

Les « Murailles rouges » (murallas rojas), l'arête empruntée lors de la seconde ascension Whymper. Aquarelle de Rudolf Reschreiter, qui faisait parti de l'expédition du géographe allemand Hans Meyer en 1903.



LE CHIMBORAZO

À LA CROISÉE DES SCIENCES

Textes : Bernard Francou

Le Chimborazo (6263 m), point culminant des Andes d'Équateur, était encore considéré au début du XIX^e siècle comme le plus haut sommet de la planète. Et il l'est toujours si on le mesure depuis le centre de la Terre ! Pour cette raison, et pour d'autres, le volcan a vu défilé depuis plus de deux siècles explorateurs et scientifiques.

Le sommet
du Chimborazo
(Whymper)
vu de la cime
Veintimilla.

Pénitents de neige sous le sommet du Chimborazo vers 6 000 m. Aquarelle de Rudolf Reschreiter (1903).



Une précision bien supérieure à celle obtenue en Laponie ! En conséquence, notre planète est « boursoufflée » de 21 km à l'équateur par rapport au pôle, ce qui fait du Chimborazo (1°28S) le plus haut sommet du monde si on le mesure depuis le centre de la Terre. Il dépasse en cela l'Everest (28°N) de 1,8 km !

Le pendule de Bouguer bat de façon anormale...

Au cours des années passées à mesurer les triangles, Pierre Bouguer fait avec son pendule une découverte : le Chimborazo exerce bien une attraction gravitationnelle, comme l'atteste la déviation du pendule, cependant, elle lui paraît plus faible que le suggère la masse de la montagne. Un peu comme si elle était creuse ! On saura plus tard que ces variations dans le champ de gravité sont dues à la répartition des masses à l'intérieur de la Terre, les hautes montagnes possédant au niveau de la croûte terrestre une racine profonde plus légère que les roches constituant le manteau sous-jacent. Ces irrégularités par rapport au champ gravitationnel de référence, tantôt positives, tantôt

Il y eut d'abord la question de la forme de la Terre... Il s'agit là d'un des débats qui agitent le monde des sciences au tournant des XVII^e-XVIII^e siècles. Il était admis que notre planète était un ellipsoïde et non une sphère parfaite, mais se posait la question : est-elle aplatie aux pôles ou à l'équateur ? Dans sa théorie de la gravitation universelle, Isaac Newton prédit l'aplatissement polaire, ce que conteste en France une partie de l'Académie des sciences où s'affrontent *newtoniens* et *anti-newtoniens*. Pour trancher la question, quoi de mieux que d'aller mesurer le degré du méridien à proximité du pôle et à l'équateur ? Si l'arc qu'il forme est plus court à l'équateur qu'au pôle, alors Newton aura eu raison ! La France envoie donc en 1735 une expédition au Pérou, territoire de la couronne d'Espagne aujourd'hui l'Équateur, puis une autre sur le cercle polaire en Laponie. Pour mesurer les distances, on utilise la triangulation, une technique connue en géodésie depuis le XVI^e siècle. En Laponie, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis et son équipe travaillent vite et ramènent leurs résultats en 1737 : ils sont sans appel, le degré de méridien est plus long sur le cercle polaire qu'en France. Apprenant la nouvelle, l'expédition du

Pérou, avec à sa tête Pierre Bouguer et Charles-Marie de La Condamine, ne se décourage pas et poursuit son labeur entre Yaruqui (Quito) à l'équateur et Tarqui (Cuenca), 345 km plus au sud. Sur ces trois degrés, ils assemblent une trentaine de triangles, avec deux bases aux extrémités dont ils mesurent la longueur par arpentage. Parmi les points de visée, quatorze sont perchés à 4 000 m et plus, comme sur les volcans Pichincha, Cotopaxi et... Chimborazo.

Un travail titanesque pour un résultat remarquable !

Marquée d'aventures rocambolesques et plombée de drames, l'expédition mettra sept ans pour conclure son œuvre ! Mais la persévérance paie, car malgré les conditions adverses, le résultat obtenu est d'une précision étonnante : 58 m d'erreur sur un méridien qui en compte 10 576 à l'équateur (une valeur qui sera connue qu'en 1924).



L'expédition du Pérou a participé à l'origine du système métrique...

Connaitre la distance entre le pôle et l'équateur n'est pas anodin à une époque où l'on cherche à se doter d'un étalon de mesure universel. Après de longues discussions, on s'accordera sur un mètre étalon valant 1/10 000 000 de la distance du pôle à l'équateur. Mais celui-ci n'aura sa valeur définitive que sous la Révolution française, grâce à la mesure de la méridienne Dunkerque-Barcelone effectuée par Delambre et Méchain.

Le Chimborazo vu du sud. Humboldt et Bonpland suivirent l'éperon rocheux de droite.

Chimborazo, un volcan éteint ?

L'Instituto Geofísico de Quito et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) ont retracé le passé de ce volcan que l'on croyait éteint depuis longtemps. Son histoire éruptive commence il y a au moins 120 000 ans, avec la mise en place d'un premier grand édifice, lequel finit par s'écrouler il y a 60 000 ans sur le site où est bâtie de nos jours la ville de Riobamba. Plus tard, entre 60 000 et 35 000 ans avant nous, s'édifient le dôme oriental et le dôme central, puis l'activité volcanique migrant vers l'ouest, le sommet principal. Depuis 10 000 ans le volcan maintient une activité explosive à raison d'une éruption tous les 1 000 ans en moyenne, la dernière s'étant produite entre le Vème et le VII^e siècle de notre ère. Aussi le Chimborazo est-il considéré comme un volcan actif et il est désormais surveillé pour cela.

☞ négatives, seront connues sous le nom "d'anomalies de Bouguer".

Humboldt et Bonpland, les premiers à tenter le sommet

Cinquante ans passent et c'est Alexander von Humboldt, en compagnie du botaniste français Aimé Bonpland, que l'on retrouve sur les flancs du Chimborazo. Partis de Carthagène en avril 1801, ils sont à Quito en janvier 1802. Arrivés au pied de la montagne en juin, ils décident d'en escalader le sommet. C'est un objectif un peu fou à l'époque, mais sans doute ont-ils été "engaillardis" par l'ascension du mont Blanc que fit de Saussure une quinzaine d'années plus tôt. Ils attaquent par le versant sud, au-dessus de la ville de Riobamba, laissant leurs chevaux à 4 750 m, puis

suivent un éperon rocheux qui aboutit vers 5 600 m à la calotte glaciaire. Mais, alors que le sommet leur paraît proche, une profonde brèche rocheuse leur en barre l'accès. Dans ses *Kleinere Schriften*, Humboldt écrira en 1853 : « *Le peu de séjour que nous fîmes à l'énorme hauteur à laquelle nous nous étions élevés était des plus tristes et lugubres. Nous étions enveloppés d'une brume qui nous laissait entrevoir de temps en temps les abîmes affreux qui nous entouraient* ». Ils sont très affectés par l'altitude : « *L'un après l'autre, nous commençâmes à*

nous sentir souffrants, avec des nausées accompagnées de vertiges, bien plus pénibles que la simple difficulté de respirer... Le sang nous suintait des lèvres et des gencives; nos yeux en étaient injectés ». Le baromètre, mal calibré, indique 5 882 m, mais l'endroit où ils s'arrêtent, bien repérable, ainsi que le peu de temps qu'il leur faut pour l'atteindre et revenir à leurs chevaux, soit 3h30, montrent qu'ils ont atteint seulement 5 350 m ! Le savant prussien sera pourtant fier d'avoir été « *celui des mortels qui était monté le plus haut* ». Il



Les derniers Hieleros (extracteurs de glace) au Chimborazo, aujourd'hui disparus.

Arriero portant le matériel, lors du levé de la carte du Chimborazo.



ne pouvait pas savoir que des Andins, dès l'époque inca, avaient atteint des altitudes bien supérieures : les momies d'enfants retrouvées sur les sommets du Pérou, du Chili et d'Argentine à plus de 6 000 m au Nevado Ampato (6 310 m) et au Llullallaco (6 740 m) attestent de ces ascensions.

Les "plantes équinoxiales" étagées selon l'altitude...

L'épopée de Humboldt et Bonpland sur le Chimborazo est restée célèbre par l'inventaire qu'ils firent des plantes poussant sur les flancs de la montagne depuis les basses terres du Pacifique. Ils envisagent pour la première fois les strates végétales en association avec les différents types de climats étagés en altitude et en cela ils contribuent à jeter les bases d'une nouvelle science du vivant qui sera connue plus tard sous le nom d'écologie. « *Le flanc de la montagne présente cette graduation de la vie et que l'on peut suivre sur le versant occidental des Andes, depuis la forêt de palmiers impénétrable jusqu'aux bords des neiges éternelles où pousse seulement une fine couche de lichens. À 3 500 m se perdent peu à peu les plantes ligneuses,*

de feuilles vernissées et coriaces. La région des arbustes est séparée de celle des graminées par les herbes alpines (...) et par de petites plantes crucifères. Les graminées forment une zone très large qui se couvre parfois d'une neige qui tient au sol à peine quelques jours. Cette zone appelée dans le pays le "pajonal" se présente de loin comme un tapis de couleur jaune doré. Cette couleur contraste agréablement avec les masses de neiges éparses, car les tiges et les feuilles des graminées ont été brûlées par le soleil aux périodes des grandes sécheresses. Au-dessus de la pelouse se trouve la région des plantes cryptogames qui couvrent çà et là les rochers de porphyre dénués de sol végétal. Plus loin, la limite des glaces éternelles met un terme à la vie organique » (Humboldt, *Essai sur la géographie des plantes*, 1807). Curieusement, Humboldt ne croit pas qu'il existe sous l'équateur de vrais glaciers, comme ceux des Alpes. Une erreur qu'Edward Whymper va rectifier soixante-dix-huit ans plus tard.

Whymper, dans les pas de ses prédécesseurs...

Après l'accident du Cervin, Whymper clôt le chapitre des premières ascensions

dans les Alpes et se tourne vers des expéditions lointaines et l'exploration scientifique. L'Équateur l'intéresse, car c'est dans les années 1880 la porte d'entrée des Andes la plus accessible. On trouve dans les Andes des sommets vierges de 6 000 m qui vont lui permettre de faire des expériences sur l'acclimatation à la haute altitude. Il y a aussi de nombreux volcans, dont certains actifs, ainsi qu'une biodiversité foisonnante déjà explorée par ses illustres prédécesseurs (ainsi que Joseph de Jussieu, médecin et botaniste, membre de l'expédition des Académiciens). Il écrit en 1892 : « *Comme le principal objet de l'excursion était d'observer l'effet de la baisse de la pression atmosphérique et ses conséquences, et parvenir à la plus grande altitude possible, le Chimborazo attira mon attention par son énorme élévation sur le niveau de la mer (...); je me proposai dans le même temps d'autres objectifs, parmi lesquels déterminer l'altitude et la position des principales montagnes d'Équateur; la comparaison entre les indications du point d'ébullition, celles des anéroïdes et du baromètre à mercure; et faire des collectes de flore et de faune à très haute altitude* ». Il engage le ☞

Carottage de glace profond sur la calotte sommitale en 2000.

guide Jean-Antoine Carrel (52 ans), de Valtournenche, qu'il connaît depuis le Cervin, et son jeune cousin Louis. À peine débarqués à Guayaquil, les trois hommes s'attaquent au Chimborazo par son versant ouest (le "Grand Arenal"), croyant, à tort, suivre les pas de Humboldt. Depuis la tentative de ce dernier, un autre scientifique a voulu atteindre le sommet, Jean-Baptiste Boussingault, chimiste et académicien, venu en Amérique du Sud soutenir les mouvements d'indépendance du *Libertador* Simón Bolívar. Le Français aborde la montagne en décembre 1831 par la voie Humboldt, mais vaincu par le mal des montagnes, il capitule à 5500 m, croyant avoir atteint 6004 m, lui aussi sur la foi d'un baromètre mal calibré. Mais vaincre le sommet n'est pas son seul but, car il s'intéresse à la géologie du volcan, en particulier à ses roches (des trachytes), jugeant « *déplacées les excursions dangereuses vers les montagnes quand elles ne sont pas motivées par un intérêt scientifique* ».

Whymper et les Carrel aux prises avec l'altitude

Alors qu'ils viennent d'installer le 27 décembre le camp 2 à 5080 m, Whymper et ses compagnons sont pris d'un mal des montagnes sévère qui les cloue sur place : « *Nous ressentîmes tous trois les mêmes symptômes : intense migraine, respiration désordonnée et fièvre. Le mal de tête était intense et violent, presque délirant. Impossible de boire ou d'avaler quoi que ce soit* ». Cet état de mal-être va se prolonger pour Whymper jusqu'au 30, tandis que les Carrel remontent dès le 29 à 5790 m et repèrent l'emplacement du camp 3 à 5350 m. Ce n'est que le 4 janvier que l'équipe tente le sommet. Une ascension laborieuse, car ils se trompent de sommet, croyant être sur la cime principale alors qu'ils n'ont atteint qu'une cime secondaire distante de 700 m du vrai sommet. Puis, pour y parvenir, c'est un vrai calvaire, car ils enfoncent dans une neige très profonde. Après

une heure passée sur un sommet battu par les vents et dans le brouillard pour faire diverses mesures, ils retrouvent le camp 3 de nuit, éreintés et victimes de gelures. Pour ces 900 m de dénivellée, ils auront mis seize heures, une piètre performance que Whymper met sur le compte de l'altitude. C'est le « vieux » Carrel, portant les lourds baromètres, qui s'en tire le mieux. Au cours des huit mois suivants, ils enchaînent dix sommets de plus de 4800 m, et tous sont des "premières", à l'exception du Cotopaxi (5897 m) déjà gravi avant eux. Au sommet de ce volcan alors en pleine éruption, ils passent la nuit à contempler le spectacle des vapeurs et des explosions sortant du cratère. Au terme de leur périple, en août, ils se paient le luxe de remonter au Chimborazo par le versant nord-ouest (celui des *Murallas rojas*) pour mesurer de nouveau son altitude et confirmer leur ascension de janvier dont l'authenticité avait été mise en doute.

Les bénéfices de l'acclimatation

Gravissant ces sommets, ils n'auront plus à souffrir du mal aigu des montagnes, ce qui fait dire à Whymper qu'on peut s'acclimater à cette altitude. De son expérience de plus de deux cents

À lire...

M. Garcia & B. Francou, 2004. *Voyage sur les volcans d'Équateur*, Georges Naef, Genève (aborde le thème des expéditions du passé dans les Andes d'Équateur, très illustré).
H. Meyer, 1907. *In den Hoch-Anden von Ecuador*, Reimer, Berlin (traduit en espagnol et disponible à Quito)
F. Trystram, 1979. *Le procès des étoiles*, Plon, Paris (un grand classique sur l'expédition des Académiciens).
E. Whymper, 1892. *Travels amongst the Great Andes of the Ecuador*. John Murray, Londres (traduction et édition française en cours).

jours passés sur les Andes d'Équateur, l'alpiniste anglais retient, comme on le pensait alors, que la baisse de la pression atmosphérique affecte les performances et produit des symptômes qui ne peuvent que s'aggraver avec l'altitude. Mais il observe aussi qu'une certaine accoutumance est possible : elle passe pour lui par « *un rééquilibrage progressif entre la pression interne du corps et la pression ambiante* ». Il relève aussi « *que si le mal des montagnes est un fait certain et universel, il est tout aussi certain que tous les individus ne sont pas également affectés* ». L'augmentation du nombre des globules rouges en réponse à l'hypoxie (la polyglobulie) n'est pas connue à l'époque, alors qu'on sait de



L'ombre projetée du volcan au petit matin sur les nuages recouvrant le Pacifique.



nos jours que c'est elle qui, lors d'un séjour prolongé en altitude, améliore la disponibilité de l'oxygène dans le sang, les tissus du corps, et contribue à rééquilibrer l'activité cardio-respiratoire. Whymper contera ses aventures andines dans ses *Travels amongst the Great Andes of the Ecuador*, un livre rempli d'observations sur l'activité volcanique, les glaciers dans leurs dimensions de la fin du Petit Âge Glaciaire, la flore et la faune d'altitude, sans oublier les us et les coutumes d'un pays encore peu connu en Europe qu'il décrit souvent avec un humour très *british*.

Les glaces du Chimborazo garderont leurs mystères...

En décembre 2000, j'ai organisé une expédition qui a stationné quinze jours

au sommet. Le but était de pratiquer un carottage profond et d'analyser dans la glace la fréquence des phénomènes El Niño du Pacifique au cours du dernier millénaire. Il y avait là-haut sur les deux cimes principales, la Whymper (6263 m) et la Veintimilla (6227 m), une cinquantaine de mètres de glace. Hélas,

Une bonne carte pour se repérer...

"Nevado Chimborazo" au 1:20 000, 2015. <https://www.landkartenschropp.de/Nevado-Chimborazo-1-20000>. Carte récente, de loin la meilleure carte du massif, avec les glaciers dans leurs dimensions actuelles et le tracé des différents itinéraires pour escalader les divers sommets.

les échantillons n'ont pas tenu leurs promesses ! La fonte de la glace est déjà trop importante, même à cette altitude, pour qu'elle conserve dans de bonnes conditions les archives des climats du passé. C'est une conséquence du réchauffement qui affecte, comme partout, cette partie des Andes. À l'effet du climat se sont rajoutées les cendres venues du Tungurahua, un volcan distant de 40 km du Chimborazo entré en éruption en décembre 1999. Leur dépôt a augmenté la quantité de rayonnement solaire absorbée par la surface de la calotte et cet apport d'énergie a accéléré la fonte de la glace. Le Chimborazo n'a pas fini de nous étonner ! Il ne manquait plus que l'on découvre que cet édifice est un volcan encore actif... ❖