



Article scientifique

Article

1996

Published version

Public access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

Le Creux-de-Soucy (Auvergne, France)

Sesiano, Jean

How to cite

SESIANO, Jean. Le Creux-de-Soucy (Auvergne, France). In: Stalactite, 1996, vol. 46, n° 1, p. 7–14.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:41320>

© This document is protected by copyright. Please refer to copyright holder(s) for terms of use.

Last update in Archive ouverte UNIGE on 14.03.2023 23:11

Le Creux-de-Soucy (Auvergne, France)

par Jean Sesiano, Département de Minéralogie de l'Université de Genève – Übersetzung: Ph. Häuselmann – Photos : J. Sesiano

Der Creux-de-Soucy (Auvergne, Frankreich)

Par principe, aucun spéléologue n'aurait l'idée d'aller chercher des cavités en Auvergne, pays des volcans. On n'y trouve, à ma connaissance, ni tunnel de lave, ni cheminée au fond d'un cratère qui pourrait tenter des émules des personnages de Jules Verne. Pourtant, à dire vrai, on observe quelques balmes qui se sont édifiées là où des coulées de lave recouvrent des terrains tendres qui ont été affouillés, et quelques anfractuosités un peu plus profondes, dégagées par des sorties d'eau, ces deux cas se présentant du reste à Royat, 2 km au sud-ouest de Clermont-Ferrand. La présence de gaz, carbonique surtout, dans ces grottes restreintes, y met un soupçon d'intérêt qui sans cela serait presque inexistant (BOULANGER, 1970; MINVIELLE, 1970). Cette présence de gaz nous rappelle que les appareils du Massif central sont les manifestations d'un volcanisme qui n'est qu'endormi: des éruptions se sont encore produites à l'époque romaine, mais elles étaient réduites; il y a 8000 à 10'000 ans, des coulées de plusieurs kilomètres se sont épanchées; en certains endroits, l'activité est bien plus ancienne puisqu'elle a été datée de 10 à 20 millions d'années. Mais il est clair que les volcans de ces époques reculées ne présentent plus que des formes ruinées, démantelés qu'ils ont été par l'érosion tant mécanique (ruissellement, cryoclastie) que chimique (dissolution des roches) et glaciaire (les sommets du Massif central ont supporté des glaciers à plusieurs reprises durant les deux derniers millions d'années; ils culminent en effet à 1885 m au Puy de Sancy et à 1855 m au Plomb du Cantal, actuellement).

Dans toute cette pauvreté, spéléologiquement parlant, il y a cependant une exception: c'est le Creux-de-Soucy. Cette

Im Prinzip käme wohl kein Höhlenforscher auf die Idee, in der Auvergne, im Land der Vulkane, Höhlen zu suchen. Dort findet man, soviel ich weiss, weder Lavatunnel noch Schloten am Grund eines Kraters, die Nachahmer von Jules Verne-Helden anziehen könnten. Man sieht höchstens einige Balmen, die sich dort gebildet haben, wo die Lavaflüsse weiches Gestein überflossen haben, das dann erodierte, sowie einige Windungen, welche etwas tiefer reichen und durch Wasseraustritte gebildet worden sind. Diese Phänomene beobachtet man in Royat, 2 km südwestlich von Clermont-Ferrand. Die Anwesenheit von Gasen, vor allem Kohlendioxid, macht die Löcher ein wenig interessanter, als sie sonst wären (BOULANGER, 1970; MINVIELLE, 1970). Diese Gase erinnern uns daran, dass das Gepräge des Massif central Ausdruck eines Vulkanismus ist, der nur schläft: einige kleinere Eruptionen fanden noch zur Römerzeit statt; vor 8000 bis 10'000 Jahren haben sich Lavaflüsse von mehreren Kilometern Länge ausgebreitet; an gewissen Stellen ist die Aktivität viel älter, wurde sie doch auf 10 bis 20 Millionen Jahre datiert. Aber es ist klar, dass die Vulkane dieser vergangenen Zeit nurmehr Ruinen sind, abgetragen durch Erosion, Auflöschung und Gletscherschliff. Immerhin erlebte das Massif central während der letzten zwei Millionen Jahre mehrere Gletscherschübe. Die höchsten Gipfel liegen heute auf 1885 m ü. M. (Puy de Sancy) und auf 1855 m ü. M. (Plomb du Cantal).

In all dieser höhlenforscherisch gesehenen Armut gibt es dennoch eine Ausnahme: der Creux-de-Soucy. Dieses geologische Rätsel wird seit dem 16. Jahrhundert von mehreren Autoren erwähnt, aber erst Martel unternahm eine Erforschung des Schachtes und erwähnte ihn in seinem 1894 erschienenen, berühmten Werk «Les Abîmes». Acht Kilometer im Südosten des Puy de Sancy auf 1275 m ü. M. gelegen, zeigt sich der Schachtmund als eine Öffnung mit einigen Metern Durchmesser. Er liegt auf dem Grunde einer dolinenartigen Vertiefung, die heute bewaldet ist, zu Martels Zeiten jedoch Wiesland war. Am Grunde des Schachtes, auf 22 Metern Tiefe, befindet sich eine grosse elliptische Halle mit 60 mal 40 Metern Grundfläche. In der Mitte befindet sich ein See und, unter der Schachtöffnung, ein Hügel, der zweifellos aus hereingefallenem Material besteht. Den Seitenriss Martels zeigt Figur 1. Jedoch die bemerkenswerteste Tatsache, die Martel anlässlich seines Besuches am 18.-19. Juni 1892 feststellte, war die Anwesenheit eines Kohlendioxid«sees», der den unteren Teil der Höhle füllte. Dies hinderte Martel, mit dem vorsorglich mitgenommenen Boot auf dem See spazierenzufahren. Die Luft- und Wassertemperatur war nahe bei 1°C, man befand sich also in einer typischen Kaltluftfalle.

Einige Wochen später konnte M. Berthoulet, Bürgermeister des benachbarten Dorfes Besse, seinen Fuss auf die Insel setzen, da das Wasserniveau gesunken und die Kohlendioxidkonzentration viel tiefer war. Am 6. November 1892 war überhaupt kein Gas mehr vorhanden, aber zweieinhalb Monate später füllte es die Höhle bis zuoberst! Die Tiefe des

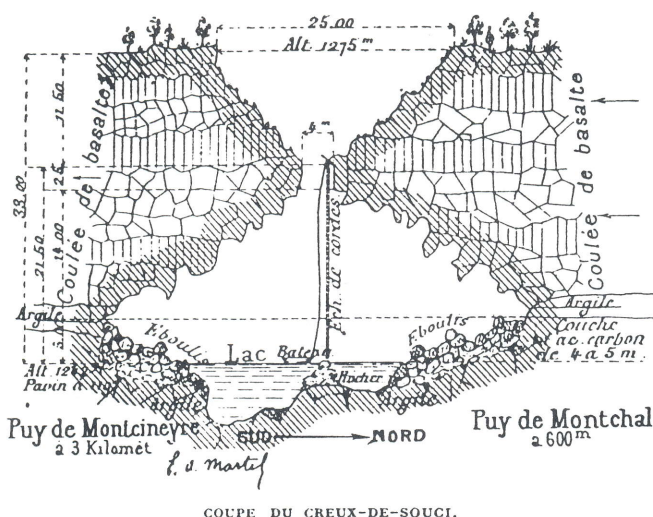


Fig. 1: La coupe du Creux-de-Soucy (d'après Martel, 1894).
Fig. 1: Schnitt durch den Creux-de-Soucy (nach Martel, 1894).



énigme géologique est mentionnée dès le XVI^e siècle par plusieurs auteurs, mais il faut attendre Martel pour qu'une exploration du gouffre soit entreprise et relatée dans son fameux ouvrage de 1894, «Les Abîmes». Situé à 8 km au sud-est du Puy de Sancy et à 1275 m d'altitude, il se présente sous la forme d'une ouverture de quelques mètres de diamètre, au fond d'une dépression semblable à une doline, située au milieu de pâturages à l'époque de Martel, mais reconquis par la forêt actuellement. Lui fait suite à 22 m de profondeur, une large salle elliptique de 60 m sur 40. En son centre, on observe un lac et, à l'aplomb de l'ouverture, un haut-fond constitué sans doute par des débris ayant chu de la surface, (le plan dressé par Martel est donné à la figure 1). Mais le fait le plus remarquable, relevé par Martel lors de sa visite au Creux-de-Soucy les 18 et 19 juin 1892, était la présence d'une nappe de gaz carbonique remplissant la partie inférieure du gouffre. Elle l'empêcha du reste de naviguer sur le lac avec le canot qu'il y avait préalablement descendu. La température de l'air et de l'eau était voisine de 1°C: on était donc typiquement en présence d'un piège à air froid. Quelques semaines plus tard, M. Berthoule, maire du village voisin de Besse, put se poser sur le haut-fond devenu îlot,

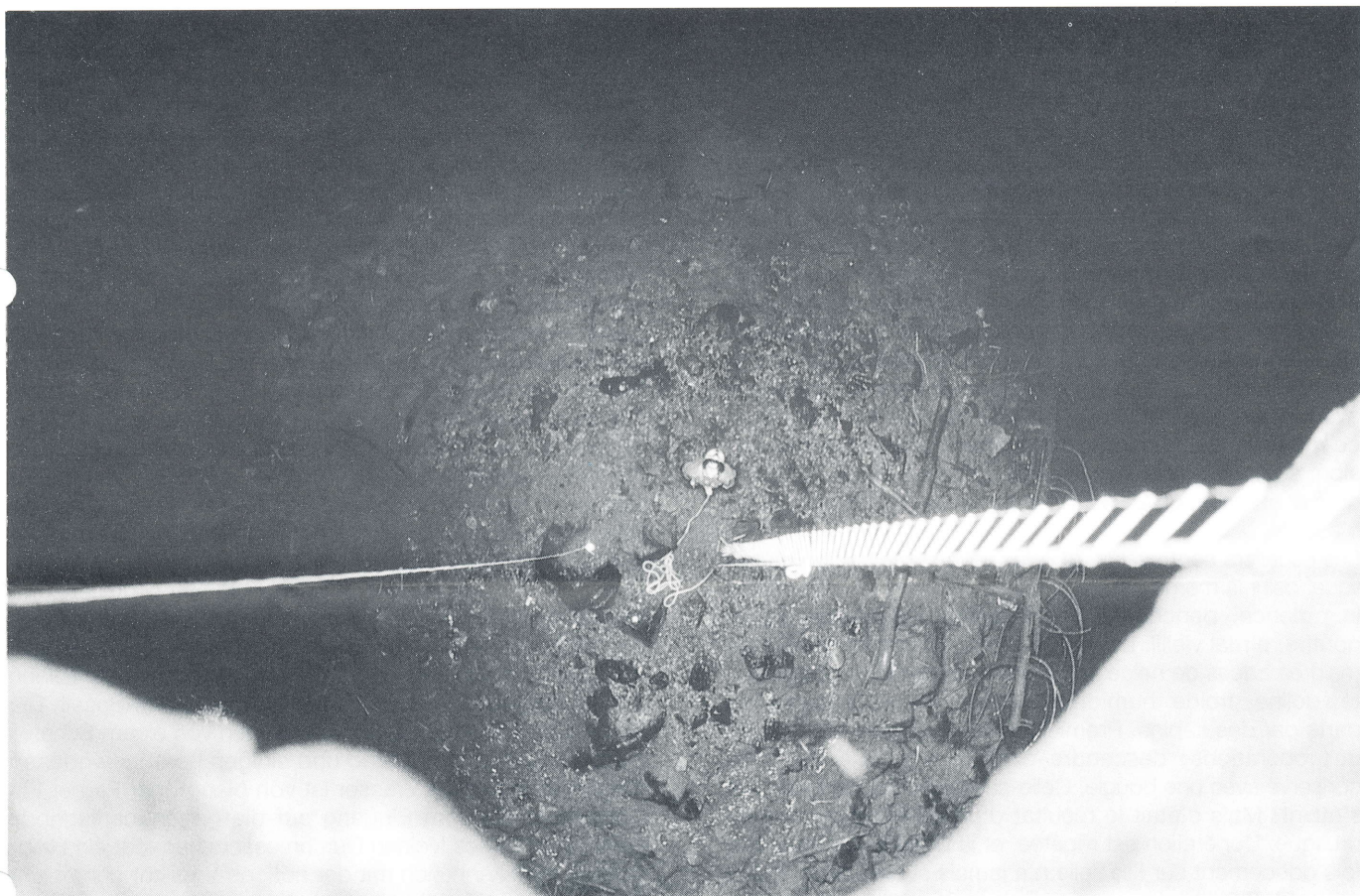
Sees betrug dann etwas mehr als neun Meter. Man konnte feststellen, dass der untere Teil des Saales, übersät mit vielen Versturzblöcken, in sandige Lehme gegraben war. Diese stellten die Landoberfläche dar, bevor ein Basaltstrom von ungefähr 27 m Dicke die Lehme überfuhr und zusammenbuk, was noch heute an einer Rötung des Lehmies erkennbar ist.

Da Martel das Gitter, das den Schachtmund bedeckt hatte, in die Tiefe warf, musste er es durch eine Plattform mit rundumlaufendem Geländer und einem Träger, der den Abstieg erleichtern sollte, ersetzen.

Nach diesen ersten Erforschungen fiel der Creux-de-Soucy wieder in Vergessenheit. 1970 erwähnt MINVIELLE erneut das Verschwinden des Kohlendioxides und fügt hinzu, dass ein wassergefüllter Gang am Seegrund existiere, der durch Taucher entdeckt worden sei. Endlich erwähnt KRAFFT (1974) in seinem «Guide des volcans d'Europe» das Existieren des Creux-de-Soucy und gibt das Alter des Basaltflusses mit ungefähr 6600 Jahren an; er kam vom Puy de Montchal, der den Lac Pavin überragt, 1300 m nördlich des Schachtes. Alle diese Fakten drängten uns, diesem berühmten Creux-de-Soucy einen Besuch abzustatten.

*Le fond du Creux-de-Soucy, vu depuis la surface
(avril 1993).*

*Der Boden des Creux-de-Soucy, von der Oberfläche aus
gesehen (im April 1993).*



car l'eau avait baissé de niveau et la concentration de gaz carbonique était bien moins élevée. Le 6 novembre 1892, il n'y avait plus du tout de gaz, tandis que deux mois et demi plus tôt, il remplissait le gouffre jusqu'à la gueule. La profondeur du lac était alors d'un peu plus de 9 m. On put constater que la partie inférieure de la salle, jonchée de nombreux blocs éboulés, était excavée dans des argiles sableuses, surface originelle du terrain recouverte par une coulée de basalte d'environ 27 m d'épaisseur; à leur contact, une rubéfaction témoigne de la cuisson de l'argile lors de la mise en place du basalte sus-jacent.

Martel ayant précipité au fond du trou la grille recouvrant l'orifice, force lui fut de la remplacer par une plate-forme avec une barrière entourant l'entrée du gouffre et une potence pour faciliter la descente.

Après ces premières recherches, le Creux-de-Soucy retombe dans l'oubli. Cependant, MINVIELLE (1970) relève la disparition récente de gaz carbonique et la présence d'une galerie noyée au fond du lac, découverte par des plongeurs. Finalement, KRAFFT (1974) mentionne dans son «Guide des volcans d'Europe» la présence du Creux-de-Soucy et donne l'âge de la coulée de basalte dans laquelle il est excavé:

So komme ich am 9. April 1993, begleitet von meiner Tochter Florence, am Ufer des Pavin-Sees an. Erste Überraschung: die kleine Strasse, welche den See mit der Höhle verbinden sollte, ist für den Verkehr gesperrt. Wir fahren weg und versuchen es mit einer etwas östlicher gelegenen Strasse. Sie führt uns weit abseits des Sees und des Puy de Montchal, aber ohne ein Indiz der Höhle zu zeigen. Wir fragen einen über seinen Traktor gebeugten Bauern: «Sie ist im Wald von Fraux, in der Nähe der Bäume mit der Nummer 20». Wir fahren also in eine kleine Waldstrasse: Nummer 9, wieder 9, immer 9; auf diese Weise sind wir in Bordeaux, bevor die Nummer 20 erscheint! Plötzlich 15, noch einmal 15, dann 16. In diesem Moment verläuft der Weg am Rande einer kleinen Senke, die mit Holztreppe versehen ist. Ein Blick auf die andere Seite, und welche Überraschung: eine 20 steht auf einer Tanne geschrieben. Kein Zweifel, wir sind da.

Schnell die Treppe hinunter, und wir stehen auf dem Metallbalkon, den seinerzeit Martel selbst bezahlt hat, 101 Jahre zuvor. Nur der Träger, der auf beunruhigende Art über dem Schacht hängt, hat sehr gealtert. Der Wasserspiegel ist sichtbar; einige spärliche Schneereste befinden sich in

environ 6600 ans; elle provenait du Puy de Montchal, dominant le lac Pavin, 1300 m au nord du gouffre. Tous ces faits nous poussèrent à aller rendre visite à ce fameux Creux-de-Soucy.

C'est ainsi qu'accompagné de ma fille Florence, nous arrivons au bord du lac Pavin le 9 avril 1993. Première surprise: la petite route censée relier le lac au gouffre est interdite au trafic. Nous ressortons du site et tentons un chemin un peu plus à l'est. Il nous mène largement à l'écart du lac et du Puy de Montchal, mais sans trace d'indication du gouffre. Nous hélons un paysan juché sur son tracteur: «C'est dans la forêt des Fraux, vers les arbres portant le numéro 20». Nous nous engageons sur une route forestière, numéro 9, encore 9, toujours 9; à ce train-là, nous serons à Bordeaux avant d'arriver à 20! Brusquement, 15, puis 15, puis 16. A ce moment, le chemin passe à côté d'une vague dépression, équipée d'escaliers en bois. Un coup d'œil de l'autre côté et surprise, un 20 est noté sur un sapin! Pas de doute, c'est ici.

Les escaliers sont avalés, et nous voilà sur le balcon métallique, celui-là même payé par Martel, 101 ans plus tôt. Seule la potence, penchée d'une manière inquiétante sur le gouffre, a mal vieilli. La nappe d'eau est visible; quelques maigres traces de neige subsistent aux alentours, dans cette «doline» froide, humide, moussue, entourée de toutes parts par des sapins. Premier test qui déterminera la suite des opérations: descendre dans le trou une boîte de conserve avec une bougie. Celle-ci s'approche du fond... et s'éteint! Mais c'était le résultat d'un atterrissage un peu brusque. L'opération est répétée, et la bougie se pose cette fois doucement sur l'île: elle n'a jamais si bien brillé, merci pour elle. Sans tarder, nous déroulons 25 m d'échelle, amarée à la barrière et à un arbre, et Florence descend. La voûte est très mince, 2 à 3 m, après quoi, c'est plein vide. Elle se pose sur l'îlot. Je ne tarde pas à la rejoindre. Le niveau du lac étant trop bas d'environ 2 m, c'est en fait sur une presque-île que nous nous trouvons; il fait frisquet, et les mesures que Florence a déjà prises, indiquent 1,5°C pour l'air et pour l'eau, alors que vers la voiture, il fait une quinzaine de degrés.

La voûte est chaotique, aucun concrétionnement; tout autour du lac, sur les pentes argilo-sableuses, des blocs éboulés issus soit du plafond, soit de la zone de contact basalte-argile, par sapage. Nous effectuons le tour de la salle, montant, descendant, nous fauchant entre des blocs de plusieurs m³ parfois. A part des gouttes tombant de la voûte, il ne semble pas y avoir de suintement ou de ruissellement localisé au contact basalte-argile. L'environnement est relativement propre; à part un mouton en mauvais état, quelques objets jetés depuis la surface. L'eau est de couleur bleu-vert. Un cylindre lumineux tombe de la voûte sur la pente opposée si bien que malgré ses dimensions, c'est une pénombre qui règne dans la salle: on peut s'y déplacer, avec précautions, sans éclairage. Nous prenons quelques photos, pose et flash, bien que ce dernier semble bien dérisoire dans ce

dieser kalten, feuchten und moosigen Doline, die von allen Seiten von Tannen umgeben ist. Erster Test, der das weitere Vorgehen klären wird: Eine Konservendose mit einer brennenden Kerze ins Loch hinunterlassen. Sie nähert sich dem Grund... und erlischt. Aber dies ist das unvermeidliche Resultat einer etwas zu harten Landung. Die Übung wird wiederholt, und die Kerze landet diesmal sanft auf der Insel: so hell hat sie noch nie gebrannt, vielen Dank. Ohne Verzögerung entrollen wir 25 m Leitern, befestigen sie am Geländer und an einem Baum, und Florence steigt ab. Die Spalte ist während zwei bis drei Metern sehr klein, danach die grosse Leere. Florence steigt auf die Insel, und ich komme nach. Da der Wasserspiegel zwei Meter tiefer ist, befinden wir uns in Tat und Wahrheit auf einer Halbinsel. Es ist kühl, und die von Florence bereits durchgeführten Messungen zeigen 1,5°C für die Luft und fürs Wasser an, während es beim Auto um die 15°C warm ist.

Das Loch ist chaotisch, keine Versinterung; rund um den See, auf dem sandig-lehmigen Hang, liegen viele Versturzböcke, von der Decke oder aber von der Kontaktzone Lehm-Basalt aufgrund der Unterhöhlung. Wir schreiten rund um den Saal, steigen auf und ab, schlängeln uns zwischen den Blöcken, die bisweilen mehrere Kubikmeter gross sind, hindurch. Abgesehen vom Tropfwasser scheint es keinen Zufluss zu geben, auch nicht am Kontakt Lehm-Basalt. Die Umgebung ist relativ sauber, abgesehen von einem Schaf in relativ schlechtem Zustand und einigen herabgeworfenen Gegenständen. Das Wasser ist von blaugrüner Farbe. Ein Lichtstrahl fällt vom Eingang auf die gegenüberliegende Seite; trotz seines kleinen Durchmessers herrscht ein Halbdunkel, man kann sich mit der nötigen Vorsicht ohne Licht fortbewegen. Wir fotografieren etwas, mit und ohne Blitz, obwohl uns dieser in diesem grossen Raum lächerlich erscheint (wie das Entwickeln bestätigen wird!) Zwei Wasser- und eine Lavaprobe werden entnommen. Jetzt heisst es wieder, durch die zahlreichen Tropfen hochzusteigen. Während unseres ganzen Besuches brannte die Kerze munter weiter, als Beweis, dass das CO₂ während unseres Besuches (vorübergehend?) verschwunden war. Alles verläuft problemlos, und wir erreichen die milde Oberflächenluft eine Stunde später.

Physikochemie des Wassers

Das dem See entnommene Wasser hatte eine Temperatur von 1,5°C. Die Analyse übernahm das Wasserlaboratorium der Industriedienste von Genf. Des Wassers Leitfähigkeit von 56 Mikrosievert/cm ist nicht sehr hoch und deutet auf eine recht geringe Mineralisation, ähnlich jener eines Sees des Montblanc-Massives (SESIANO, 1993). Mit einem pH-Wert von 8,98 (Neutralität = 7) ist das Wasser leicht basisch. Seine Totalhärte erreicht 0,36°F, d.h. 3,6 mg Calcium- und Magnesiumkarbonat pro Liter: ein tiefer Wert, der vor allem im Kristallin anzutreffen ist. Der Nitratwert ist mit 0,42 mg/l auch

vaste volume (ce que confirmera le développement). Deux échantillons d'eau sont prélevés, et un de lave. Il s'agit maintenant de remonter sous les nombreuses gouttes qui tombent sans discontinuer du plafond. Durant toute notre visite, la bougie a poursuivi sa joyeuse combustion, preuve que toute trace de CO₂ a (momentanément ?) disparu. Tout se passe sans encombre et nous retrouvons l'air plus doux de la surface une heure plus tard.

Physico-chimie de l'eau

L'eau prélevée dans le lac avait une température de 1,5°C. Son analyse a été confiée au Laboratoire des Eaux des Services industriels de Genève. Sa conductibilité, de 56 µS/cm, n'est pas très élevée et reflète une minéralisation assez faible, similaire à celle d'un lac de montagne du massif du Mont-Blanc (SESIANO, 1993). Avec un pH de 8,98, on dépasse la neutralité (7), l'eau est légèrement basique. Sa dureté totale atteint 0,36°F, c'est-à-dire 3,6 mg de carbonate de calcium et de magnésium par litre: c'est une valeur faible, rencontrée plutôt en milieu cristallin. Quant aux nitrates, 0,42 mg/l, on a une valeur assez basse reflétant l'impact limité de l'agriculture dans cette région, surtout recouverte de conifères. Pour la silice, nous trouvons 48,11 mg/l, valeur élevée témoignant du parcours de l'eau dans des terrains riches en minéraux contenant du quartz, argiles et basaltes principalement. Les quantités de calcium et de magnésium, 0,9 et 0,3 mg/l respectivement, ne font que confirmer la faible dureté totale. Le strontium n'est pas présent dans l'eau, mais le sodium atteint 8,95 mg/l et le potassium 1,79: ces chiffres représentent le double et environ la valeur que l'on trouve pour le Léman, respectivement. Quand l'apport de ces métaux n'est pas anthropique (engrais, salage des routes, industries), il provient des précipitations et du lessivage de certaines roches. Néanmoins, pour le Creux-de-Soucy, la valeur élevée de sodium est assez étonnante.

En ce qui concerne les chlorures, avec 2,4 mg/l, on a une valeur raisonnable pour le Massif central, plus proche de l'océan que les Alpes, où l'on observe des concentrations de 0,5 à 1,5 mg/l; mais elle est trois fois inférieure à ce que l'on trouve dans le Léman. Finalement, les sulfates s'élèvent à 10 mg/l, valeur inférieure de moitié à celle du Léman. Pour ces deux derniers ions, il n'est pas surprenant d'obtenir de tels chiffres: on est en zone volcanique où le dégazage, même ancien, peut avoir mené à leur présence par sublimation ou altération de la roche en place.

Microbiologie

Madame la Dr J. Favet, du laboratoire de Microbiologie générale du Professeur Turian, à l'Université de Genève, a effectué une analyse bactériologique partielle d'un échantillon

tief und zeigt den beschränkten Einfluss der Landwirtschaft in dieser Region, die vor allem mit Nadelhölzern bewachsen ist. Der Kieselsäuregehalt ist recht hoch, 48,11 mg/l, und zeugt von einem Wasserdurchlauf in Gesteinen, die reich an Quarz sind: Lehme und (beschränkt) Basalte. Die Kalzium- und Magnesiumgehalte von 0,9 und 0,3 mg/l bestätigen die niedrige Wasserhärte. Strontium ist nicht vorhanden, aber Natrium erreicht 8,95 und Kalium 1,79 mg/l. Diese Zahlen entsprechen dem doppelten Natrium- und etwa dem Kalium-Wert, wie sie im Genfersee zu finden sind. Sofern die erhöhten Gehalte nicht menschlichen Ursprungs sind (Dünger, Strassensalz, Industrie), entstammen sie dem Regen oder der Auswaschung gewisser Gesteine. Für den Creux-de-Soucy jedenfalls ist der erhöhte Gehalt recht erstaunlich. Was den Chloridgehalt betrifft, so findet man mit 2,4 mg/l einen vernünftigen Wert für das Massif central, das näher am Meer liegt als die Alpen, wo man 0,5 bis 1,5 mg/l findet. Dennoch ist der Gehalt dreimal niedriger als im Genfersee. Die Sulfate schliesslich haben eine Konzentration von 10 mg/l, weniger als die Hälfte des Genfersees. Die Werte dieser Anionen sind nicht erstaunlich: wir sind im vulkanischen Milieu, wo die Entgasung, selbst die prähistorische, zu ihrer Anwesenheit durch Sublimation oder Veränderung des Nebengesteins führen kann.

Mikrobiologie

Frau Dr. J. Favet, vom Mikrobiologielabor von Prof. Turian der Universität Genf, führte eine partielle Bakterienanalyse einer Wasserprobe durch. Die Kulturen zeigten das Vorhandensein von aeroben mesophilen Keimen. Die Enterobakterien und *Yersiniae* wurden speziell gesucht. Man hat gramnegative Stäbchen verschiedener Arten festgestellt, nämlich *Xanthobacter* sp. (mit Vorbehalt), *Xanthomonas maltophilia*, *Acinetobacter* und (möglicherweise) *Aeromonas*; keine dieser Bakterien gehören zur Familie der Enterobacteriaceae. Bezüglich Kaltwasser-*Yersiniae* zeigte die Kultur einige atypische Kolonien oder solche mit rotem Zentrum. In letzterem Falle handelte es sich zu 91% um *Serratia liquefaciens*, das in der Natur am häufigsten vorkommende Enterobakterium. Es wurden keine Fäkalbakterien gefunden; das Wasser ist somit trinkbar, obwohl die oben erwähnte Anwesenheit eines Schafkadavers am Südrand des Sees wohl niemanden zum Kosten animiert.

Anlässlich eines zweiten Besuches am 8. Juni 1993 fischten wir noch Plankton mit Hilfe eines vom Gummiboot gezogenen Netzes, das 80 µm Maschenweite aufwies; die Wassertemperatur betrug nun 2,5°C. Die Probe wurde anderntags im Labor von Prof. Naef der Universität Genf untersucht. Im frischen und fixierten Zustand wurde folgendes gefunden: (*Melosira*) syn. *Aulacoseira* sp., *Ceratum hirundinella* (leer) und *Nauplius*, alle isoliert; wenig häufige verholzte Bruchstücke, wahrscheinlich von *Pinus*, ebenso Koniferenpollen (nicht selten), welche vom Wind ins Loch geblasen wurden,

d'eau. Les milieux de culture ont montré la présence de colonies de germes aérobies mésophiles. Les entérobactéries et les *Yersinia* ont particulièrement été recherchés. On a observé des bâtonnets Gram⁻ de divers types, à savoir *Xanthobacter* sp. (sous réserve), des *Xanthomonas maltophilia*, des *Acinetobacter* et des *Aeromonas* (probablement); aucune de ces bactéries n'appartient à la famille des enterobacteriaceae.

Quant aux *Yersinia* des eaux froides, la culture a mis en évidence quelques colonies atypiques ou à centre rouge. Dans ce dernier cas, il s'agit de *Serratia liquefaciens* (à 91%), entérobactérie la plus courante de l'environnement naturel. Aucune bactérie due à des contaminations fécales n'a été détectée: cette eau serait donc potable, quoique la présence, mentionnée plus haut, d'un cadavre de mouton sur la rive sud du lac, ne pousse guère à la dégustation.

A l'occasion d'une seconde visite effectuée le 8 juin 1993, nous fîmes encore un prélèvement de plancton à l'aide d'un filet à mailles de 80 µm tracté par un canot pneumatique; la température de l'eau était alors de 2,5°C. L'échantillon fut examiné le lendemain au laboratoire du Professeur Naef de l'Université de Genève.

A l'état frais et fixé ont été observés:

(*Melosira*) syn. *Aulacoseira* sp., *Ceratium hirundinella* (vides) et *Nauplius*, tous isolés: des débris lignifiés peu abondants, probablement de *Pinus*, ainsi que du pollen de conifères (pas rare), apportés par le vent depuis la surface; des cristaux inorganiques assez sombres: peut-être *Ulotrix* sp., *Lampadella* ou *Euchlanis*, et *Mougeotia* sp., *Cyclops* sp. et mycélium de champignons, tous isolés. Il est clair que le plancton a pu se développer grâce à la lumière diffuse tombant du plafond.

On peut relever qu'en novembre 1892, on avait observé dans un échantillon d'eau: *Notholca longispina* Kell sp. du groupe des rotifères, des algues, des diatomées avec de très abondantes *Asterionella formosa*.

Pétrographie

L'examen macroscopique d'un échantillon de lave prélevé dans la salle, à la surface inférieure de la coulée, ainsi que la détermination microscopique d'une lame mince, nous permettent de dire que l'on a affaire à un basalte andésitique à olivine et clinopyroxène. L'échantillon est gris, compact et sain, et il présente des phénocristaux. On a donc une structure porphyrique avec une faible vésicularité (1 à 2%), les vésicules étant vides.

Les phénocristaux, environ 10% de l'échantillon, qui sont zonés et non altérés, consistent en olivine et en augite titanifère, tous deux avec inclusions opaques, en feldspath (oligoclase-labrador) et en minéraux opaques corrodés. Les microlites se présentent sous forme de plagioclases (labrador) avec comme cristaux interstitiels, des minéraux opaques,

anorganische, recht dunkle Kristalle, ferner vielleicht *Ulotrix* sp., *Lampadella* oder *Euchlanis*, sowie *Mougeotia* sp., *Cyclops* sp. und Champignonsmycelien, alle isoliert. Es ist klar, dass sich das Plankton dank des diffusen, vom Eingangsschacht einfallenden Lichtes entwickeln konnte.

Erwähnenswert ist, dass im November 1892 in einer Wasserprobe folgendes gefunden wurde: *Notholca longispinea* Kell sp. aus der Gruppe der Rotiferen; ferner Algen und Diatomeen mit der sehr häufigen *Asterionella formosa*.

Petrographie

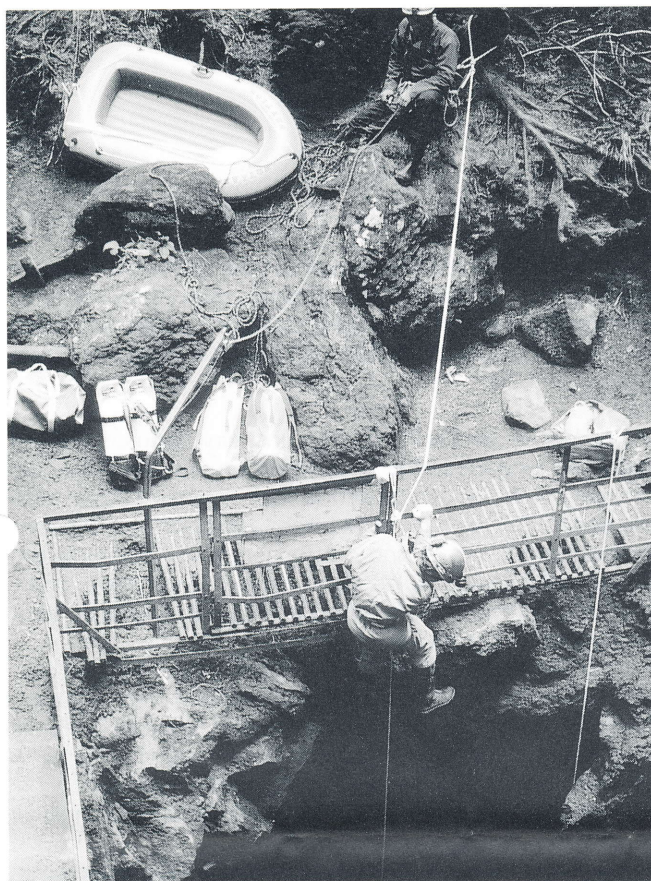
Die makroskopische Untersuchung eines am unteren Rand des Basaltflusses geschlagenen Handstückes sowie die mikroskopische Bestimmung eines Dünnschliffs zeigen, dass es sich um einen andesitischen Basalt mit Olivin und Klinopyroxen handelt. Das Handstück ist grau, kompakt und frisch, und es weist Phänokristalle auf. Also ist die Struktur porphyrisch mit einem kleinen Anteil an Blasen, welche leer sind.

Die Phänokristalle machen etwa 10% des Stückes aus. Sie sind zoniert und frisch und bestehen aus Plagioklas (Oligoklas-Labradorit), korrodierten Erzmineralien, Olivin und Titanaugit, die letzten beiden mit opaken Einschlüssen. Die Mikrolithen bestehen aus Plagioklas (Labradorit) mit interstitiellen Kristallen von Erzmineralien, Eisenoxiden und Klinopyroxenen. Es muss erwähnt werden, dass Glas in der Mesostase fehlt.

Eine leichte Alterierung in der Mesostase lässt Chlorit, Aktinolith mit mehr oder weniger Epidot sowie Oxidationsspuren (Hämatit) wachsen, was von einer leichten Metamorphose zeugt.

Ursprung des Phänomens

An letzter Stelle lässt sich die Frage nach dem Ursprung des Creux-de-Soucy stellen. MARTEL (1894) sprach sich für eine Gasblasenexplosion inmitten des Basalts aus. M. Berthoulet und seine Begleiter (in MARTEL, 1894), vertraten die Theorie, die Höhle sei infolge einer progressiven Bewegung des Basalts, gefolgt von langsamem Deckenabbruch, entstanden, dies ausgehend von einer offenen Spalte im Gelände, das von der Lava überflossen wurde. KRAFFT (1974) stützt sich mehr auf die Hypothese, dass der Lavafluss ein kleines Moor überflossen habe; der Druck des verdampfenden Wassers habe die Basaltdecke abgesprengt und so die Höhle erzeugt. Schliesslich findet man noch den oben erwähnten Hinweis, dass Taucher am Seegrund einen überfluteten Gang gefunden hätten (MINVIELLE, 1970, p.62). Der Ursprung des Creux-de-Soucy wäre in diesem Fall überhaupt nicht vulkanisch. Da uns diese letzte Hypothese als die erstaunlichste dünkte, erlaubte uns der zweite Besuch am 8. Juni mit Olivier Pavesi, Höhlentaucher der SSS Genève,



Descente dans le Creux-de-Soucy (juin 1993).
Abstieg in den Creux-de-Soucy (im Juni 1993).

L'orifice d'entrée, l'île et le lac (juin 1993).
Die Eingangsöffnung, die Insel und der See (im Juni 1993).



des oxydes de fer, ainsi que des clinopyroxènes. Il faut relever l'absence de verre dans la mésostase.

Une légère altération, qui se développe dans la mésostase, est associée au développement de chlorite, d'actinote avec plus ou moins d'épidote, et de traces d'oxydation (hématite), témoignant d'un léger métamorphisme.

Origine du phénomène

En dernier lieu, on peut se poser la question de l'origine du Creux-de-Soucy. MARTEL (1894) optait pour l'explosion d'une bulle de gaz au sein du basalte. M. Berthoule et ses compagnons (in MARTEL, 1894) estimaient que la formation de la salle était due à une dislocation progressive suivie d'éboulements lents, ceci à partir d'une fissure ouverte dans le terrain recouvert de lave. KRAFFT (1974) penche plutôt pour l'hypothèse de la coulée de lave recouvrant un petit marais: l'eau s'étant vaporisée, la pression du gaz fait exploser la couverture de basalte et engendre le gouffre. Finalement, et l'on retrouve ce que l'on a mentionné plus haut, des plongeurs auraient trouvé au fond du lac une galerie noyée (MINVIELLE, 1970, p. 62). L'origine du Creux-de-Soucy ne serait dans ce cas plus du tout volcanique. Cette dernière hypothèse nous ayant semblé la plus étonnante, la seconde visite, effectuée le 8 juin avec Olivier Pavesi, plongeur-spéléologue à la section de Genève de la SSS, nous permit de constater en rive sud la présence d'une seconde couche de basalte (s.l.) sous les quelques 6 à 8 mètres de matériaux argilo-sableux et de blocs éboulés; elle dépassait alors le niveau de l'eau de quelques décimètres. La roche était bien

am Südufer eine zweite Lage Basalt (s.l.) unterhalb von 6-8 m sandigem Lehm und Versturzböcken zu finden. Diese Lage überragt also das Seeniveau um einige dm. Das Gestein war deutlich mehr alteriert und wies mehr Blasen auf als die obere Basaltdecke. Unterhalb dieser Schicht, in 3-4 m Tiefe, entdeckte der Taucher einen Gang, der sich nach Süden erstreckt. Die Seitenwände, in lockere Sedimente gegraben (oder von ihnen zugedeckt), stürzten beim Durchschwimmen zusammen, was kaum ermutigend wirkte, die Forschung fortzusetzen, ohne grosse Risiken auf sich zu nehmen.

plus vésiculaire et altérée que celle de la couche supérieure. Le plongeur découvrit à 3 ou 4 m de profondeur, sous cette strate, une galerie se dirigeant en direction du sud. Les parois latérales, excavées (ou recouvertes) dans des dépôts meubles, s'écroulaient au passage du nageur, ce qui n'était guère encourageant quant à la poursuite de l'exploration, à moins de prendre des risques inconsidérés.

Si l'on peut se permettre d'émettre un jugement sur ces différentes idées quant à l'origine de ce phénomène géologique, nous pouvons affirmer qu'aucune de ces hypothèses ne nous satisfait personnellement, et ce pour les raisons suivantes :

- Celle de l'explosion nous gêne, car elle aurait taillé à l'emporte-pièce une ouverture de plus fort diamètre, qui n'aurait pas manqué de s'élargir encore en plusieurs millénaires ; en ce qui concerne l'autre proposition, dislocation et éboulement, où ont disparu les milliers de mètres cubes de basalte qui forment le volume supérieur de la salle, au-dessus du niveau de l'argile ? En effet, le basalte n'est pas une roche spécialement soluble !
- Un soutirage de matériel par un courant d'eau s'écoulant du nord au sud, en direction du Puy de Montcineyre, selon le pendage du contact entre l'argile et le basalte, pourrait avoir sapé la couche sus-jacente, mais à nouveau, où a disparu tout le volume de l'excavation ?
- Finalement, on pourrait imaginer un obstacle, sorte de petite colline de terrain en place, entouré puis recouvert par la coulée de lave. Emporté progressivement par l'écoulement souterrain, il laissera un vide dont la voûte va peu à peu s'amincir par écroulement pour atteindre finalement la surface. La gélifraction interviendra alors et formera l'entonnoir d'entrée, similaire à une doline. En terrain calcaire, cette hypothèse nous satisferait pleinement, mais en zone volcanique, certainement pas, car cette butte reste une sorte de *deus ex machina*. Elle a cependant le mérite de faire appel à une circulation souterraine, fort fréquente dans une telle superposition, même si nous ne l'avons pas observée : l'eau du lac semblait plutôt stagnante.

A défaut de solution claire et définitive, la question reste donc posée. Mais ce n'est en tout cas pas ce «soucy» qui nous aura empêché de dormir à la fin de ces intéressantes explorations.

Remerciements / Verdankungen

Je tiens à remercier Monsieur C. Cottet, responsable du Laboratoire des Eaux des Services industriels de Genève, pour l'analyse physico-chimique de l'eau ; Madame J. Favet du Laboratoire de Microbiologie générale du Professeur Turian, à l'Université de Genève, pour ses déterminations de la matière vivante dans l'eau ainsi que le Professeur J. Naef pour son examen du plancton, et finalement le Dr P. Kunz du Laboratoire de Minéralogie de l'Université de Genève, pour l'examen pétrographique.

Wenn man es sich erlauben kann, über die verschiedenen Ideen zur Entstehung dieses geologischen Phänomens zu urteilen, können wir aussagen, dass uns persönlich keine dieser Hypothesen befriedigt, und dies aus folgenden Gründen :

- Das Modell der Explosion stört uns, weil dadurch eine viel grössere Eingangsöffnung geschlagen worden wäre, die sich im Laufe der Jahrtausende noch erweitert hätte. Was die andere Behauptung hinsichtlich Dislokation und Deckenbruch betrifft : wohin sind die Tausende von Kubikmetern Basalt verschwunden, die den oberen Teil der Halle, oberhalb des Lehniveaus, ausmachen ? Basalt ist ja nicht gerade besonders gut löslich.
- Eine Abtragung des Materials durch einen Wasserfluss, der sich entlang des Lehm-Basalt-Kontaktes von Nord nach Süd, in Richtung des Puy de Montcineyre, bewegt, hätte die überlagernde Decke unterhöhlen können, aber wiederum : Wo verschwand das ganze Volumen der Aushöhlung ?
- Schliesslich könnte man sich ein Hindernis in Form eines kleinen Erdhügels vorstellen, der von der Lava umflossen und überdeckt wurde. Durch unterirdische Wässer langsam abgetragen, hinterlässt das Hügeln einen Hohlraum, der sich allmählich durch Nachbruch ausweitet, bis er die Erdoberfläche erreicht. Frostbruch setzt ein und bildet den dolinenartigen Eingangstrichter. Im Kalkgebiet würde uns diese Hypothese vollständig genügen, aber hier in der Vulkanzone sicher nicht, da diese Erklärung eine Art *Deus ex machina* darstellt. Sie hat jedoch den Vorteil, auf eine unterirdische Zirkulation hinzuweisen, die in solchen Fällen häufig ist, obwohl wir sie nicht festgestellt haben : Das Wasser des Sees scheint eher zu stagnieren.

Mangels klarer und definitiver Antwort bleibt also die Frage bestehen. Aber es ist jedenfalls nicht diese Sorge (frz. *souci*), die uns am Ende dieser interessanten Forschungen den Schlaf genommen hat.

Bibliographie / Literatur

- BOULANGER, P. (1970). – Guide des cavernes touristiques de France. 267 p., Nouvelles Editions Latines, Paris.
- KRAFFT, M. (1974). – Guide des volcans d'Europe. 416 p., Libr. Delachaux et Niestlé éd., Neuchâtel, Suisse.
- MARTEL, E.A. (1894). – Les Abîmes. 579 p., Libr. Delagrave, Paris.
- MINVIELLE, P. (1970). – Guide de la France souterraine. 477 p., Tchou éd., Paris
- SESIANO, J. (1994). – Monographie physique des plans d'eau naturels de Haute-Savoie (France). 125 p. et 8 tables, Presses du Conseil Général du Département de la Haute-Savoie, Annecy.