Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 8 (1864-1865)
Heft: 52

Artikel: Visite à la grotte des fées près St-Maurice (Valais)
Autor: Forel, François
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-254857

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

VISITE A LA GROTTE DES FÉES,

près St-Maurice (Valais).

Par M. François FOREL,
licencié es sciences naturelles.

(Séance du 7 décembre 1864.)

La *grotte des fées* a son entrée directement au-dessus du château de Saint-Maurice, dans la troisième des cinq grandes assises de calcaire néocomien qui forment la montagne de Vérossaz, à 289 pieds au-dessus du Rhône. De là son long couloir se dirige presque horizontalement dans l'intérieur de la montagne; il ne s'élève que de 80 pieds environ dans les 750 premiers mètres, et dans une direction à peu près parallèle à la grande façade de rochers à pic qui termine le plateau de Vérossaz du côté de Saint-Maurice et de Notre Dame du Scex. Ce couloir offre peu de ramifications; je ne lui en connais que trois, dont une seule d'une certaine importance (à 850 mètres de profondeur) se dirige du côté de Notre Dame du Scex, mais est bientôt obstruée par des remblais. Ce couloir est assez régulier, d'une largeur généralement uniforme et n'offrant en aucun endroit les grandes et vastes salles des grottes creusées dans le calcaire jurassique. Il est d'une hauteur assez constante, cependant en plusieurs endroits la hauteur s'élève beaucoup, et des cheminées verticales offrent une élévation de trente, quarante, cinquante pieds et plus.

Quant à la longueur de la grotte, elle est très considérable. 750 mètres de profondeur ont été mesurés exactement, et nous estimons avoir pénétré jusqu'à 1000 mètres environ, dans deux expéditions de découverte que nous y avons faites cet été. A cette profondeur le couloir est aussi régulier et d'un aussi facile accès qu'à l'entrée. Rien n'indique que nous soyons arrivés près de l'extrémité.

Ce long boyau a été primitivement une fente verticale, une fissure de la grande assise de la montagne dans laquelle il est creusé. Les nombreuses cheminées qui s'élèvent plus ou moins verticalement en plusieurs endroits et à peu près toujours suivant la même direction horizontale, la manière dont souvent le plafond de la grotte, au lieu d'être en voûte arrondie, présente cette forme bien évidente de fissure, dont la largeur va en diminuant progressivement, en sont pour moi la preuve. Les eaux ont circulé dans cette fissure, y déposant sans cesse les débris qu'elles arrachaient aux

parois; elles en ont bientôt comblé la partie inférieure et se sont formé un lit, sur lequel elles ont roulé plus régulièrement; ainsi canalisées, leur action s'est traduite en rongeant latéralement les parois de leur prison et en creusant la galerie où nous circulons aujourd'hui. Les raisons qui me font attribuer aux eaux le forage de la grotte sont, d'abord, la grande généralité de ce mode de creusement pour le plupart des cavernes, puis dans le cas spécial, les nombreuses sources qui y circulent normalement, le torrent qui s'en échappe après les pluies d'orage, la forme arrondie et moutonnée des parois, qui ont évidemment été léchées par un courant d'eau, enfin les graviers et les cailloux roulés qui jonchent le sol et dont je parlerai plus loin.

D'où viennent ces eaux et à quelle époque ont-elles creusé la grotte? — Je crois pouvoir supposer d'abord avec quelque vraisemblance, que les eaux ont couru dans la grotte avec plus d'abondance autrefois que de nos jours. Les sources qui s'y trouvent aujourd'hui sont relativement peu fortes; dans une grande partie de la grotte l'eau ne circule pas, et la puissance de ses effets montre que le cours d'eau qui a creusé ce long canal, a été jadis plus important qu'aujourd'hui. Maintenant, si l'on considère, d'une part, qu'à l'époque glaciaire toute la vallée du Rhône a été couverte par un immense glacier qui s'étendait bien au-dessus du plateau de Vérossaz et dont les eaux de fonte devaient, en grande abondance, chercher une issue vers les lieux inférieurs, et d'autre part, que les graviers et les cailloux qui forment le sol de la caverne et le lit du torrent, sont en grande partie de nature erratique et glaciaire et proviennent évidemment du plateau de Vérossaz où ce terrain est fort bien développé, on peut en tirer les conclusions suivantes :

1° L'origine ou les origines de la caverne doivent se chercher quelque part vers le plateau supérieur de Vérossaz.

2° Les eaux qui ont circulé dans la grotte et qui l'ont probablement creusée, venaient de ce plateau de Vérossaz, vraisemblablement à l'époque où le glacier du Rhône avait sa plus grande extension et se développait jusqu'au delà de Saint-Maurice.

C'est dire que je crois à une autre ouverture de la grotte, ouverture probablement comblée par des débris et qui doit aboutir à des *entonnoirs* analogues à ceux du Jura, dont Mr M. de Bons m'a parlé. L'absence de courant d'air et l'atmosphère viciée du fond de la grotte, sur laquelle je reviendrai, me montrent que cette ouverture supérieure doit être fermée.

La température de la grotte qui est constante et invariable prouve qu'à partir de 300 mètres nous sommes très loin de la surface du sol; si nous nous approchions de l'air extérieur nous la verrions varier. Voici les chiffres que j'ai trouvés pour la température de la grotte.

Température de la grotte des fées le 23 juin 1864, à 7 heures du matin.

à l'entrée de la grotte		15°—16°
à 25 mètres	de profondeur	12°,2
à 50	id.	10°,5
à 100	id.	10°,4
à 200	id.	10°,2
à 250	id.	10°
à 300	id.	9°,8
à 400	id.	9°,8
à 500	id.	9°,8
à 600	id.	9°,8
à 700	id.	10°,8
à 750	id.	10°,3.

Quant à ces deux derniers chiffres, ceux de 700 mètres et de 750 mètres, je les crois viciés considérablement par la grande chaleur que donnaient les lampes de pétrole allumées à cette profondeur à cause du méphytisme de l'air. En général, toutes ces observations sont entachées d'erreur par la présence des lumières et par celle des personnes réunies dans la grotte. Aussi préférai-je de beaucoup donner pour la température de la grotte celle que j'ai trouvée à l'eau de source, qui est d'une constance remarquable.

Température des eaux de la grotte des fées le 23 juin 1864, à 10 heures du matin.

Source	à 120	mètres	9°
Grand lac	à 150	»	9°
Petite fontaine	à 327	»	9°
Lac et eau courante	à 425	»	9°
Flaque d'eau	à 700	»	9°
Flaque d'eau	à 750	»	9°

L'identité de la température des flaques d'eau et de l'eau de source qui vient du plateau supérieur démontre que nous sommes à une grande profondeur, car cette eau de source, en cheminant dans les rochers, a eu le temps de se mettre à la température de la montagne que je crois pouvoir établir à 9° centigrades.

La grotte offre peu de ces concrétions calcaires qui sont si richement développées dans d'autres cavités de ce genre. Les stalactites y sont rares et de petite taille; les plus longues n'ont guère plus de 20 à 25 centimètres. Mais elles offrent une particularité qui n'est pas commune; au lieu d'être cylindriques et coniques et de présenter la structure stratifiée qu'on leur connaît ordinairement, les stalactites sont crystallisées en plusieurs endroits, ramifiées, et forment des arborisations crystallines d'une grande pureté et

d'un blanc transparent très riche. Ce fait est assez rare ; du moins je ne l'ai observé dans aucune des grandes grottes, si brillantes par leurs stalactites, que j'ai eu l'occasion de visiter dans le midi de la France et ailleurs.

Sur le plancher de la grotte était une couche de stalagmites de 5 à 6 centimètres d'épaisseur en quelques endroits ; cette couche, peu dure et peu compacte, a été enlevée avec les déblais qui en ont été sortis l'année dernière.

Dans la masse énorme de matériaux que les propriétaires de la grotte en ont extrait pour en agrandir l'entrée, on n'a pas trouvé trace d'ossements d'animaux ou de vestiges de l'industrie humaine. Ce fait, qui pourrait étonner des étrangers, habitués à trouver dans les cavernes les restes de l'industrie primitive ou à leur défaut les débris de la faune diluvienne, ne nous surprend pas. Nous savons en effet que dans les grottes de la Suisse nous ne trouvons jamais ces vestiges de l'époque diluvienne, plus ou moins mêlés au premier âge de la pierre, comme dans les cavernes de la Belgique, exploitées par Schmerling, dans celles du Périgord, si bien fouillées par MM. Lartet et Christy, dans celles du midi de la France, ou dans les grottes de Menton que mon père a étudiées en 1858. Quand ces différentes cavernes étaient habitées, le bassin du Léman était probablement encore occupé par une immense mer de glace, et si mes conjectures sont vraies, c'est à cette époque que se creusait la grotte des fées de Saint-Maurice. D'après tous les faits que je connais, en Suisse, nos grottes ne présentent pas de traces d'une civilisation plus ancienne que les plus anciennes habitations lacustres, et je ne sache pas que l'on ait la preuve que l'homme ait vécu chez nous auparavant. L'étude que j'ai pu faire récemment de deux grottes de notre bassin, celle de Trois-Rods près de Boudry, dans le canton de Neuchâtel, et celle de Bossex sur les flancs du Salève, exploitée avec tant de persévérance par M. Thioly de Genève, m'a montré, associés à la faune de l'époque lacustre parfaitement caractérisée par le cochon des tourbières (*Sus scrofa palustris*, Rutimeyer), les débris d'une civilisation des plus grossières. Poterie informe, instruments primitifs en os, à Bossex une épingle de cheveux en bronze, ces restes indiquent des contemporains des peuples qui habitaient sur les bords de nos lacs, mais des contemporains pauvres et dégradés, des chasseurs, des vagabonds, des *heimathloses* qui allaient cacher leur misérable existence dans les trous des rochers où ils nous ont laissé leurs traces. — La grotte des fées de Saint-Maurice ne nous offre pas même des débris, et nous n'avons rien à y étudier aux points de vue zoologique et archéologique, si ce n'est peut-être un crâne de femme qui y a été découvert, et qui n'est pas sans quelque rapport avec une gracieuse tradition qui a couru à St-Maurice. Laissons à d'autres le soin de vérifier l'authenticité de cette tradition, et bornons-nous à étu-

dier les problèmes physiques et physiologiques qui offrent pour nous plus d'intérêt.

Lorsque l'on pénètre dans la grotte, à une profondeur variable suivant les jours, semble-t-il, à 500 ou 600 mètres environ, les bougies qui jusqu'alors éclairaient brillamment, les torches de bois ou de résine, s'éteignent à peu près subitement; les allumettes sont alors inhabiles à prendre feu, les cigares ne peuvent plus brûler, et même une mèche à canon, que dans ma dernière expédition j'avais emportée pensant y trouver une ressource extrême, a dû subir la loi de la nécessité et s'éteindre comme les autres. Les lampes de mineur résistent mieux, et enfin les grosses lampes qui brûlent une masse énorme de pétrole sont les seules qui permettent une excursion un peu lointaine, et encore s'éteignent-elles souvent. Cette extinction des feux a lieu assez subitement, et dans un trajet d'une 20e de mètres environ l'on passe de la plus brillante clarté dans ce milieu où la combustion est si difficile. En même temps l'on constate facilement que la vie est possible dans cette partie de la grotte où la bougie ne peut brûler et une appréciation superficielle ne fait pas percevoir de gêne sensible de la respiration. Cependant la respiration est évidemment difficile et dans une excursion qui dura près de 3 heures, j'ai noté sur moi-même et sur mes compagnons d'aventure, les symptômes suivants :

1° Grande augmentation de la chaleur subjective. J'avais le sentiment d'une élévation considérable de la température, j'étais tout en sueur, et cependant l'eau de la source, à 750 mètres de profondeur, m'indiquait toujours 9° de température.

2° Forte accélération du pouls. Mon pouls battait 92 pulsations par minute et celui de mes compagnons était entre 80 et 100; (excepté celui d'un jeune homme de 16 ans qui ne battait que 60 environ).

3° Un état de fièvre assez sensible, que j'ai surtout bien constaté lorsque j'ai voulu compter mon pouls. Pour évaluer le nombre de mes pulsations j'ai, en effet, été obligé d'y revenir à 7 fois ; je me trompais souvent, je passais des nombres, je comptais deux fois de suite la même dizaine, ou je comptais une dizaine en commençant par les derniers chiffres.

4° Enfin j'ai observé sur moi-même une gêne sensible de la respiration, n'allant pas jusqu'à l'anxiété de l'asphyxie imminente, mais bien réellement perceptible. Je m'explique que tous mes camarades m'aient répondu négativement, lorsque je les ai interrogés sur cette gêne de la respiration, par le fait que l'absence de gaz méphytique ou irritant rend assez difficile l'observation de ce phénomène, qui n'est indiqué que par l'amplitude et le nombre des mouvements respiratoires.

Nous avons là deux problèmes à résoudre :

Quelle est la nature de l'obstacle qui empêche les lampes de brûler?

Comment, les lampes ne pouvant plus brûler, la respiration, quoique gênée, est-elle encore possible ?

1° Ce n'est point l'humidité qui empêche les lampes de brûler : la grotte n'est point humide, et du reste, à une température donnée correspond un degré donné de saturation de l'air, passé lequel l'eau dissoute se résout en brouillard et se condense sur les corps solides ; or par aucun temps de brouillard une bougie ne s'éteindra si on ne la souffle.

Ce n'est point un gaz méphytique, tel qu'un hydrogène carburé, arsénié, sulfuré, ou tel que l'oxide de carbone, car outre l'odeur caractéristique de chacun de ces gaz qui serait reconnue, ses effets seraient tels que l'homme serait asphyxié par empoisonnement avant que la bougie ne cessât de brûler dans une atmosphère qui en contiendrait.

Ce n'est pas un courant d'air qui souffle sur les lampes, nous n'en avons pas encore constaté.

A priori et par le simple raisonnement nous pouvons donc conclure, que la cause qui empêche les bougies de brûler est le manque d'oxygène, dans l'air de la grotte.

Les analyses suivantes que M. le prof^r Bischoff a eu l'obligeance de faire confirment complètement cette donnée. Elle ont porté sur de l'air que j'avais pris dans la grotte à 900 et 1000 mètres de profondeur.

Analyse n° 1.	Azote	82,738
	Oxygène	15,260
	Acide carbonique	2,002.
Analyse n° 2.	Azote	81,08
	Oxygène	16,14
	Acide carbonique	2,78.
Analyse n° 3.	Azote	82,66
	Oxygène	15,35
	Acide carbonique	1,99 [1].

C'est l'analyse n° 3 que M. Bischoff regarde comme la plus sûre.

Si je compare ce résultat avec la composition normale de l'air

O. 20,9
N. 79,1
CO^2 0,004

je vois que l'air de notre grotte offre une augmentation de

3,5 d'azote,
1,9 ou 2 d'acide carbonique,

et une diminution de 5,5 d'oxygène, ou une diminution de plus du quart de l'oxygène normal.

[1] Le dosage de l'oxygène a eu lieu par l'acide pyrogallique et demande une correction d'environ 0,35°/₀ d'après les observations de M^r .... (Voyez, Annales de Liebig et Wœhler.) *H. Bischoff.*

Or je trouve dans Milne Edwards : « qu'une lampe s'éteint bien-» tôt, lorsque l'air dont la flamme s'alimente ne contient plus 17 » pour 100 d'oxygène, [1] » et dans Combes je lis ces lignes encore plus explicites : « Suivant le Dr Aloys Wehrle une chandelle de suif » continue à brûler tant que l'air où elle est plongée contient plus » de 18 pour 100 d'oxygène et moins de 82 pour 100 d'azote. La » lampe de mineur ordinaire brûle même dans un air qui ne con-» tient que 16 pour 100 d'oxygène, et enfin une lampe d'Argant, à » double courant d'air, ne s'éteint que quand l'oxygène est au-des-» sous de 14 pour 100 du volume total [2] ».

L'air de la grotte des fées ne contenant que 15,5 pour 100 d'oxygène, il est donc tout naturel que les bougies et les lampes ordinaires n'y puissent pas brûler, et notre premier problème est ainsi résolu.

2° Quant à la seconde question : Comment, dans un air où la combustion est impossible, la respiration peut-elle encore se faire? elle est aussi résolue par l'expérience. Le même auteur, le Dr Aloys Wehrle, dont je regrette de n'avoir point sous la main le travail cité par Combes, a trouvé que « un air surchargé d'azote cesse » d'être respirable et détermine l'asphyxie lorsqu'il ne contient » que 15 pour 100 d'oxygène en volume ; l'asphyxie est moins » prompte et a des suites moins dangereuses que celle qui est pro-» duite par l'acide carbonique [3] ». D'après cela dans notre grotte nous n'aurions plus que $^1/_2$ pour 100 d'oxygène à brûler avant d'être asphyxiés.

Mais cette donnée ne me satisfait pas entièrement; en effet, dans cet air qui ne contient que 15,35 pour 100 d'oxygène, la respiration est trop facile pour que nous soyons si près de l'asphyxie ; je l'ai dit, l'on n'y observe ni anxiété, ni oppression très sensible, et dans cet air si modifié, l'on est évidemment encore dans des conditions, sinon normales, du moins suffisantes pour l'entretien de la vie.

Je m'explique cette apparente contradiction en considérant la faible quantité d'acide carbonique que contient l'air de la grotte, environ 2 pour 100. En effet, d'après les recherches de Vierordt [4] les échanges gazeux sont, dans le poumon, soumis aux lois de Henry et Dalton sur la tension des gaz. Tant que le rapport normal entre la tension du gaz qui est dans l'air atmosphérique et la tension du gaz dissous dans le sang n'est pas atteint, l'échange a lieu et la respiration est possible.

[1] *Milne Edwards*. Leçons sur la physiologie, etc. Paris 1858, t. II, p. 637.

[2] *Ch. Combes*. Traité de l'exploitation des mines. Paris 1844, t. II, p. 299.

[3] *Combes*. Loc. cit., t. II, p. 299.

[4] V. *Milne Edwards*. Loc. cit., t. I, p. 455 et suiv.

Or Brunner et Valentin[1] ont trouvé pour chiffre moyen de la quantité d'acide carbonique contenu dans l'air qui sort du poumon et qu'on peut considérer comme irrespirable, 4,267 pour 100. Si nous admettons que ce nombre représente la tension de l'acide carbonique qui rend l'air impropre à la respiration, nous verrons que l'air de la grotte qui ne renferme que 2 pour 100 d'acide carbonique, ne présente pas les éléments nécessaires pour causer l'asphyxie. J'ajoute que l'on comprend parfaitement cette action si l'on considère la mort par asphyxie comme causée, non par la privation d'oxygène, mais par un empoisonnement par l'acide carbonique.

Il est de plus une circonstance qui peut influer heureusement pour faciliter la respiration dans la grotte des fées, c'est la densité de l'air. Si l'on calcule la densité du mélange donné par l'analyse n° 3, on la trouve être de 1,0027
la densité de l'air étant 1,000
ce qui ne donne que 0,0027 de différence avec la densité de l'air normal.

Tandis que la densité de l'air qui sort du poumon après la respiration est bien plus forte. Si nous prenons pour cet air les proportions de

O.	16,0
CO^2	4,5
N.	79,5,

nous aurons pour densité de ce mélange 1,0179
la différence avec l'air normal sera de 0,0179, différence $6^1/_2$ fois plus forte que la première.

Cette presque similitude de l'air de la grotte avec l'air normal n'est peut-être pas sans rapport avec le peu de gêne de la respiration.

Il est une autre question qui demande à être résolue, mais l'explication que je vais en donner ne me satisfait pas encore entièrement. Quelle est la source de cet air méphytique ? Quelle est la cause qui change ainsi les proportions de l'air ?

Si les proportions de l'air de la caverne étaient telles que la quantité d'oxygène qui manque soit remplacée par un volume égal d'acide carbonique, ce serait à une combustion de matières organiques qu'il faudrait attribuer cette altération de l'air; le carbone en brûlant donne en effet un volume d'acide carbonique égal à celui de l'oxygène employé[2].

[1] *Béclard*. Physiologie humaine. Paris 1859, p. 295.

[2] L'absence complète de pyrites, dans la roche de Saint-Maurice, me fait écarter absolument l'explication ordinairement donnée dans les mines, de l'excès d'azote. On attribue la diminution de l'oxygène à l'oxydation des sulfures métalliques qui sont changés en sulfates.

Mais au lieu d'un mélange gazeux contenant par exemple

O.	15,5
CO^2	5,4
N.	79,1,

qui pourrait s'expliquer par le produit d'une combustion, nous avons le mélange suivant :

O.	15,35
CO^2	1,99
N.	82,66

où les 5,5 d'oxygène qui manquent, sont remplacés par 3,5 d'azote et 2 d'acide carbonique.

Mais l'acide carbonique a une densité très forte (1,529), beaucoup plus forte que celle de l'air, et l'on sait que quand divers gaz sont en présence, avant qu'un mélange intime ait eu lieu, les gaz les plus lourds tendent à s'accumuler dans les parties inférieures. C'est ce qui se passe dans la fameuse grotte du Chien près de Naples, ainsi que dans nos caves à l'époque de la vendange où l'acide carbonique est beaucoup plus abondant dans les parties déclives qu'à une certaine hauteur. D'un autre côté notre grotte des fées est en pente, son couloir monte de 80 pieds environ dans les premiers 750 mètres. Par conséquent si l'acide carbonique ne s'est pas immédiatement mélangé avec les autres gaz, il a dû s'écouler lentement vers l'entrée et sortir de la grotte; il a dû ainsi en disparaître une partie, tandis que le reste de l'acide carbonique, l'oxygène et l'azote, formant un mélange de densité presque égale à celle de l'air, restent dans le fond de la grotte et ne s'écoulent que très lentement.

Voici les chiffres qui m'expliqueraient cette action :

Supposons un volume d'air de	104,51
contenant azote	82,66
oxygène	21,85
	104,51

Cet air se trouvant en présence de matières organiques, une partie de l'oxygène (6,50) est employée à brûler du carbone et est remplacée par un volume égal (6,50) d'acide carbonique. Nous avons alors le mélange suivant :

Azote	82,66
Oxygène	15,35
Acide carbonique	6,50
	104,51

Une partie de l'acide carbonique ainsi formé (4,51) s'écoule par l'ouverture de la grotte et nous restons avec le mélange actuel :

Azote	82,66
Oxygène	15,35
Acide carbonique	1,99
	100.