : la plante la plus haute de la cordillère des Andes, *Parodiodoxa chionophila*, découverte à 5 800 m au Nevado de Cachi (Argentine), n'est à l'heure actuelle connue que dans une dizaine de stations.
3. Ainsi en est-il de l'Androsace du Viso (*Androsace vesulensis*), espèce en coussin endémique du sommet éponyme.
4. « Les personnes n'ayant aucune compétence dans une quelconque branche des sciences naturelles ne peuvent espérer voir leurs observations fortuites contribuer aux connaissances actuelles. Toutefois, il existe quelques exceptions à cette affirmation, concernant en particulier ceux qui accèdent à des lieux non préalablement atteints par des hommes de science » (traduit par nos soins, ainsi que toutes les autres citations en anglais).
5. Expression popularisée par le romancier Paul Hervieu dans un ouvrage éponyme de 1886.
6. « Dans ses "Vues des Cordillères", Humboldt déplore, dans le passage suivant, les faibles résultats obtenus lors d'expéditions en haute montagne : [...] Pourtant, je suis convaincu que suffisamment de choses peuvent encourager mes contemporains voyageant dans les montagnes à poursuivre des recherches similaires, aussi laborieuses et ingrates soient-elles ; à amasser progressivement un ensemble de preuves qui avec le temps invalidera le dicton de mon illustre prédécesseur ; et permettra plutôt de dire que les explorations de haute montagne, bien que peut-être de peu d'intérêt pour le grand public, sont d'une grande valeur pour la Science. »
7. « Alors que les purs grimpeurs ne sont pas réputés pour leur coopération dans les aventures scientifiques, deux d'entre eux, Lute Jerstad sur l'Arête ouest et Barry Corbet sur l'approche du Col sud, ont remarquablement rempli leurs flacons à 8 400 m d'altitude. »
8. Étude des conditions propices à la vie sur des exoplanètes.
9. L'expédition de la NASA *Perseverance*, en 2021, montre la vitalité encore brûlante de cette recherche.

## RÉSUMÉS

La haute montagne a longtemps été considérée comme un espace dépourvu de vie. Si la science a dès les premières explorations des hautes altitudes été un puissant moteur de légitimation et de mise en récit, les sciences du vivant (biologie, écologie) n'y ont occupé qu'une place marginale. Même l'inventeur de la biogéographie, Alexander von Humboldt, ne voyait que peu d'intérêt à l'étude de ces marges de la biosphère. Toutefois, des pionniers de l'alpinisme ont abordé ces *terra*

*incognita* au-delà du seul prisme de l'inconnu géographique. Des personnalités comme Edward Whymper ont perçu que l'engagement de leur corps dans ces milieux extrêmes pouvait être un puissant moyen de faire connaissance, grâce à la collecte d'organismes vivants insoupçonnés, et par extension devenir contributeurs de science. Il a fallu pour ce faire que des scientifiques professionnels s'emparent de ces objets intermédiaires, et se fassent eux-mêmes médiateurs entre le terrain et la théorie ; qu'ils deviennent des « êtres médiateurs », jusqu'à l'émergence d'un nouvel assemblage scientifique, impliquant de nouveaux acteurs issus de la biologie de la conservation. Les alpinistes se sont alors mués de corps collecteurs en co-producteurs de science.

High mountain environments have long been considered to be devoid of life. If science has been a relevant means of legitimization and narrative from the very first explorations of high altitudes, life sciences (biology, ecology) have occupied only a marginal place. Even the inventor of biogeography, Alexander von Humboldt, saw little interest in studying these margins of the biosphere. However, the pioneers of alpinism have approached these *terra incognita* beyond the sole prism of the geographical unknown. Personalities such as Edward Whymper perceived that the involvement of their bodies in these extreme environments could be a powerful means of producing knowledge, through the collection of unsuspected living organisms, and by extension to become contributors to science. Professional scientists had to take hold of these intermediate objects, and make themselves mediators between the field and theory; they had to become « mediating beings ». Until the emergence of a new scientific assemblage, involving new actors from conservation biology. Mountaineers have thus mutated from collector bodies to co-producers of science.

## INDEX

**Keywords** : alpinism, life science, high mountain, intermediate objects, mediating beings

**Mots-clés** : alpinisme, science du vivant, haute montagne, objets intermédiaires, êtres médiateurs

## AUTEURS

### CÉDRIC DENTANT

Université Grenoble Alpes, CNRS, Sciences Po Grenoble, Pacte, 38000 Grenoble, France Parc national des Écrins, Domaine de Charance, 05000 Gap, France.

cedric.dentant@ecrins-parcnational.fr

### PASCAL MAO

Université Grenoble Alpes, CNRS, Sciences Po Grenoble, Pacte, 38000 Grenoble, France.

### SÉBASTIEN LAVERGNE

Université Grenoble Alpes, Université Savoie Mont Blanc, CNRS, LECA, 38000 Grenoble, France.

### PHILIPPE BOURDEAU

Université Grenoble Alpes, CNRS, Sciences Po Grenoble, Pacte, 38000 Grenoble, France.