SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 47. — MARS 1907.

RECHERCHES SPÉLÉOLOGIQUES

DANS LA

CHAINE DU JURA

PAR

M. E. FOURNIER

Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon

7e Campagne 1904-1905

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

34, RUE DE LILLE, 34

1907

RECHERCHES SPÉLÉOLOGIQUES

DANS LA

CHAINE DU JURA

PAR M. E. FOURNIER,

Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

(7e Campagne 1904-1905)

Introduction.

La campagne de 1904-1905 a été particulièrement consacrée à l'étude de la *zone des plateaux intermédiaires* (entre l'Ognon et la Saône) de la zone des *plateaux occidentaux*, au N.-O. de la vallée du Doubs et enfin de quelques points des zones des *grands plateaux* et de la *Haute chaîne*.

Hydrologie et hygiène publique.— L'attribution aux communes, de sommes prélevées sur les fonds du pari mutuel, pour les aider à exécuter des travaux de captage d'eau potable, a eu pour effet, comme il était facile de s'y attendre, d'augmenter dans des proportions notables le nombre de demandes soumises à notre examen, nombre qui s'est élevé à **117 projets** du mois d'octobre 1904 à novembre 1905 ; presque toutes les municipalités ont aujourd'hui conscience de l'importance capitale de la question d'alimentation en eau, au point de vue de l'hygiène publique, et, pour la région franc-comtoise au moins, il n'est pas téméraire d'espérer que, d'ici une dizaine d'années, l'immense majorité des communes soit dotée d'une bonne alimentation, ce qui constituera un des progrès les plus importants faits par l'hygiène au début de ce siècle ; malheureusement, quelques populations arriérées restent encore récalcitrantes au progrès et, soit par incurie, soit par manque d'initiative, continuent à s'alimenter de façon déplorable ; je pourrais citer dans la région plusieurs communes qui sont alimentées par des *sources ou des résurgences directement* dominées *par le cimetière*, et un nombre encore plus grand d'agglomérations où l'alimentation est presque aussi déplorable ; j'ai aussi déjà flétri ici les procédés peu scrupuleux employés par certaines municipalités pour échapper au contrôle, procédés favorisés et souvent même préconisés par des gens plus désireux d'effectuer, dans n'importe quelles conditions des travaux, que soucieux du bien public ; j'ai

indiqué déjà le moyen très simple d'éviter ces abus, qui serait de soumettre au géologue désigné pour l'examen des projets, *la réception de tous les travaux de captage d'eau, quels qu'ils soient*, et de rendre les architectes et ingénieurs *responsables pécuniairement* de tous les travaux qu'ils auraient fait exécuter dans des conditions extra-légales.

Il y a aussi une question dont on ne se préoccupe pas d'une façon sérieuse, c'est celle des **zones de protection** : très souvent le géologue chargé de l'examen des projets donne avis favorable, sous réserves de la création d'une zone de protection d'un certain rayon : les Municipalités soucieuses de l'intérêt de leurs administrés se conforment strictement aux indications du géologue; mais *combien d'autres n'en tiennent pas compte* et quelle sanction applique-t-on à cette violation des règlements? La vérification de l'exécution des prescriptions ordonnées dans l'intérêt de l'hygiène s'imposerait d'une façon absolue et avec *sanctions pénales*.

Néanmoins, nous nous faisons un devoir et un plaisir de le reconnaître, depuis la mise en vigueur des circulaires du 10 décembre 1900 et du 13 mars 1901 *il s'est accompli un progrès immense* dans notre région, en ce qui touche l'alimentation en eau.

Malheureusement les prescriptions de **la loi de 1902** sur l'hygiène demeurent encore lettre morte, les communes ne font pas ou n'appliquent pas les *règlements sanitaires* : on jette toujours (un peu moins fréquemment il est vrai) les bêtes mortes dans les gouffres ; dans les villages, *les fumiers* sont toujours maîtres de la rue et les ruisseaux roulent des flots qui n'ont rien de commun avec ceux du Pactole. L'application de la loi est-elle donc si difficile ? On est réellement honteux et écœuré, quand, après une tournée faite en Suisse on rentre dans les villages français. Nous est-il donc impossible de suivre le bon exemple de nos voisins ?

Plusieurs municipalités ont **refusé formellement d'appliquer la loi de 1902** et les **règlements sanitaires**; l'immense majorité, sans refuser formellement, feint de les ignorer et oppose une force d'inertie plus dangereuse encore qu'un refus qui aurait peut-être au moins pour effet d'attirer l'attention des pouvoirs publics.

Expériences de coloration et régime des eaux. — De nombreuses expériences de coloration ont été exécutées pour étudier le régime des eaux, et leurs résultats ont été mis en application dans l'exécution de plusieurs captages, notamment à *Voillans*, à *Salins*, à *Champagne*, etc. Nous avons aussi appliqué à la recherche des eaux souterraines une *petite sonde portative* permettant d'atteindre, très rapidement, dans les terrains non rocheux, une profondeur d'une dizaine de mètres. Cette petite sonde nous a permis de rele-

ver d'une façon complète le tracé de certains petits cours d'eau souterrains circulant entre des marnes et les produits de décalcification qui les recouvrent.

Nous avons eu encore l'occasion d'observer un grand nombre de faits, venant à l'appui des idées que nous avons déjà exposées ici-même, au sujet des *phénomènes de capture* des cours d'eau superficiels, par les cours d'eau souterrains et des cours d'eau souterrains entre eux, sur la complexité et l'*anastomose* des réseaux souterrains et sur le *dessèchement progressif* des régions calcaires.

Enfin nous avons continué à compléter notre *statistique* des *gouffres, grottes, entonnoirs, rivières souterraines, sources* et *résurgences* du département du Doubs, ce travail est actuellement très avancé et nous espérons pouvoir le publier sous peu.

Température des sources. — Nous avons eu l'occasion, à plusieurs reprises, de faire appel à la notion de *température des sources* pour déceler leur origine (1). Cette méthode peut être quelquefois très précieuse; ainsi récemment, près de Marnoz, ayant à étudier pour l'alimentation de ce village *la source des Iles* et plusieurs petites sources voisines, nous avons été amené à affirmer l'origine profonde de la source des Iles par l'observation de sa température et à conclure au contraire que les petites sources voisines étaient mélangées d'eaux superficielles. Le 28 novembre 1904 les eaux de la source des Isles étaient à + 10° 1/2, alors que tout le sol avoisinant était recouvert de neige et la température extérieure de — 5°, les petites sources voisines n'avaient que 7° le 24 juin, la source des Isles qui avait été l'objet de travaux préliminaires de captage, était toujours à + 10° 1/2, alors que la température extérieure était de + 20° environ. Les petites sources étaient à + 14°.

Or les travaux de captage ont montré très nettement, que la source des Iles avait bien une origine profonde et jaillissait de bas en haut dans les alluvions, tandis qu'au contraire, les autres petites sources recevaient des infiltrations du ruisseau. Notre collègue et ami M. le Dr Magnin a d'ailleurs recueilli, sur un très grand nombre de sources de la région, une série d'observations thermométriques. Notre excellent ami et collaborateur le Dr Maréchal en a fait aussi un grand nombre et j'emprunte à sa thèse sur les eaux d'alimentation du Doubs quelques-unes de ses observations :

Dans la région du Doubs la température moyenne des sources d'origine profonde donne les résultats suivants :

(1) Voir Martel, *C. R. Acad.*, 27 février 1905.

Environs de Besançon	10 à 11°
Moyenne montagne	8 à 10°
Haute montagne	7 à 8°
Sommets	4 à 6°

La moyenne est de 1° de décroissance par 150 mètres d'altitude.

A la lecture de la note de M. Martel sur l'application de la thermométrie au captage des eaux d'alimentation, nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible d'établir une classification des sources, *d'après la valeur de l'écart entre leurs minimas et maximas et la température des sources profondes de la région où jaillissent les sources,* température qui peut être considérée comme une moyenne, ou d'après l'écart total entre leur température la plus basse et leur température la plus élevée. Nous partageons absolument la manière de voir de M. Martel, qui considère comme *très suspectes*, toutes les sources pour lesquelles cet écart total atteint ou dépasse 1°.

Voici ce que donnent à cet égard quelques-unes des sources et résurgences de la région.

NOM DES SOURCES OU RÉSURGENCES	TEMPÉRATURE des sources profondes de la région correspondante	ÉCARTS OBSERVÉS	DATE de L'OBSERVATION	VARIATION MAXIMA observée
1° RÉSURGENCES GRAVEMENT CONTAMINÉES.				
Source d'Arcier	10° 50	— 2, 80 + 1, 20	Janvier 1895. Juillet 1895.	4° 00
Source de la Loue (*alimentant Ouhans*)	9° 00	+ 2, 00	11 Sept. 1902.	
Puits de la Brême	9° 50	+ 12, 50	18 Août 1902.	
Plaisir-Fontaine	9° 00	+ 1, 80	18 Août 1902.	
Froidière d'Osselles	10° 50	+ 0, 90	Juillet 1895.	
Onans	9° 50	+ 2, 00		
Source de l'Écoutot	9° 50	+ 1, 00	10 Mars 1902.	
Grand Fontaine	10° 50	+ 1, 00		
2° EXSURGENCES NON CONTAMINÉES.				
Rigney	10° 00	0, 00		
Colombier Fontaine	10° 50	+ 0, 30		
Derrière le Mont (Charmoille)	7° 00	0, 00		
Indevillers	8° 00	0, 00		
Luisans	7° 50	0, 00		
Petite Chaux	6° 00	0, 00		
Source du Capucin	8° 00	0, 00		
Derrière le Mont (Mortau)	8° 00	0, 00		
Source du Doubs à Mouthe	6° 50	0, 00		
Mont d'Or (Jougne)	4° 00	0, 00		

Ce contraste frappant entre les exsurgences et les résurgences proprement dites vient encore justifier la distinction que nous avions établie.

Quant aux sources que nous avons désignées sous le nom de *sources vraies*, elles ont toujours la température correspondant théoriquement à leur altitude. Enfin les *sources vauclusiennes mixtes* se comportent, suivant leur origine, tantôt comme des résurgences, tantôt comme des exsurgences ou des sources vraies.

Nous conclurons donc, avec M. Martel, que l'observation de la température peut fournir des données précieuses sur la *valeur hygiénique* d'une source : 1° **toutes les sources ou résurgences présentant des variations totales un peu importantes, doivent être considérées comme très suspectes, et d'autant plus suspectes que la variation est plus grande.** 2° Mais, il faut de plus remarquer **que le fait de ne pas présenter de grandes variations, n'implique pas d'une façon absolue** la pureté de la source, car certaines résurgences contaminées, qui ont un parcours souterrain très long, peuvent présenter des variations relativement faibles.

La température doit donc être une donnée à consulter comme *caractère éliminatoire* d'une source destinée à l'alimentation, et non comme *caractère d'acceptabilité*.

Les moments les plus favorables pour faire des observations de température, sont ceux qui coïncident avec la production de phénomènes capables de faire varier la température des résurgences. Il sera donc bon de faire les observations après les grandes pluies d'orage de la fin de l'été, et après les fontes de neige de la fin de l'hiver. Dans le premier cas l'écart constaté dans les résurgences sera *positif*, c'est-à-dire que la température de l'eau sera plus élevée que celle des sources profondes situées à la même altitude ; dans le second cas, il sera *négatif*, c'est-à-dire que cette température sera plus basse. L'écart entre la température théorique et la température la plus élevée *est toujours plus grand* que l'écart entre la plus basse température et la température théorique (température des sources profondes). Car, dans notre région, on n'observe jamais de température de sources ou de résurgences inférieure à + 4°, la température théorique la plus élevée est + 11, tandis que l'on observe parfois (Puits de la Brème) des températures de + 22 degrés. Or, pour le puits de la Brème l'écart positif avec la température théorique atteint + 12° 50, alors que l'écart négatif maximum ne pourrait être que de 4° 5, et encore, un écart aussi considérable n'a-t-il jamais été observé. Lors donc qu'il est impossible de faire une longue série d'observations, nous devons considérer la constatation d'un écart négatif

comme *plus grave* que celle d'un écart positif de même valeur absolue.

Filtration et décantation. — Les études hydrologiques et bactériologiques que nous poursuivons depuis cinq ans avec la collaboration de M. Maréchal, nous ont amené à confirmer d'une façon absolue les vues de M. Martel, à savoir que la *filtration n'existe pas dans les calcaires*. Si l'on observe une diminution dans le nombre des germes, entre le point d'absorption des eaux superficielles et leur résurgence, cela tient uniquement à des phénomènes de décantation. Les Bactéries paraissent se grouper autour des particules en suspension dans l'eau et sont précipitées avec elles dans la décantation. Ceci explique le procédé employé dans certaines colonies pour purifier *grosso modo* les eaux, procédé qui consiste à les mélanger à de l'argile et de l'alun et à laisser déposer le tout. Ceci explique aussi pourquoi les filtres imparfaits purifient mieux les eaux de rivière que celles de sources. Cette épuration partielle, due à la décantation, est tout à fait insuffisante car si elle *diminue* le nombre des Bactéries, elle ne fait du moins pas *disparaître* les espèces dangereuses.

D'autre part, si cette décantation peut s'opérer dans d'assez bonnes conditions, dans les exsurgences et dans certaines sources vauclusiennes mixtes qui ne sont pas soumises à des écarts de régime trop considérable, elle devient, au contraire, *une cause d'aggravation* dans le cas des résurgences à régime très variable, où toutes ces boues décantées sont brusquement remises en circulation au moment des crues, ainsi que nous l'avons démontré antérieurement. Ce sont alors de véritables cultures concentrées qui se trouvent ainsi déversées par les résurgences.

I. — RÉGION DES PLATEAUX INTERMÉDIAIRES ENTRE LA VALLÉE DE L'OGNON ET CELLE DE LA SAONE

Grâce à l'extrême obligeance de M. Magnin, de Moncey, qui a bien voulu, à diverses reprises, mettre à notre disposition son automobile, nous avons pu explorer, dans la zone des *plateaux intermédiaires*, et dans celle des *plateaux occidentaux*, plusieurs gouffres et grottes, situés, pour la plupart, à une assez grande distance de voies ferrées, et où il nous eût été extrêmement difficile de transporter autrement notre matériel.

Près de Frondremand, le puits de *Rouge-Terre* nous avait été signalé depuis longtemps déjà par M. le Dr Hézard, de Maizières, et par M. le comte de Prunelé.

Ce gouffre, qui avait dans le pays la réputation d'être insondable, s'ouvre en plein bois, dans le Bathonien moyen, à 900 mètres environ, a l'O.-N.-O. de la ferme de Champs la Quaine, dans le Bois du Chêne Bénît de Fondremand.

Dans une première excursion, nous n'avions pu que sonder le gouffre pour nous rendre compte approximativement de sa profondeur, que nous avions évaluée à une quarantaine de mètres. M. le comte de Prunelé ayant bien voulu nous permettre d'entreposer dans son château notre matériel d'exploration, il nous fut possible, dans une nouvelle excursion, d'effectuer la descente, avec le concours de M. le vicomte de Prunelé, de M. Magnin de Moncey, Louys, Gauthier et Bervillers, étudiants. Je commençai à effectuer la descente, jusqu'à une profondeur d'environ 35 mètres; je dégageai au fur et à mesure plusieurs petites plates-formes encombrées d'éboulis, et pus enfin prendre pied sur un rocher en saillie, sur le bord d'une diaclase s'élargissant vers la base, et laissant voir le fond du gouffre encombré d'éboulis. Voyant qu'il n'existait aucune galerie pénétrable, et considérant, d'autre part, que le passage étroit entre deux rochers par lequel il fallait passer pour atteindre le fond rendrait la remontée assez difficile, et surtout, occasionnerait une perte de temps inutile, je remontai à la surface. Néanmoins, M. Bervillers, à qui sa moindre corpulence rendait le passage plus facile, voulut descendre tout au fond du gouffre, où il put constater, comme je l'avais fait moi-même, que le sol était recouvert d'éboulis assez volumineux, et qu'il n'existait pas de galerie pénétrable. La profondeur totale du gouffre de Rouge-Terre est d'environ 45 mètres : les eaux qui s'infiltrent dans cette cavité et dans les diaclases voisines correspondent, sans aucun doute, au ruisseau souterrain qui vient former la résurgence au-dessous du village, dans le Bajocien, mais il n'existe aucune perte superficielle dans laquelle on puisse effectuer une expérience de coloration et le gouffre lui-même ne donne accès direct, ni sur le cours d'eau souterrain, ni sur aucun de ses affluents.

La résurgence de Fondremand est très gravement contaminée par les eaux d'infiltration du village.

En aval de Fondremand, sur la rive droite du ruisseau, existent deux petites grottes creusées dans le Bajocien.

La première, dont l'entrée est extrêmement étroite, ne mesure qu'une quinzaine de mètres de longueur.

La seconde a une ouverture de 4 à 5 mètres de large sur $1^{m}50$ de haut : elle présente au fond trois petites galeries; l'une d'elles aboutit à une petite vasque d'eau derrière laquelle le passage se rétrécit au point qu'il devient matériellement impossible de

pénétrer plus profondément ; le point le plus profond est à une soixantaine de mètres de l'entrée, les autres petites galeries latérales sont encore moins importantes. En temps de grandes eaux, cette petite grotte forme une résurgence assez puissante.

Gouffre de la Baume, à la Grange Vallière, près Trésilley. — Dans une première expédition, nous avions reconnu la position du grand entonnoir-gouffre qui s'ouvre près de la Grange-Vallière, dans l'Oxfordien. Cet entonnoir absorbe les eaux d'un

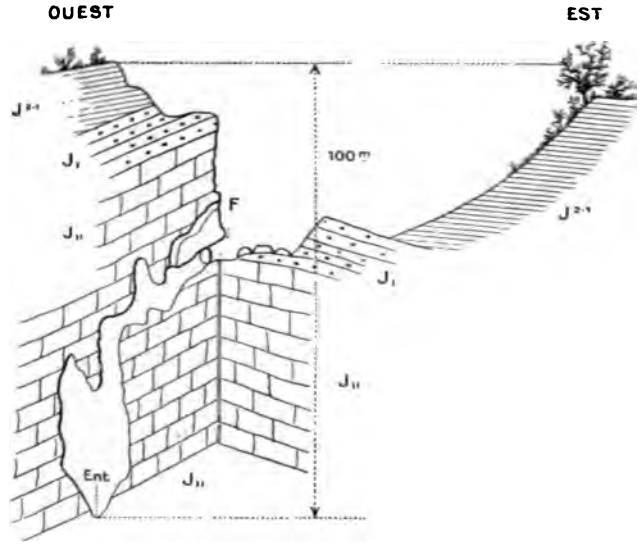


Fig. 1.

Coupe du Gouffre de la Baume de Trésilley près Grange Vallière.

J²⁻¹ Marnes oxfordiennes. J, Bathonien supérieur. J, Bathonien moyen. F, Faille.

petit ruisseau qui est à sec pendant les périodes de grande sécheresse. On descend, sans difficultés, sur les pentes marneuses de l'Oxfordien, puis on rencontre un petit ressaut correspondant au Bathonien supérieur et l'on arrive au bord du gouffre proprement dit, qui s'ouvre dans le Bathonien moyen. Lors de la première excursion, il nous avait été impossible d'atteindre le fond du gouffre, car nous n'étions pas assez nombreux pour pouvoir tenter la descente du dernier escarpement. Dans une seconde expédition, nous descendîmes accompagné de M. Magnin de Moncey et de M. Bervillers et de deux habitants du pays. Je m'attachai et me laissai glisser à côté de la petite cascade que forme le ruisseau en se précipitant dans le gouffre et vins atterrir

sur un éboulis en pente très forte, le long duquel il me fut possible de descendre jusqu'à la partie la plus profonde, située à une centaine de mètres de la surface. Les eaux du ruisselet se perdent là dans une sorte d'entonnoir au fond duquel nous avons pu recueillir un grand nombre de galets calcaires, très régulièrement arrondis, témoins de l'intensité de l'érosion mécanique. Les parties supérieures du gouffre témoignent au contraire d'une corrosion beaucoup plus active que l'érosion mécanique : les angles y sont extrêmement aigus, tandis qu'au fond les parois sont polies.

Il serait prématuré de faire des hypothèses sur la résurgence probable des eaux, les résurgences les plus voisines étant le plus souvent à la limite entre les marnes oxfordiennes et le Rauracien, tandis que le gouffre est dans le Bathonien moyen : je n'ai pas de données assez exactes sur l'altitude du fond et celle des résurgences les plus voisines pour pouvoir rien affirmer d'une façon absolue, mais mon impression est que ces résurgences sont *plus élevées que le fond du gouffre*, il faudrait donc rechercher la résurgence beaucoup plus loin.

La faille dans laquelle est creusé le gouffre de la Baume, met en contact le Bathonien et l'Oxfordien (fig. 1). Il paraît probable que les eaux souterraines empruntent, pendant un certain temps au moins, le parcours de cette faille.

Environs de Rioz. — Dans les bois entre Rioz et Montarlot, nous avons encore exploré plusieurs cavités toutes creusées dans le Bathonien moyen et qui offrent un intérêt tout particulier par ce fait que quatre d'entre elles donnent accès sur un petit cours d'eau souterrain dont la résurgence forme une des sources du ruisseau de Buthier.

Dans une première excursion, faite en compagnie de M. Magnin de Moncey, de plusieurs étudiants et d'un jeune homme de Rioz, nous descendîmes dans la diaclase du *bois Guibard*, qui mesure environ 30 mètres de profondeur, et où nous nous trouvâmes en présence d'un cours d'eau souterrain ; n'ayant pas, ce jour-là, un matériel d'exploration suffisant, nous dûmes nous borner à reconnaître l'emplacement d'un autre gouffre, le Creux Fiot, de la source des Ermites, et d'un trou voisin, dans lequel on retrouve encore le cours d'eau.

Dans une seconde expédition, munis cette fois du bateau démontable, nous redescendons dans la diaclase du Bois Guibard; malheureusement, la galerie est en amont trop étroite pour qu'on puisse y introduire le bateau, et, en aval, le cours d'eau filtre dans des éboulis. Grâce à la lumière du magnésium, nous avons pu néanmoins nous rendre compte que le cours d'eau est rendu impénétrable, à quelques mètres seulement, par une voûte plongeante.

Nous descendons ensuite dans le Creux Fiot (25 m. de profondeur), nous retrouvons le cours d'eau, filtrant en amont et en aval sur des éboulis. Nous visitons la *Chambre à Lillot*, petite grotte-gouffre, d'une profondeur de 15 mètres environ, sans cours d'eau souterrain.

Nous essayons en vain de pénétrer dans la *source de l'Ermite*, qui est siphonnée, puis dans *le creux sans nom*, qui s'ouvre au sud; les eaux avaient bien baissé depuis notre dernière visite, mais la galerie se trouvant encore trop étroite pour le bateau, nous nous

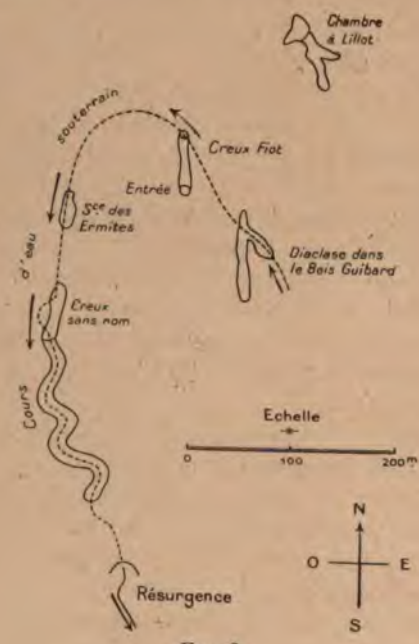


FIG. 2.

SCHÉMA D'UN COURS D'EAU SOUTERRAIN, ENTRE RIOZ ET MONTARLOT.

engageons, dans l'eau jusqu'à la ceinture, dans la galerie d'aval. Cette galerie est très sinueuse, l'eau y est parfois assez profonde, mais nous poursuivons l'exploration quand même. A 350 mètres environ de l'entrée, nous sommes arrêtés par une voûte plongeante. Nous n'étions qu'à quelques mètres de la résurgence, car l'eau que nous avions troublée en marchant dans la boue du ruisseau ressortit, au bout de quelques instants seulement, à la résurgence.

En résumé, depuis la diaclase du bois Guibard jusqu'à la résurgence, le parcours souterrain du ruisseau est d'au moins 1 km. 1/2, dont 350 mètres de galerie explorable en sécheresse. Ce parcours est exactement jalonné par quatre diaclases ou gouffres.

II. — ZONE DES AVANT-MONTS ET DES PLATEAUX OCCIDENTAUX

Environs de Roulans. — Nous avons déjà signalé, dans nos deux dernières campagnes (nº 33, pp. 9 et 30 ; nº 40, pp. 10, 11) l'existence de gouffres importants aux environs de Roulans, mais nous n'avions pas eu jusqu'ici le loisir de les explorer. En février 1905 M. Louis Busson, fils de l'instituteur de Villers-Grelot, attirait de nouveau notre attention sur ces cavités. Après avoir effectué de nouveau, en compagnie de cinq jeunes gens du pays, l'exploration du gouffre de *Breconchaux les Ecouvottes* que l'on appelle aussi gouffre de *Pont Rougy* et que nous avons décrit ici même (3e campagne, nº27, p. 21), M. Louis Busson nous signalait encore, dans la même région, le gouffre du *Pont-Martin* et les précipices du *Chenot*.

Je lui laisse ici la parole pour décrire le gouffre du *Pont-Martin* :

« Un autre puits (le Pont-Martin) qui s'ouvre dans la roche et « dont la galerie, en partie comblée, descend à 40 ou 50 mètres du « sol et est formé par une fissure verticale de la roche, comme au « Pont Rougy ; ces fissures sont dans le prolongement l'une de « l'autre et, entre les deux gouffres, on ne peut faire plus de « 50 mètres sans rencontrer de profondes dépressions ou laizines. « D'ailleurs tout le pays est crevassé..., les sources sont très « rares ; Villers-Grelot, Breconchaux, l'Ecouvotte, etc., en séche- « resse, manquent complètement d'eau. »

D'après ces renseignements il paraît donc que le Pont-Martin fasse partie du même système de cavités que la grotte-gouffre de Breconchaux (Pont-Rougy). M. Busson ajoutait en outre les renseignements suivants relatifs aux gouffres du *Chenot* près Roulans :

« Je viens de visiter les trois précipices du Chenot ; l'un est « une grande caverne où l'on remarque de nombreux ossements... « dans cette caverne existent, m'a assuré un habitant du pays, « trois puits que l'on n'a pas sondés (*Caverne du Grand Sibiot*). « A 100 mètres plus à l'O.-N.-O. s'ouvre au ras du sol un puits « très profond ; comme on l'avait rebouché de branches par pré- « caution et que la neige couvrait le terrain, je n'ai pu le décou- « vrir. Sans tenir compte des récits fabuleux sur sa profondeur, « j'ai recueilli quelques renseignements ; l'orifice est très étroit, « néanmoins un homme de bonne corpulence peut y passer ; l'à- « pic conduit à un talus de pierre que l'on distingue, paraît-il, de « la surface (*Gouffre du Petit Sibiot ou gouffre Busson*). A 1 kilo- « mètre : le puits d'*Entrepigney ou du Caire*, sur lequel je n'ai « aucun détail et qui paraît important. »

Le 4 mars, M. Louis Busson précisait encore ses renseignements comme il suit :

« Dimanche 26 février nous avions résolu d'explorer ou du « moins de sonder le gouffre du *Caïre* (bois d'Entrepigney) situé « entre le Chenot, les Trouillets et Douvot ; j'avais reconnu le « puits et mesuré la longueur de corde nécessaire pour atteindre la « plate-forme. Dans une fissure de rocher, nous avait dit M. Thiel- « lement, de Breconchaux, est l'entrée d'une grotte dans laquelle « s'ouvre un puits *effrayant* où il n'avait osé descendre. On assu- « rait : 1° qu'il y avait de l'eau au fond du puits : pour les uns,

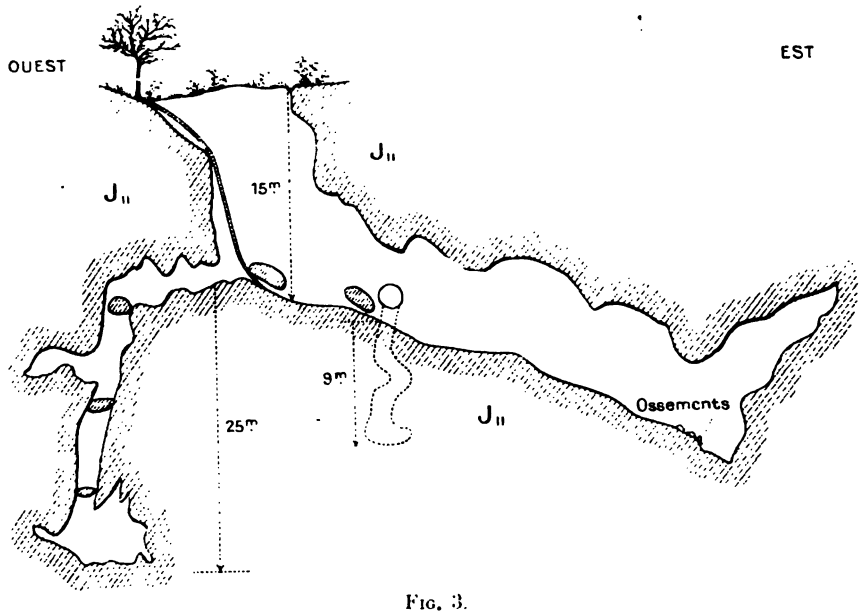


Fig. 3.
Gouffre du Caire.

« cette eau était l'eau du Doubs, pour les autres l'eau de la source « de Douvot, soit un puits de près de 200 mètres en perspective. »

« Donc, le dimanche 26 février, Desmoulin Alphonse, Desmoulin « Delphin, Jeanney Louis, et moi, munis de cordes et de cordeaux « de sondage, descendaient dans le premier puits, d'une profondeur « de 15 mètres. En descendant sur le talus d'éboulis, nous aboutis- « sons à un cul-de-sac transformé en charnier... à gauche, une « excavation, sorte de petite grotte se bifurquant et, dans la « bifurcation de droite, un puits qui nous donne au sondage « 9 mètres et qui reste inexploré. »

Au-dessous de l'escarpement formant l'entrée, s'ouvre dans la paroi orientale du gouffre une grotte :

« Un ressaut de 4 ou 5 mètres nous fait aboutir dans une « galerie qui s'élargit, montrant de belles stalactites ; nous nous « arrêtons et nous jetons des pierres en bas du ressaut : effective- « ment il y a un double puits. Nous sondons : 15 mètres. » Le puits est très étroit, encombré par des blocs qui avaient arrêté la corde de sondage : à 23 mètres, M. Busson atteignit le fond.

Au *petit Sibiot* un sondage, fait à la même époque par M. Busson, donnait 8 mètres à la première plate-forme Il me signalait en même temps, à l'intersection du territoire du Val de Roulans et de Breconchaux et du bois de la Baume, un puits, nommé l'*Abîme*, assez analogue, dit-on, au Pont-Rougy.

En présence de ces très intéressants renseignements, une exploration de toutes ces cavités s'imposait.

Munis d'une partie du matériel, nous explorons d'abord le *gouffre du Caire*, où je descends en compagnie de MM. Magnin, de Moncey et Louys. Nous vérifions l'exactitude des renseignements fournis par M. Busson et nous descendons dans le puits de 9 mètres qui était resté inexploré, ce puits est très étroit et n'aboutit dans aucune galerie ; quant au deuxième puits, il mesure en effet 23 mètres et se termine par des éboulis. La profondeur totale du gouffre, au point le plus profond, est donc d'environ 45 mètres. La figure 3 représente une coupe schématique de ce gouffre.

Nous allons ensuite visiter le gouffre du *Petit Sibiot* et nous descendons sur la plate-forme. Nous nous trouvons en présence d'un gouffre très profond et dont la descente présentait, dans l'état actuel des lieux, de grands dangers, étant donné la présence d'éboulis très instables. Nous jugeâmes prudent, étant donnée l'heure avancée, de remettre l'exploration complète à une autre excursion, de façon à avoir le temps de déblayer les éboulis. Mais, de l'autre côté de la plate-forme sur laquelle nous étions descendus, s'ouvrait une galerie d'accès facile dont nous fîmes immédiatement l'exploration. Cette galerie, qui mesure une cinquantaine de mètres de longueur, se termine par une petite fissure, impénétrable à l'homme, mais qui communique avec l'extérieur. Le sol de cette galerie est encombré, en plusieurs points, de gros blocs éboulés et orné de superbes stalagmites dont plusieurs ont été malheureusement brisées après notre exploration. L'une d'elles, qui était véritablement remarquable par sa blancheur et son élégance, ne mesurait pas moins de 2^{m} 50 de haut ; les plus belles stalactites ayant été brisées, cette galerie n'offre plus aujourd'hui aucun intérêt.

Dans une seconde excursion, après avoir élargi l'orifice et après être descendu, en compagnie de M. Busson et de plusieurs étudiants, sur la plate-forme, nous commençons à déblayer les éboulis.

M. Busson descend ensuite; après un escarpement vertical d'une vingtaine de mètres, il rencontre une pente plus douce et arrive enfin au fond du gouffre, à une centaine de mètres de profondeur.

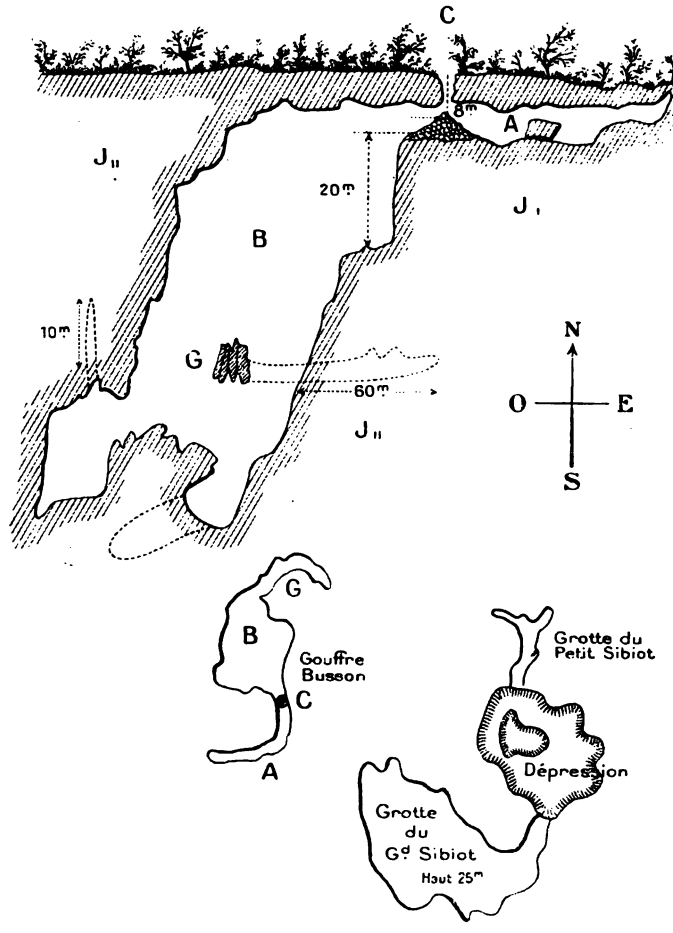


Fig. 4.
Gouffre Busson et Grottes du Sibiot.

A une assez grande hauteur au-dessus du fond du gouffre, s'ouvre une petite grotte G, d'une soixantaine de mètres de profondeur, remarquable par la beauté de ses stalactites. Afin d'éviter la confusion qui pourrait se produire entre ce gouffre et la grotte du Petit Sibiot, qui est voisine, nous proposons de lui donner le nom de **Gouffre Busson**, en l'honneur du jeune spéléologue qui, le premier, en a achevé l'exploration.

Les *Grottes du Grand et du Petit Sibiot* qui s'ouvrent non loin de là sont de peu d'importance, nous les avons figurées sur le petit plan de la figure 4, afin d'indiquer leur position par rapport au gouffre.

Toutes ces cavités sont creusées dans le Bathonien moyen.

Environs de Saint-Ferjeux. — Un de nos élèves, M. Bervillers, a exploré, près de Saint-Ferjeux, une petite grotte présentant deux orifices. L'une des galeries de cette grotte a une soixantaine de mètres, l'autre 35; dans la galerie de droite, existe un petit gouffre de 15 mètres de profondeur, qui ne donne accès dans aucune galerie.

Environs de Marchaux. — *Creux des Épaisses.* Près de Marchaux, s'ouvre, dans le Bathonien moyen, un gouffre qui avait, comme toujours, la réputation d'être insondable. La Municipalité en a fait fermer l'entrée par une porte en fer, non, comme on pourrait le croire, pour empêcher qu'on y jette du bétail, *mais, au contraire, pour tirer un revenu de celui qu'on venait y conduire.* Chaque fois qu'un propriétaire avait à se défaire d'une bête morte, *on lui confiait la clef moyennant une certaine redevance!* Depuis quelques années, les cultivateurs, lassés de payer la dite redevance, ont brisé la porte. Nous sommes descendus au fond de ce gouffre, qui n'a qu'une quinzaine de mètres de profondeur; c'est un *affreux charnier*, dans lequel sont accumulés *des centaines de squelettes de bétail*; au moment où nous y sommes descendus, il y avait encore un chien en pleine putréfaction.

Nous avons encore exploré à Marchaux l'*entonnoir du Moulin*, perte du *ruisseau des près*, connu aussi sous le nom de *Goule des Combottes*. Pour explorer cet entonnoir, nous sommes descendus sous la roue du Moulin. A une quinzaine de mètres de la surface du sol, dans une étroite diaclase, dans laquelle nous recevions sur la tête toute l'eau ruisselant des parois, nous avons été arrêtés par une voûte plongeante. Étant donné l'exiguité de la diaclase, je ne crois pas qu'elle soit pénétrable plus avant, même en temps de très grande sécheresse.

Localités diverses. — A *Issans* nous avons eu à examiner plusieurs sources : l'une d'elles, qui a été pour cette raison éliminée, provient en partie des infiltrations du ruisseau, comme je l'ai démontré par une expérience de coloration. A *Voillans*, j'ai pu, à l'aide de la sonde portative, déterminer très exactement le parcours d'un petit cours d'eau souterrain circulant à la limite entre les marnes du Lias supérieur et les produits de décalcifica-

tion de surface. Des fouilles exécutées aux points de sondage ont mis à nu le cours d'eau, des expériences de coloration ont démontré sa continuité. Le cours d'eau se perd dans un entonnoir dans le Bajocien et *ne va pas* reparaître dans la vallée du ruisseau de Voillans. Ce ruisseau, comme nous l'avons déjà dit (6e campagne, page 11), est alimenté en partie par le *Bief-d'Anthère*. Nous avons trouvé un second apport venant du ruisseau de *l'ancien moulin de Voillans* et dont nous avons vérifié la communication à l'aide d'une expérience de coloration.

III. — ZONE DES GRANDS PLATEAUX

Localités diverses. — *A Echay*, près Quingey, une fouille faite dans le Bathonien supérieur a recoupé un petit cours d'eau souterrain, circulant dans un joint de stratification de 4 à 5 centimètres de hauteur : nous avons trouvé, dans les eaux de ce petit ruisselet, des *Niphargus Virei* décolorés et aveugles.

A *Chenecey*, près du hameau des Granges Mathieu, on m'a signalé un gouffre qui serait important et renfermerait un cours d'eau (?) ; je n'ai pas encore eu le loisir de l'explorer.

A *Ouhans* existe un gouffre très profond qui a été rebouché par une voûte en maçonnerie ; l'exploration de ce gouffre serait extrêmement intéressante, car il communique très probablement avec un des apports souterrains alimentant la source de la Loue.

Aménagements. — Au *Puits de Poudrey*, près Étalans, les travaux d'aménagement, exécutés avec l'appui de la Société d'Histoire naturelle et du Club alpin et le concours de quelques généreux donateurs, ont été inaugurés par les deux sociétés le 13 novembre 1904. Les travaux consistent en une échelle métallique de 7 mètres et un escalier de 100 marches avec une chaîne guide fixée à l'aide de crampons dans la paroi. La grande salle (100 mètres de diamètre et 50 mètres de hauteur) avait été brillamment illuminée pour la circonstance et une centaine de visiteurs sont venus admirer ce spectacle réellement féerique.

La *Grotte du Pontet* et celle de *Baume Archée*, près Mouthier, ont été aussi *aménagées* ces dernières années et reliées par une passerelle sur la Loue, qui permet de visiter dans une même excursion ces deux grottes et celle des *Faux Monnayeurs*. Pour que l'aménagement soit parfait, il ne reste qu'à établir un bon

sentier sur la rive droite de la Loue, entre le Pontet et la Passerelle, celui qu'on avait tenté d'établir ayant été enlevé par les grandes eaux.

Gouffre d'Anteuil. — A Anteuil, près Clerval, un gouffre important s'est ouvert en avril 1904. La presse locale enregistrait dans les termes suivants l'apparition de cette nouvelle cavité :

« **Avis aux spéléologues.** — Il y a quelques semaines, s'est « produit un phénomène assez commun dans les terrains juras- « siques.

« Un ravin, d'une profondeur encore problématique, s'est subi- « tement creusé au lieu dit Renchenot, sur le territoire de la com- « mune, au pied des pentes du Lomont.

« L'ouverture de cet entonnoir, sensiblement ovale, mesure cinq « mètres dans son plus grand diamètre.

« A trente pieds de profondeur, jusqu'à l'endroit où plonge le « regard, s'est arrêtée une masse de terre et de racines formant « pont.

« Cette sorte de plate-forme glisse insensiblement, laissant, du « côté de la paroi sud, une ouverture assez étroite par où les curieux « lancent force moellons pour essayer de sonder la profondeur de « l'abîme.

« Les cailloux paraissent tomber dans un réservoir souterrain « et l'écho sonore qu'ils produisent fait supposer une grotte d'un « volume fort considérable.

« Voilà une excellente occasion pour les spécialistes d'explorer « cette curiosité naturelle qui leur réserve peut-être des décou- « vertes intéressantes. »

(*Dépêche Républicaine*, 3 mai 1905.)

Dès le 21 mai, nous arrivons à Anteuil, muni d'une partie de notre matériel. Le gouffre s'ouvre dans le Bathonien supérieur et ne tarde pas à s'enfoncer dans le Bathonien moyen ; il débute par un entonnoir profond d'une dizaine de mètres et dont les parois sont formées en grande partie d'argile de décalcification ; le fond de ce premier entonnoir est constitué par des rocs éboulés mélangés d'argile et de branches d'arbres et par conséquent très instable ; il ne serait pas prudent de rester au fond de cet entonnoir sans être attaché. Sous la paroi méridionale de l'entonnoir, les éboulis s'enfoncent, laissant entre la roche et eux un étroit espace que nous ne tardons pas à élargir en poussant devant nous les éboulis qui s'effondrent avec un bruit sinistre dans le gouffre. Après avoir passé plus de deux heures à déblayer 5 à 6 mètres cubes d'éboulis, nous sommes obligés de renoncer, pour le moment,

à descendre plus bas, car les éboulis sont toujours aussi instables, et il se détache à chaque instant des blocs, dont le moindre écraserait fatalement celui qui serait assez téméraire pour tenter la descente dans de pareilles conditions.

Aussi, nous décidons-nous à revenir à la charge dans une seconde excursion, en nous munissant d'explosifs pour faire sauter cette malencontreuse plate-forme d'éboulis. Le 7 juillet, après nous être assuré le concours d'un bon ouvrier mineur, nous retournons au gouffre. Une première charge de poudre fuse à travers les éboulis sans donner de résultat; j'ai alors l'idée de comprimer la poudre dans une bouteille, nous recommençons notre mine et, cette fois, une grande partie de la plate-forme s'effondre.

Il nous fallut attendre plus d'une heure pour descendre dans le gouffre, car la fumée épaisse produite par l'explosion ne se dissipait que très lentement. Enfin, nous voici sur le reste de la plate-forme, suspendu au-dessus du gouffre, nous déblayons encore une quantité considérable d'éboulis, mais hélas, nous avions beau faire tomber des blocs instables, il en reste toujours de plus en plus gros et de plus en plus dangereux; nous arrivons seulement à descendre quelques mètres plus bas, mais les blocs dégringolent de plus belle : impossible de descendre quelques mètres de plus sans se faire infailliblement assommer. Nous éclairons le gouffre au magnésium, et nous pouvons constater qu'il existe en bas un talus d'éboulis formant plage, et baigné par de l'eau qui paraît stagnante; la sonde donne, comme profondeur totale, 57 mètres, et il ne semble pas qu'il existe au fond de galerie ; il serait pourtant téméraire de l'affirmer d'une façon absolue, mais ce qui rend cette hypothèse très vraisemblable, c'est l'absence de courant d'air, la lenteur avec laquelle la fumée s'est dissipée, et l'absence de grandes résurgences dans les vallées voisines. On ne pourra effectuer la descente de ce gouffre que dans quelques années, lorsque les blocs instables seront tous tombés au fond, ce qu'il serait difficile de produire artificiellement d'une façon complète, car, si les explosions font tomber un grand nombre de blocs, elles en ébranlent d'autres et les rendent instables.

Enfin, même en admettant qu'il puisse exister un cours d'eau dans le gouffre, il faut renoncer à essayer de l'utiliser, comme quelques-uns l'avaient pensé, pour l'alimentation d'Anteuil, car le fond du gouffre est 64 mètres plus bas que le pied de l'église.

Renseignements divers. — A *Adam les Passavant* nous avons reconnu l'emplacement du Puits d'Adam, gouffre dont la descente paraît très facile et intéressante, nous avons l'intention de l'explorer sous peu.

A *Surmont*, une coloration faite dans la source du Fresne est allée ressortir à 300 mètres en aval.

A *Noirefontaine*, une coloration faite à 1 kilomètre environ en amont des captages actuels, dans le ravin montant à l'est de la vallée du Doubs vers le bois de Tillenay, est venue ressortir le lendemain dans les captages et les fontaines alimentant le village (Grande Fontaine).

Près de *Lisle-sur-le-Doubs*, des fouilles entreprises pour recouper une des dépendances du cours d'eau souterrain de Rang, ont mis à jour, dans les argiles de décalcification remplissant l'entonnoir, de superbes fragments de défenses d'*Elephas primigenius*.

A *Bélhoncourt* nous avons exploré complètement la fameuse *Beune Vernier*; c'est une galerie insignifiante de 50 mètres de longueur à peine et extrêmement étroite. Près de là, le Puits de l'Herber est une résurgence impénétrable.

IV. — HAUTE CHAINE ET RÉGION PLISSÉE TRANSVERSALE

Environs de Déservillers. — Près de Déservillers, nous avions déjà signalé le *Creux de la Vieille-folle*, où nous avions été arrêtés par un niveau d'eau (V. 5e campagne, n° 33, p. 24). Nous avons recommencé l'exploration, munis cette fois du bateau Osgood. Nous nous engageons dans la galerie; malheureusement, le bateau en mauvais état prend l'eau, nous revenons à terre pour le renflouer. M. Bervillers tente encore d'avancer sur le bateau dans la galerie. A peine a-t-il fait une quinzaine de mètres que, par suite d'un faux mouvement, le bateau prend l'eau et coule à pic dans 5 ou 6 mètres d'eau au moins. Nous avions pris la précaution de faire attacher M. Bervillers et nous le ramenons sans encombre. Avant le naufrage, en allumant du magnésium, M. Bervillers avait pu constater qu'en l'état actuel des eaux on était arrêté par une voûte qui ne laissait entre l'eau et elle qu'un espace tout à fait insuffisant pour passer; l'exploration ne pourrait être poussée plus loin que par une sécheresse exceptionnelle.

Nous allons ensuite explorer le *gouffre de Jérusalem* creusé dans le Portlandien, non loin de la ferme de la Broche. L'aspect de l'entrée est grandiose : c'est une sorte de gouffre-grotte dans lequel vient s'engloutir en grandes eaux un ruisselet. MM. Magnin de Moncey, Pichon, Louys et moi commençons la descente; le premier à-pic n'a qu'une dizaine de mètres et aboutit à une plateforme assez large, au-dessous de laquelle le gouffre descend pres-

que à pic, puis on accède à une seconde plate-forme de 4 à 5 mètres, entourée de parois polies par les eaux ; à droite une galerie descend très rapidement, dans une sorte de diaclase étroite et assez difficile qui se termine sur le bord d'un gouffre à parois en surplomb d'une dizaine de mètres de profondeur, au fond duquel on arrive dans une vaste galerie sinueuse ; le fond est à une soixantaine de mètres de l'entrée en verticale. N'étant pas assez nombreux et l'heure étant trop avancée, nous avons dû renoncer, pour le moment, à explorer la galerie qui ne paraît présenter

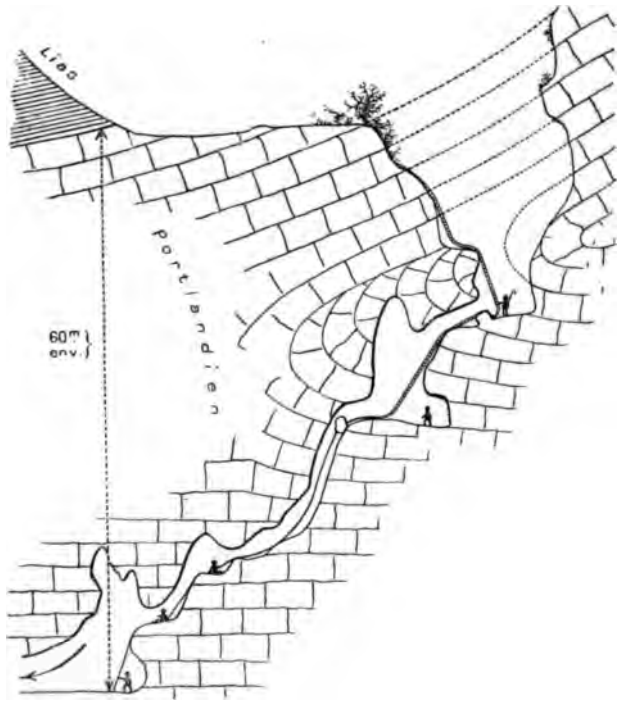


Fig. 5.

aucune difficulté et qui promet d'être très intéressante, car elle est large, très élevée et parcourue en grandes eaux par un ruisseau. La partie de la galerie que nous avons pu voir se dirige vers le sud et va par conséquent passer sous le Lias, qui se trouve à la surface en contact avec le Portlandien, ce qui vient confirmer ce que nous avons déjà dit ici même sur le renversement du Lias sur le Portlandien, dans la grotte des Biefs Boussets[1]. Ici, comme aux Biefs Boussets, le Portlandien est en synclinal, ainsi qu'on le voit très bien près de l'entrée du gouffre (*fig. 5*).

(1) *Spelunca*, n° 31, p. 21 et *Bull.* S G F (4), IV, p 508.

L'exploration de la galerie de Jérusalem que nous avons l'intention de terminer dès que nous en aurons le loisir, promet d'être des plus intéressantes. Il n'est pas douteux pour nous, que les eaux absorbées par le gouffre de Jérusalem aillent rejoindre celle des *Biefs Boussets* et de la *Vieille Folle*, et par conséquent, ressortir au Bief de Verneau, près Nans sous Sainte-Anne.

Divers. — A *Courvière*, la fontaine Saint-Martin est une exsurgence alimentée par des diaclases du Kimméridgien; nous avons pu, en dégageant une de ces diaclases, retrouver, à 200 mètres seulement de profondeur, le filet principal alimentant la source et nous l'avons coloré à la fluorescéine : la coloration réapparaissait quelques minutes après à la source.

Près de la *Planée*, une source, que la commune de *Vaux* se propose de capter pour son alimentation, se perd dans le Portlandien pour aller ressortir plus en aval.

A *Longemaison*, nous avons coloré sans résultat les pertes d'un ruisseau qui s'écoule à 1 kilomètre environ du S.-O. du village : il paraît très vraisemblable que ces eaux aillent ressortir dans une des *sources des Seignes* (commune de Passonfontaine)

A *Montbenoit*, nous avons refait l'exploration de la *grotte du Trésor*; dans la galerie médiane, l'eau de la vasque terminale avait beaucoup baissé, et nous avons pu nous assurer que si elle baissait encore de quelques centimètres, on pourrait accéder dans une nouvelle galerie, cette exploration est donc à recommencer par une grande sécheresse.

Dans la vallée de la *Reverotte*, M. Charles Rémond nous signale une excavation « sur le bord du chemin qui, traversant le bois de « Fonteny, va de Loray à la Sommette, à 2 ou 300 mètres du « pont du côté de la Sommette. Ce petit gouffre se trouve sensi- « blement sur une ligne droite menée de Plaimbois à la Sommette, « l'ouverture est étroite et on aperçoit au fond des pierres qui « semblent avoir été lavées par les eaux. » Nous n'avons pas encore exploré ce petit gouffre.

Environs de Saint-Julien du Dessoubre. — Près de *Saint-Julien du Russey* ou du Dessoubre, M. Rochet nous avait indiqué une grotte dite *Grotte de Saint-Julien*, creusée dans les escarpements Rauraciens qui dominent la vallée du Dessoubre, derrière le Mont Olivet, en face du Mont de Vonguey. L'entrée, qui s'ouvre dans un escarpement à environ 800 mètres d'altitude, était d'accès difficile. A l'aide de fortes branches, on a installé une sorte

d'échafaudage malheureusement peu solide, qui permet d'y pénétrer facilement. Cette grotte est surtout intéressante par la situation pittoresque de son entrée, elle donne accès dans une galerie unique qui conduit dans une petite salle où existent quelques stalactites. Le tout ne dépasse pas 60 mètres de longueur. Il serait pourtant désirable que la passerelle que l'on a construite soit remise en état, car, telle qu'elle est actuellement, elle pourrait occasionner des accidents.

Plus à l'Ouest, la *Grotte des Sarrasins* s'ouvre dans un banc calcaire, à 710 mètres d'altitude; elle débute par une galerie peu élevée, qui descend ensuite dans une espèce de salle, dont le fond est rempli de *Mondmilch*, forme pâteuse de carbonate de chaux, analogue à celui des stalagmites, mais absolument mou, plastique et saturé d'eau. Le *Mondmilch* est assez répandu dans les cavernes franc-comtoises, nous l'avions déjà signalé dans le *gouffre de Château-les-Prés* (Jura) (4e campagne), mais ici il est d'une pureté et d'une beauté remarquables.

Le *Gouffre du Terrail*, près Saint-Julien, avait été rebouché par de grosses pierres, nous l'avons débouché et nous avons pu nous rendre compte, par un sondage, qu'il avait 28 mètres de profondeur, mais l'exploration était actuellement impossible, à cause de l'instabilité des blocs; nous ne croyons pas néanmoins qu'il présente de galeries latérales.

On nous signale encore dans les environs de Saint-Julien la *Baume de l'Autrot*, ou *Laudrot*, qui aurait 120 à 130 mètres, et qui forme une galerie en pente très rapide, presque verticale; elle a été complètement explorée par des gens du pays, et son entrée est rebouchée.

Dans le *bois Cadet*, la *Roche pleureuse* est un gouffre-grotte de 25 mètres de profondeur, ne donnant accès dans aucune galerie.

La petite grotte de la *Peignette* (50 m. de long) n'offre aucun intérêt. Au N.-O. de *Frambouhans*, dans une carrière située à droite de la route de Frambouhans à Saint-Julien, s'ouvre, dans l'Astartien, un gouffre dont l'ouverture a été recouverte d'une dalle; nous avons pu constater que sa profondeur n'était que d'une vingtaine de mètres, il a été exploré et ne présente pas de galeries souterraines.

Haute chaîne suisse. — Nous ne ferons que citer pour mémoire notre visite aux gorges de *la Reuse* (Jura Neufchâtelois), qui sont actuellement complètement aménagées. Ce superbe cañon est trop connu pour qu'il soit nécessaire de le décrire ici.

V. — JURA

Grotte des Planches. — M. Fr. Hétier, qui est retourné explorer la grotte des Planches, après notre dernière visite (6e camp., n° 40, p. 17) nous communique au sujet de ses nouvelles investigations les intéressants renseignements suivants :

« Une nouvelle exploration de la source s'imposait, à mon avis ; « dans ce but, j'avais aménagé les parties difficiles, de sorte que « maintenant, en une heure aller et retour, on peut visiter le lit « actuel et l'ancien lit à pied sec... »

« Il existe aussi une galerie qui, selon toute apparence, conduirait au-delà de la source ; pour en être certain, il faudrait « relever le plan exact des galeries. »

« La grande crevasse de la voûte aboutit à une chambre préhistorique que j'ai fouillée pendant une nuit. »

M. Fr. Hétier a découvert dans cette partie de la grotte un grand vase, une mâchoire, une vertèbre humaine et des fragments de charbon, et il ajoute : « Ce qui est du plus vif intérêt pour moi, « c'est une issue de cette chambre au milieu des éboulis qui « surmontent l'ouverture de la grotte : les habitants de cette « caverne devaient évidemment pénétrer par là. »

M. Fr. Hétier a trouvé en abondance, dans les eaux de la galerie souterraine, le *Niphargus Virei*. Comme on le voit, il reste peut-être encore bien des points à étudier dans cette magnifique *Grotte des Planches*, et il serait très désirable qu'elle soit aménagée de façon à être accessible même en temps de grandes eaux ; la découverte d'une issue supérieure rend cet aménagement beaucoup plus facile (1).

Près *de Pupillin*, nous avons visité encore une petite grotte, à gauche de la route, près du sommet de la côte en venant d'Arbois. Cette grotte, creusée dans le Bathonien, est peu importante ; au-dessous se trouvent des sources assez abondantes. M. Fr. Hétier nous signale encore *la grande Doue* de Pupillin, qui serait une grotte importante.

Divers. — Près de *Graye et Charnay*, la *Grotte sous la Roche*, indiquée sur la carte de l'État-major (Feuille de Saint-Claude), est creusée dans le Rauracien ; c'est une galerie unique d'une centaine de mètres de longueur. Au-dessous, dans les éboulis, jaillit une

(1) M. Reverchon a consacré dans le *Cosmos* du 2 décembre 1905, p. 625, un très intéressant article à la Grotte des Planches et aux découvertes préhistoriques qui y ont été faites.

source importante que la commune se propose de capter pour assurer son alimentation. A *Revigny*, au-dessus de la source de *Rochechien*, dans les escarpements Bajociens, existent *trois petites grottes*, deux d'entre elles communiquent entre elles. Elles sont d'une exploration facile et sont bien connues des touristes Lédoniens : la plus longue mesure une soixantaine de mètres de longueur. Nous avons exécuté sur le plateau de *Publy* des expériences de coloration, en vue de nous assurer de l'origine de la source de Rochechien, qui est une exsurgence; les expériences ont donné un résultat négatif, ce qui concorde ainsi avec les données fournies par les analyses de la source de Rochechien, qui a été trouvée excellente.

Près de *Salins*, les captages exécutés à la source de Velet donneront, lorsqu'ils seront terminés, d'excellents résultats et le débit des sources sera très notablement augmenté. Une série d'expériences de coloration, exécutées par MM. Barbet, ingénieur, Cornu, pharmacien, et moi, expériences accompagnées ou précédées de sondages, ont permis de définir d'une façon très complète les zones d'alimentation des sources de Velet et de Beaucul. Celles de Velet, à elles seules, paraissent suffisantes pour alimenter Salins.

Citons encore, comme exsurgences intéressantes étudiées par nous dans le Jura, celles de *Quintigny* dans le Bajocien (*Sources des Bauches*), *Frazoz* dans le Valanginien, et *Dramelay* dans le Rauracien.

A *Mathenay*, une importante résurgence, située à environ 500 mètres du village à gauche de la route d'Arbois à Mathenay, est contaminée par les entonnoirs du plateau; nous avons prouvé la communication avec les entonnoirs des *prés Bériaux*.

Enfin, M. le Maire des *Rousses* a eu l'obligeance de nous signaler, dans les environs de sa commune, une grotte importante et jusqu'ici inexplorée :

« On pense qu'elle aboutit à un lac souterrain d'où sortirait la « froide et abondante source de *la Versoix*, à Divonne ». Nous n'avons pu encore mettre à exécution notre projet d'explorer cette intéressante cavité.

SIXIÈME LISTE COMPLÉMENTAIRE DES GROTTES, GOUFFRES, RIVIÈRES SOUTERRAINES ET RÉSURGENCES DE FRANCHE-COMTÉ (1).

Anteuil. — Gouffre du Renchenot, 57 mètres.

Le Bizot. — Petit gouffre de 6 à 7 mètres.

Bretonvillers.—Deux gouffres-grottes.

Chailluz (Forêt de). — Nouveau gouffre, dans la coupe de 1905, à 50 mètres de la route.

Champagne. — Source vauclusienne mixte, découverte par un sondage.

Chenecey. — Gouffre de *Granges Mathieu.*

Courvière. — Fontaine Saint-Martin. Exsurgence.

Crozet (Petit) — Deux gouffres importants.

Crouzet (Le). — Canton d'Amancey, grotte (importante?) ; incomplètement explorée.

Déservillers. — *Gouffre de Jérusalem*, près de la ferme de la Broche.

Echay. — Petite source avec *Niphargus*.

Fallerans. — Nouveau gouffre?

Ferjeux (Saint-). — Petites grottes avec gouffre peu profond.

Fondremand. — Puits de Rougeterre, 45 mètres. Résurgence sous le château. Petites grottes.

Frambouhans.— Petit gouffre.

Fraroz. — Source de Bellefontaine, se perd dans des entonnoirs.

Gonsans. — A la Grange du Fau. Gouffre de Champrémond.

Haute-Pierre. — Gouffre de *Derrière la roche*, en allant de la ferme de la Baraque aux Laves près de la Leschière, on l'appelle aussi puits des laves. Il renferme, paraît-il, de l'eau.

Isle sur le Doubs (***L'***). — Entonnoir dans lequel on a trouvé des débris de défense de Mammouth.

Julien du Dessoubre (***Saint-***). — Grotte de *Saint-Julien*, grotte des *Sarrasins*, gouffre du *Terrail*, Baume de *L'Autrot*, de *Roche pleureuse*, de la *Peignette*.

Lavernay. — Résurgence sous le cimetière, pertes en amont.

Lombard (Doubs). — Gouffre de Chetevey.

(1) Voir *Spelunca*, nos 21, 24, 27, 29, 33, 38, 40.

Magny-Chatelard. — Deux gouffres.

Marchaux. — Entonnoirs du Moulin, perte du Ruisseau-des-Prés, gouffre des Épaisses, Creux de la Grappe, entonnoir et diaclase.

Mathay. — Entre Mathay et Ecot, creux de la Bouloie, dans le bois.

Mathenay. — Résurgence et entonnoir des prés Bériaux.

Montbenoit. — Gouffre dans le bois.

Nans (***Les***), *près Andelot*. — Grottes.

Neufchâteau (Vosges). — Source de Noncourt. Résurgence provenant des pertes de la Meuse.

Noirefontaine. — Perte du ruisseau de Tillenay, résurgence à la Grande Fontaine.

Neuvier. — En face du val de Peseux, dans la vallée de la Barbèche, grotte de Montermenez.

Ouhans. — Gouffre rebouché.

Quintigny. — Exsurgence des Bauches.

Revigny. — Source de Rochechien et grottes.

Reverotte. — Petit gouffre.

Rioz. — Diaclase du bois Guibard, creux Fiot, source des Ermites et creux voisins, résurgence. — Chambre à Lillot.

Ronchaux. — Petit gouffre communiquant avec la résurgence, à 15 mètres de l'entrée environ.

Roulans. — Gouffres du Caire, Busson, de l'Abîme, grottes du Petit et Grand Sibiot.

Rousses (***Les***). — Grotte-gouffre.

Soye. — Nouveau gouffre?

Surmont. — Perte de la source du Fresne.

Trésilley. — Creux de la Baume (Grange Vallière).

Vallerois-le-Bois. — *Creux qui sonne*, gouffre.

Vandelans. — Puits de l'Ilote, résurgence.

Vaux-les-Près. — Grottes.

Ville-du-Pont. — Gouffres : aux Jarrons et dans le bois.

Villers-le-lac. — Grotte du creux Raisin et grotte à 500 mètres au-dessus de celle de la Toffière.

Villedieu. — Gouffre de 22 mètres de profondeur (très intéressant?) près de la ferme Caron.

Verrières. — Grotte de la Pausse.

Imprimerie Fr. Simon, succr de A. Le Roy, Rennes (753-07).

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 48. — JUIN 1907.

LES SOUTERRAINS DE SAINT-MARTIN (OISE) ET L'HYDROLOGIE DE LA CRAIE

PAR

ALBERT ET ALEXANDRE MARY

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

34, RUE DE LILLE, 34

1907

LES

SOUTERRAINS DE SAINT-MARTIN

(OISE)

ET

L'HYDROLOGIE DE LA CRAIE

Par Albert et Alexandre MARY

I. — LA COLLINE DE SAINT-MARTIN-LE-NŒUD

Le soulèvement du Bray. — Géographie physique et géologique de la colline de Saint-Martin-le-Nœud. — Allure locale du Crétacé supérieur. — Failles, lithoclases et décapitation.

Quelles sont les lois de l'infiltration dans les assises crayeuses? La théorie du captage progressif des eaux par les brisures du sous-sol s'applique-t-elle aux régions de faible altitude? Dans quelles conditions ce captage s'opère-t-il? Quel est le rôle des décollements et des transports dans la formation des cavités souterraines? Comment se comportent les nappes formées dans des excavations préexistantes en terrain fissuré? Quel est le régime d'une source alimentée, dans ces circonstances, par un ou plusieurs réservoirs à surface liquide libre?

Telles sont quelques-unes des intéressantes questions auxquelles l'étude du territoire et des souterrains de Saint-Martin-le-Nœud nous permet de répondre, questions que nous avons abordées déjà dans plusieurs travaux, — notamment dans nos *Recherches géologiques, hydrologiques et biologiques sur les souterrains de Saint-Martin-le-Nœud* (1) et dans nos *Notes pour servir à l'étude hydro-*

(1) Mémoire présenté au 44e congrès des Sociétés savantes (1906) et inséré *in-extenso*, avec plusieurs coupes et plans, aux *Comptes rendus* publiés par le Ministère de l'Instruction publique.

géologique et spéléologique du soulèvement du Bray et des accidents synchroniques (1), — mais que nous n'avons eu nulle part encore le loisir de traiter avec toute la documentation qu'elles comportent.

*
* *

Après les merveilleux progrès accomplis par la spéléologie, depuis moins de vingt ans, il est d'une évidence absolue que la tectonique domine, par ses influences multiples (relief extérieur, lithoclases, failles avec rejet, décapitation éventuelle, etc...), toutes les questions d'ordre hydrologique, qu'il s'agisse de l'hydrographie subaérienne ou de cette complexe hydrographie souterraine dont l'universalité ne saurait plus être mise en doute à l'heure actuelle, mais dont l'étude est souvent si délicate et si difficile !

Aussi bien, est-ce par la géologie de la colline de Saint-Martin-le-Nœud que nous allons entrer en matière.

Le Bray et toute la série des accidents régionaux secondaires sont devenus trop classiques, après les publications de L. Graves, Hébert, A. de Lapparent, de Mercey, nous-mêmes, pour qu'il soit utile d'insister sur leur extrême importance géologique Qu'il suffise de rappeler ici que l'application du grand principe orogénique du *parallélisme* et le faciès local des dépôts sparnaciens permettent d'établir que le soulèvement du Bray, qui avait commencé de se dessiner, dès la fin du système Crétacé, s'est surtout accusé dans les derniers temps de l'ère Eocène et est, par conséquent, synchronique de celui de la grande chaîne pyrénéenne.

Dans la région soumise à cette influence tectonique, quatre grandes directions de brisures peuvent être observées :

1° Des lithoclases et des failles parallèles à l'axe anticlinal (N.-O. = S.-E.) ;

2° Des lithoclases et des failles perpendiculaires à cette orientation (N.-E. = S.-O.) ;

3° De grandes piésoclases (avec surfaces de glissement) suivant la diagonale E.-O. (sensiblement) ;

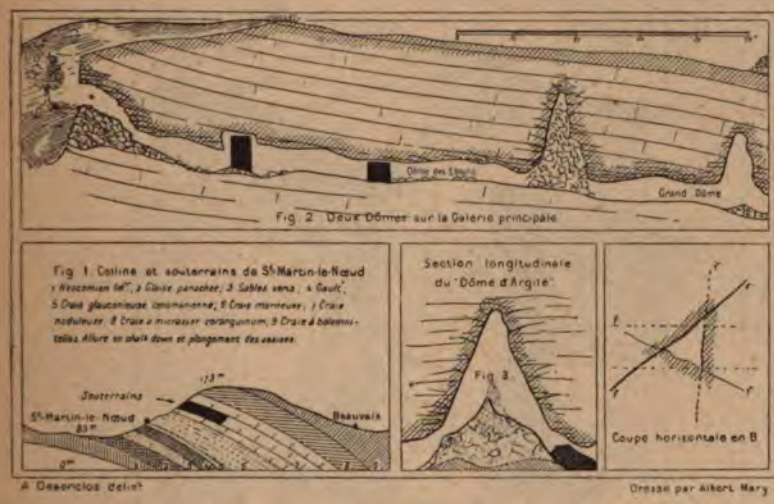
4° Des piésoclases et des diaclases (non constantes dans la région) (N.-N.-O. = S.-S.-E.).

La colline de Saint-Martin-le-Nœud n'est autre chose qu'un tronçon — isolé par des failles appartenant à la deuxième catégorie — de la lèvre septentrionale de la déchirure A la base, sa

(1) In *Bulletin de la Société d'Études historiques et scientifiques de l'Oise* (1906). Un *second tirage* (avec planches) revu et augmenté de moitié, est édité par la Librairie Médicale et Scientifique, J. Rousset, Paris, 1907.

longueur, entre Bongenoult et la Terre-Tortue, est de près de 4 kilomètres, et sa largeur, de la vallée du Thérain au village d'Aux-Marais, est un peu supérieure à 2 km. 1/2 ; son altitude est de 174 mètres.

Le bombement du Bray a donné là, une inclinaison considérable (1), aux couches crétacées, en même temps qu'il a mis à nu, sur le talus de Saint-Martin-le-Nœud, la tranche des étages qu'il a crevés. Les argiles de l'**Aptien** et de l'**Albien** constituent le soubassement imperméable de la colline. Puis, viennent les assises du Crétacé supérieur.



Réduction de la pl. I, annexée aux Comptes rendus du 44e Congrès des Sociétés savantes (1906), publiés par le Ministère de l'Instruction publique.

1. C'est d'abord un banc peu considérable de craie glauconieuse (**Cénomanien**), avec *Spondylus striatus*.

2. Il est suivi de la craie marneuse (**Turonien**), très riche en fossiles : *Turbinolia*, *Holaster planus*, *Cidaris pseudohirudo*, *Ammonites prosperianus*, *Scaphytes Geinitzi*, *Spondylus spinosus*, *Rhynchonella cuvieri*, *Inoceramus problematicus* (*labiatus*, *mythiloïdes*). L'église de Saint-Martin-le-Nœud est bâtie à la partie inférieure de cet affleurement, auquel succède celui de l'étage **Santonien** (**Sénonien inférieur**), comprenant :

3. La craie noduleuse, où l'on rencontre : *Micraster cortestudinarium*, *Inoceramus cuvieri*, *Terebratula semiglobosa*, *Rhynchonella plicatilis*, *Spondylus spinosus*, *Cidaris subvesiculosa*,

(1) Voir § V.

Pentacrinus carinatus, et dans laquelle nous avons découvert en 1906 une nouvelle espèce de Céphalopode, *Rhyncholeuthis crassirostris* (1);

4. La craie à *Micraster Coranguinum*, parfois très faiblement noduleuse, où l'on recueille également *Galerites albogalerus*, *Ananchytes carinata*, *Marsupites ornatus*, *Oryrhia*, *Othodus*, *Lamna* (dents), *Cidaris pteracantha*, *Actinocamax verus*.

Vue idéale de la faille de la Terre-Tortue, à l'époque post-pliocène.

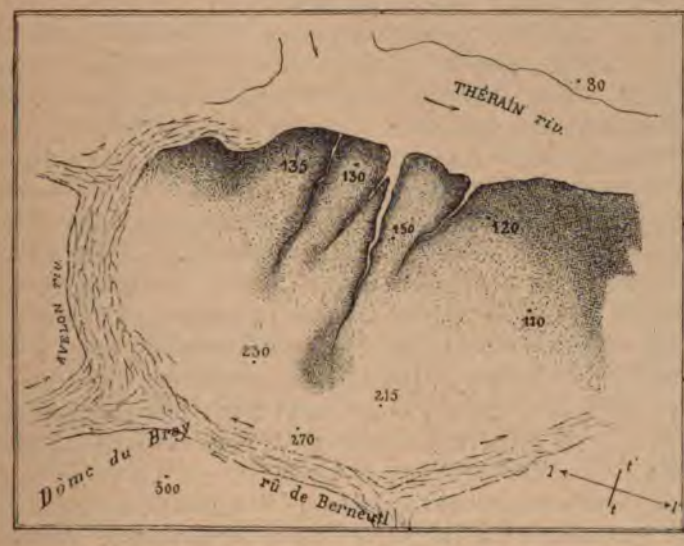
L'Avelon poursuit activement son action érosive sur les assises très fissurées de la craie blanche.

5. Enfin, vers Beauvais (car la colline redescend dans cette direction moins vite que ne le comporte le plongement des assises), on se trouve en plein **Campanien** inférieur (**Sénonien supérieur**) avec

(1) Cf. Albert et Alexandre Mary, *Un Rhyncholeuthis de la craie noduleuse*, in *Bulletin de la Société d'Études historiques et scientifiques de l'Oise*, 1906.

la craie de Troyes, de plus en plus pure, et facilement reconnaissable à l'abondance des nodules siliceux et des silex tabulaires. On y trouve : *Belemnitella mucronata*, *Ananchytes ovata*, *Inoceramus brongniarti*, *Parasmilia centralis*, *Rhynchonella* (?), *Janira* (?).

Toutes ces couches, surtout les couches supérieures, ont été pour ainsi dire triturées par les cassures et les pressions latérales qui ont accompagné, à diverses reprises, les actions tectoniques. Aussi, l'érosion superficielle, qui, de la fin des temps Tertiaires au cours de l'époque Quaternaire, s'est manifestée avec une extraordinaire énergie, a-t-elle causée, sur les sommets, — et



Orographie et hydrographie de la région de Saint-Martin-le-Nœud à l'époque post-pliocène.

notamment sur la colline de Saint-Martin-le-Nœud, — l'ablation complète d'une épaisseur considérable de terrains. Sans cette *décapitation*, qui a surtout porté sur les parties les plus voisines du grand axe anticlinal, vidant la crevasse du Bray des débris qui l'occupaient et ne laissant subsister, tant sur cet axe que sur les falaises, aucune altitude supérieure à 240 mètres, la craie blanche atteindrait une hauteur de 600 mètres au-dessus du niveau de la mer (1). Dans ces conditions, les points culminants de la lèvre septentrionale, au sud de Beauvais, n'auraient guère moins de 200 à 230 mètres d'altitude.

(1) De Lapparent, *Traité de Géologie*.

II. — LES SOUTERRAINS DE SAINT-MARTIN-LE-NŒUD ET L'ARCHÉOLOGIE

Avant l'histoire écrite. — Les souterrains à travers le Moyen âge et les temps modernes. — Procédés d'exploitation.

C'est non loin de la crête de la colline dont nous venons de donner une description succincte, que s'ouvre, à une altitude d'environ 155 mètres, dans un talus crayeux d'une dizaine de mètres de hauteur, l'entrée des souterrains de Saint-Martin-le-Nœud, à 3 kilomètres S.-O. de Beauvais.

La partie accessible de ces excavations parcourt actuellement une superficie de plus de 20 hectares, et se compose d'environ 70 galeries, d'une longueur totale de près de deux lieues, reliant entre elles les salles spacieuses de cette ville souterraine. Autrefois, il était possible de sortir par un orifice donnant à flanc de coteau sur la faille de Bongenoult, par laquelle le rû de Berneuil s'échappe de la vallée du Bray. Les souterrains s'étendaient alors sur un grand axe de près de 2 kilomètres de longueur, et environ 40 hectares de surface, soit à peu de chose près huit fois l'aire des fameux refuges de Naours (Somme) ; comme nous le verrons plus loin, des éboulements successifs ont obstrué les voies d'accès à ce quartier, en sorte que la tradition, conservée par les anciens du pays, et le témoignage, assurément mille fois plus précieux, des documents d'Archives, restent seuls pour établir l'exactitude de ce fait.

Quelles sont l'origine et l'histoire de ces vastes cryptes ? C'est à cette question d'un vif intérêt pour l'archéologue que nous allons maintenant répondre, d'après nos recherches personnelles.

D'importantes lithoclases érodées par les eaux d'infiltration, ont certainement servi de directrices aux premières ébauches de galeries. Peut-être celles-ci ont-elles été creusées vers le xe siècle pour servir de « forts » ou refuges. Bien qu'il ne reste rien de cette structure primitive hypothétique, cette opinion paraît très vraisemblable si l'on considère la fréquence de ces souterrains dans la région, l'exposition de l'entrée au sommet d'un culmen isolé d'où la vue plonge à l'Ouest à plus de 30 kilomètres, et la présence à cet endroit d'un bois aujourd'hui complètement défriché, appelé, au moyen âge, *Bois du Mont*.

L'agrandissement et l'utilisation des souterrains de Saint-Martin-le-Nœud comme carrières de pierre à bâtir remonte vraisemblablement au XIIe ou au XIIIe siècle ; toujours est-il qu'ils appartenaient, au XVe siècle, à l'abbaye de Saint-Symphorien-lès-Beauvais,

et que cette abbaye, moyennant une redevance en argent et en nature, les louait à des carriers. Nous avons retrouvé quatre de ces baux, datés des 14 octobre 1468, 3 décembre 1508, 8 mars 1545 et 5 mai 1648 (1).

Le bail de 1545 paraît être la plus significative de ces pièces. Il permet d'identifier la carrière dite « *La Pierre dure* », située sous le bois de la Grange (versant de Bongenoult), avec celle nommée « *La Carrière à l'eaue*, située prez et au dessoubz le bois du Mont », — car, bien que *relatif à cette dernière*, il porte au dos l'inscription suivante, *contemporaine de l'acte :* « Bail pour une carrière soubz le bois de la Grange, faict à Marin Rimbault et Jehan Rimbault, demourans au boys de la Grange, 1545 ».

Le développement des galeries suffit à mettre en évidence l'utilisation de la pierre de Saint-Martin-le-Nœud, dans la construction ou la restauration des fortifications, églises et édifices divers de la ville et des environs de Beauvais. Elle a été employée notamment : au XVe siècle, par Pierre Biaubourgeois, à la réparation de la Tour Boileau et de la Vieille Ecluse (2) ; au XVIe, à l'érection de la grosse tour de l'église Saint-Etienne de Beauvais — (à cet égard, l'examen de la pierre est très significatif) ; — au XVIIIe, à la construction d'une partie du nouvel Hôtel de Ville de Beauvais (1753) (3) ; au XIXe, à l'édification du Théâtre Municipal.

Il est à regretter que l'on ne puisse rien avancer de plus avec quelque chance de certitude, sur les vicissitudes traversées par ces souterrains, qui ont cependant joué un rôle si important dans l'histoire de la capitale du Beauvaisis. Même, une telle pénurie de documents écrits ne manque pas de surprendre dès le premier abord.

On prétend que les cryptes de Saint-Martin-le-Nœud servirent de retraite à quelques proscrits de la Grande Révolution ; on montre même un mur élevé avec l'intention manifeste de barrer la galerie principale, ainsi qu'une chambre reculée qui *aurait* servi de chapelle : il y a, tout au fond, une sorte d'entablement, et, au-dessus, une *niche* grossièrement sculptée. Des traditions analogues sont attachées au souvenir des *grottes d'Ossettes*, — avec tout autant d'incertitude, d'ailleurs...

Nous verrons (§ V) à la suite de quels événements l'extraction de la craie noduleuse fut définitivement abandonnée au cours du dernier siècle. Mais le creusement de la majeure partie de ces carrières remontant aux premières périodes d'activité, l'allure générale des chantiers peut nous donner une idée assez exacte

(1) *Archives départementales de l'Oise*, H. 1685, nos 335, 336, 337 et 130.
(2) *Archives communales de Beauvais*, EE. 10, p. 33 et 40.
(3) *Archives communales de Beauvais*, DD. 15.

des procédés d'exploitation suivis en pareil cas par les *carliers* du Moyen âge.

La méthode générale correspond à celle que nous appelons *par galeries et piliers*. Plusieurs directions de traçage ont été adoptées, laissant en place des massifs de soutènement assez résistants pour supporter la pression du toit.

C'est sous cette forme typique que se présentent, autour de quelques grandes villes, les anciennes carrières dites *Catacombes* d'où ont été tirés les premiers matériaux de leur construction. Une partie des Catacombes de Rome, celles de Naples et de Paris, sont dans ce cas. Il en est de même des fameuses catacombes de Syracuse, les mieux conservées et les plus étendues qu'on connaisse. Cette vaste cité souterraine, merveilleusement distribuée, offre des passages et des rues de dimensions très diverses, et elle a ses carrefours et ses places taillées dans le rocher. « Rien ne peut donner », dit M. Badin, « une plus haute idée de la grandeur, de la puissance et de l'immense population de l'ancienne Syracuse, que ces profondes et ténébreuses galeries. »

Un caractère à peu près constant dans les exploitations de l'Antiquité et du Moyen âge, c'est l'irrégularité. Les mines ouvertes avant notre ère sont composées d'un assemblage de grandes cavités, de descenderies, de galeries d'allongement ; même dans des gisements d'épaisseur, de qualité et de distribution sensiblement homogènes, il est bien rare que les Anciens nous aient laissé des galeries spacieuses et régulières, se coupant uniformément à angle droit. La partie des grottes de Saint-Pierre, à Maëstricht, attribuée aux Romains, semble sur ce point constituer une exception.

A Saint-Martin-le-Nœud, comme dans la plupart des catacombes, — et si l'on fait abstraction des importants remaniements dus au travail des agents naturels, — le tracé des galeries, leur largeur, leur élévation, varient à chaque pas [1]. Bien que les voies charretières y aient toujours un minimum de $1^{m},70$ de hauteur sur $1^{m},60$ de largeur, il arrive fréquemment que la voûte des galeries s'élève de quatre à cinq mètres ; à d'autres endroits, les salles latérales ont été profondément excavées au-dessous du niveau des galeries, et l'on se trouve alors en présence de véritables ravins, parfois envahis par les eaux. L'importance des ornières tracées dans de nombreuses rues et atteignant jusqu'à $0^{m},70$ de profondeur, atteste, dès les débuts de l'exploitation, une infiltration bien digne, par son intensité, de justifier la dénomina-

(1) Cf. Albert et Alexandre Mary, *Deux lieues dans les entrailles de la Terre*, in *Globe Trotter*, n° 226, année 1906.

tion de « carrière à l'eaue », employée dans le bail de 1545. Avec un sol aussi détrempé, où se sont conservées à travers les siècles, grâce à un durcissement ultérieur, jusqu'aux empreintes des pas de chevaux, on comprend aisément toute la difficulté des transports dans ces rues souterraines, longues, tortueuses, jamais horizontales !

Les termes de comparaison ne manquent pas : le traînage par traction animale était, en effet, universellement employé dans les mines, il y a relativement peu d'années. Avec les chemins très bons des mines de Côte-Thiolière, de Brûlé et de Gagne-Petit, à Saint-Étienne, l'effet utile des chevaux était de 1900, 2100 et 2700 kilogrammes par km. (1). Au contraire, en raison du mauvais état et du sol mobile des voies, ce chiffre ne dépassait pas 950 kilogrammes aux mines de Martoret et de Grand-Croix, du bassin de Rive-de-Gier. Il devait à peine atteindre une moyenne de 900 à 1000 kilogrammes dans les carrières de Saint-Martin-le-Nœud. On s'explique dès lors qu'en de nombreux endroits, les carriers aient procédé, en excavant des massifs tout d'abord respectés, à un véritable dépilage qui a ouvert ces larges salles, presque toutes submergées, qui terminent les galeries de gauche.

Un autre détail qu'il importe de noter, parce qu'il a eu la plus grande influence sur les effets postérieurs de l'érosion, consiste dans le mode d'abatage des bancs. Les strates ont été détachées des voûtes par des pesées répétées, après avoir été coupées latéralement à coups de pics, de sorte que l'inclinaison des excavations suit presque toujours le plongement même des assises. Aussitôt détachés, les blocs étaient taillés *grosso modo*, puis chargés sur des chariots qui les transportaient jusqu'à l'entrée. Très probablement, les chevaux qui accomplissaient ce pénible travail devaient séjourner dans les carrières ; tout un quartier de ces immenses cryptes a dû servir d'écuries, et l'on peut y remarquer une auge, creusée dans un bloc de pierre, puis, deux mangeoires pratiquées dans le mur des galeries, et autour desquelles on avait ménagé des saillies de la roche percées de part en part pour servir d'anneaux.

Tout cela est conservé bien nettement. D'énormes blocs sont restés sur champ, équarris, prêts à être emportés ; les ornières et les entailles latérales des essieux soulignent les rues jadis les plus fréquentées ; de petites niches semblent attendre un flambeau... Seuls, le silence et l'infinie solitude de l'antre donnent la sensation d'un abandon déjà lointain.

(1) A. Burat, *Traité d'exploitation des mines*.

III. — L'INFILTRATION ET LES SOURCES

Mode de circulation des eaux infiltrées dans les assises crayeuses. — Lacs des Carrières de Saint-Martin. — Navigations souterraines. — Variations de niveau et sous-infiltration. — Source de Saint-Martin-le-Nœud. — Fontaine de Penthemont. — Enfouissement des sources et réduction de débit.

Les lois de l'hydrographie souterraine étaient un mystère pour les géologues et les géographes avant les mémorables travaux d'une pléïade de savants qui ont nom Daubrée, Prestwich, Gosselet, Martel, Whitaker, Penck, Putick, Fournier, Mazauric, Van den Broeck, Gaupillat, Endriss, Cuttris, Quenstedt, Schardt, Boursault, Le Couppey de la Forest, Marboutin, Diénert, Ferrasse, etc... Grâce aux persévérantes investigations de ces chercheurs, nous pouvons aujourd'hui comprendre à peu près intégralement le mécanisme de cette circulation des eaux au sein des assises terrestres.

Néanmoins, plus d'un point obscur n'a encore été qu'imparfaitement éclairci, et l'*Hydrologie de la Craie*, surtout, est encore en partie ignorée des spéléologues. Tout ce que l'on sait à ce sujet peut tenir en quelques lignes : Il n'y existe pas de nappes d'imprégnation ; — On y trouve des cavernes et des cours d'eau souterrains comme dans les calcaires anciens ; — Il n'y a, entre ces derniers et la craie, aucune différence au point de vue de la valeur sanitaire.

Déjà, depuis plusieurs années, M. Martel, en même temps qu'il reconnaissait l'insuffisance de ces données, affirme que, si l'on fait abstraction de la quantité relativement infime constituée par l'« *eau de carrière* », l'infiltration se produit exclusivement, dans les terrains crétacés, par les brisures naturelles des assises.

L'étude de la colline et des souterrains de Saint-Martin-le-Nœud (situés, comme nous le savons, dans une exceptionnelle position, en plein crétacé supérieur), nous permet de détailler ces aperçus.

A la vérité, *l'eau de carrière est sensiblement plus abondante dans la craie que dans la plupart des calcaires anciens ou même cénolithiques* (I)(1).

D'un autre côté, *cette proportion est également plus forte dans la craie Campanienne que dans la craie Turonienne, et plus élevée dans celle-ci que dans la craie Santonienne* (II).

(1) Les chiffres romains placés entre parenthèses à la suite de propositions en italique, indiquent l'ordre naturel des lois hydrologiques formulées, dont plusieurs, ainsi que l'on pourra s'en rendre compte, sont tirées de nos propres observations (*Note des Auteurs*).

A part la quantité qu'elle exprime, toute l'eau infiltrée circule, soit en gouttes isolées, soit en minces filets, dans les cassures petites ou grandes de la roche (III).

Deux autres énoncés complètent cette loi :

a) *Sur un même point topographique, l'infiltration est plus rapide et moins régulière à travers le Santonien qu'à travers le Campanien* (IV);

b) *Elle s'opère surtout par les innombrables leptoclases du Campanien, tandis qu'elle suit principalement les grandes diaclases du Santonien* (V). — En effet, la craie Campanienne, moins résistante à l'écrasement dans le sens horizontal (pressions latérales), plus tendre et plus superficielle que la craie Santonienne, a, notamment dans la région dont il s'agit, beaucoup plus souffert de l'action tectonique, et *les mailles du crible y sont bien plus nombreuses et bien plus petites.*

Ainsi, c'est d'abord grâce à de minuscules gerçures que les eaux météoriques arrivent en partie jusqu'aux voûtes de nos anciennes carrières. Là, elles déposent un peu du calcaire qu'elles ont dissous, et tombent sur le sol. Quand les infiltrations sont particulièrement abondantes (pluies persistantes, fonte de neiges), il se forme de nombreuses flaques plus ou moins importantes, qui finissent par s'écouler en ruisseaux vers les régions les moins élevées des Cryptes; ces eaux s'y réunissent à celles directement infiltrées des voûtes, submergent de vastes salles et envahissent les galeries voisines, créant de spacieux étangs souterrains.

Les grottes de Saint-Martin-le-Nœud renferment actuellement 24 pièces d'eau. Six dépendent d'une même nappe, et ne sont séparées que par des étranglements ; dix, en plusieurs groupes, sont divisées par des passages très étroits ou par des voûtes mouillantes; enfin, huit sont complètement isolées.

Avec le concours de notre ami M. Bonnet, nous avons pu, sur un radeau démontable construit en vue de cette exploration, sillonner les ondes transparentes de ces lacs féériques. De temps à autre, les voûtes étaient surbaissées au point de nous obliger à nous coucher sur notre esquif : le moindre faux mouvement eût pu nous faire chavirer en des lieux où toute chance de secours nous eût été refusée. Parfois, l'eau était si profonde qu'elle paraissait noire comme de l'encre; parfois aussi, des récifs émergeaient du fond des bassins souterrains, ajoutant un danger nouveau à cette périlleuse navigation dans le palais de la nuit. Quinze heures durant, nous avons parcouru en tous sens ces eaux paisibles, déterminant leurs contours, leurs dimensions et leur bathymétrie : on imaginera les fatigues d'une telle tâche, surtout si l'on ajoute le portage du radeau entre les lacs isolés, à travers des galeries souvent étroites et accidentées, au sol inégal et glissant !

Nous avons ainsi reconnu que le grand lac est formé d'une galerie reliant entre elles plusieurs chambres assez vastes sur une centaine de mètres de longueur, et enfermant deux îles remarquables par leurs concrétions calcaires, mais recouvertes par les eaux en temps de crue. Les deux plus vastes étangs isolés sont le *Lac du Jardin* et le *grand Lac des Champignonnières*. Ce dernier atteint 60 mètres de longueur, 15 à 20 de largeur. A partir de la berge orientale, on navigue pendant une vingtaine de mètres au-dessus d'un haut fond noyé par 3 à 4 pieds, quand brusquement, à la faible clarté des flambeaux, l'eau devient sombre; la perche cesse d'atteindre le fond, et la sonde ne tarde pas à accuser 11 à 12 pieds de profondeur.

Cliché Paul AUBERTIN

LAC DES PILIERS

Un seul lac, situé à l'extrémité d'une galerie de gauche, à environ 250 mètres de l'entrée, n'a pu être entièrement étudié. A plusieurs reprises, pendant l'automne de 1905, nous avons vainement tenté de franchir une passe étroite dans laquelle, à une douzaine de mètres du bord, le plafond touchait presque l'eau. En novembre, décidés plus que jamais à y parvenir, nous organisons une nouvelle excursion et nous nous engageons prudemment dans la fissure exiguë encore respectée par la crue des nappes. Il y a plus de 2 mètres de fond, et la lumière du magnésium permet d'entrevoir un peu au-delà une communication avec un étang voisin. Soudain, quelques gros rochers se détachent des berges et roulent dans le lac. Un violent remous se produit; l'arrière du radeau cogne for-

tement à la voûte, le fanal s'éteint, et l'un des flotteurs, déjà fatigué au cours des visites précédentes, et disjoint par le choc,

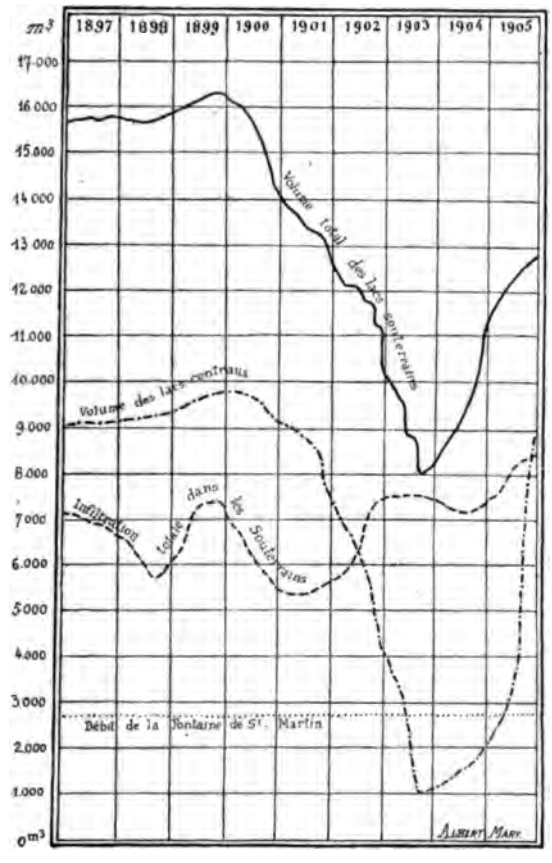


Diagramme indiquant les variations de volume des lacs souterrains de Saint-Martin et le rapport de ces variations à celles de l'infiltration.

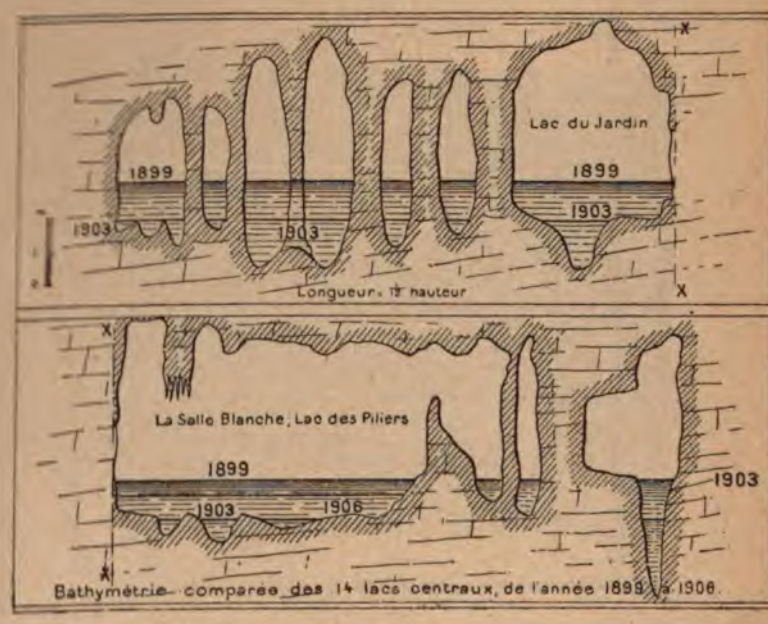
commence à prendre l'eau. Au milieu d'une obscurité complète, nous nous poussons contre la voûte, et nous regagnons précipitamment le bord, où nous arrivons contusionnés et trempés...

* * *

Assurément, les bassins d'infiltration dans les excavations souterraines sont loin d'être une exception et *Spelunca* en a décrit de nombreux. Le même phénomène s'est produit dans quelques mines et carrières ; on cite notamment le grand lac des fameuses

salines de Wieliczka, le *Lac de l'Écho* des carrières de Caumont (Eure), etc...

Toutefois, bien peu de ces lacs présentent les curieuses alternatives de crue et de dénivellation des nappes de Saint-Martin-le-Nœud. Par périodes très inégales, et suivant l'abondance des infiltrations, l'eau monte et s'abaisse de 1, 2 et 3 mètres, avec des différences corrélatives de volume se chiffrant par milliers de mètres cubes. Ces fluctuations, que révèle une série d'observations successives, sont rendues évidentes par le simple examen des murailles et des piliers, qui portent des traces brunâtres horizontales et des alignements de concrétions calcaires indiquant



Réduction de la pl. III, annexée aux Comptes rendus du 44e Congrès des Sociétés savantes (1906), publiés par le Ministère de l'Instruction publique.

autant de plans d'eau. La capacité approximative de ces eaux souterraines était en 1898 d'environ 13.000 mètres cubes ; elle était tombée, en 1903, à moins de 2.000, pour remonter en 1906 à plus de 15.000 mètres cubes.

Quatre constatations peuvent nous donner la clef de ces variations :

1° L'air des souterrains n'est pas assez renouvelé et son état hygrométrique est trop accusé pour permettre une évaporation suffisant à expliquer la baisse des nappes ;

2° Les lacs étroits et profonds sont ceux où l'eau monte et descend le plus rapidement ;

3° Le lit des lacs, comme la voûte des galeries, est fortement fissuré et se prête en conséquence à des fuites incessantes ;

4° Il se produit une crue ou une dénivellation suivant que l'infiltration excède ou n'atteint pas cette déperdition, qui est un terme sensiblement *constant*.

Cette « *sous-infiltration* », — (ainsi l'avons-nous appelée), — s'opère-t-elle sur toute l'étendue du bassin des lacs, ou simplement sur plusieurs points précis ? En se reportant à notre Ve loi hydrologique, on peut considérer cette dernière hypothèse comme la plus probable. D'ailleurs, l'examen, en 1903, de fonds récemment et à peu près complètement mis à sec, nous permet de répondre à cette question d'une façon positive. L'épais sédiment boueux de sable calcaire (voir § IV) qui revêt le lit de la plupart de ces étangs souterrains, s'oppose au passage de l'eau. Seulement, près des parois extrêmes, se manifestent clairement des *lignes d'absorption*, le plus souvent représentées par des tronçons de grandes lithoclases fortement érodées, où nous avons encore trouvé de l'eau plusieurs semaines après le dessèchement des lacs.

En généralisant ces observations, on peut dire que *tout bassin formé par l'infiltration dans les cavités naturelles* (voir § V) *ou artificielles de la craie, est, à moins de colmatage total des brisures des assises sous-jacentes ou d'un encaissement complet dans un fond de bateau imperméable, essentiellement dynamique.* (VI) A part ces *nappes de cavités* (de dimensions toujours assez restreintes), *il n'existe dans la craie aucune nappe continue* (VII).

Mais que devient l'eau perdue par nos étangs souterrains ? C'est là ce que, dans nos « *Notes hydrogéologiques* », nous avons exposé dans les termes suivants :

« La situation de la plupart des lacs des anciennes carrières sur un système complexe de brisures dont un certain nombre se dirigent vers la petite source de Saint-Martin, semble, dès le premier abord, indiquer un lien entre cette fontaine et la sous-infiltration de plusieurs des étangs souterrains. L'importance relative de ces réservoirs rend un pareil rapprochement très vraisemblable. Quant au calcul, il fait, de l'hypothèse, une certitude. La surface d'infiltration active correspondant à ceux des lacs situés sur les fissures alimentaires de la source compte environ 200 mètres de longueur sur 35 de largeur moyenne, soit une aire de 70 à 72 ares. La chute annuelle moyenne de pluie y est de 0m 72, soit 5 184 mètres cubes, dont 8 à 10 % sont enlevés par le ruissellement à la surface du plateau, 28 à 30 %, absorbés par l'évaporation ou la végétation, 8 %, évaporés dans les sou-

Dressé par A. & A. Mary. 1903-1907.

Plan des lacs centraux des souterrains de Saint-Martin-le-Nœud (1903-1907).

terrains. La masse *sous-infiltrée* dans cette zone est donc annuellement d'environ 2795 mètres cubes. Or, ce chiffre correspond sensiblement au débit de la source dans le même laps de temps ; la fontaine de Saint-Martin-le-Nœud donne en effet 0l 086 par seconde, ou 2720 mètres cubes environ par an.

« Une source aussi faible, dont le débit est d'ailleurs d'une invariabilité remarquable, tarirait certainement pendant un tiers de l'année, si elle n'était alimentée par des réserves souterraines assez importantes pour n'être jamais complètement épuisées. La rareté croissante des fissures vers la base de la falaise explique comment une lithoclase collectrice N. N.-E.-S. S.-O., permet à cette eau de reparaître au jour par 83 mètres environ d'altitude, avec un degré hydrotimétrique de 34, très voisin de celui des eaux de puits les plus chargées de la ville de Beauvais.

« Ainsi, l'eau des lacs se sous-infiltre ; elle ne le peut que par les brisures naturelles des assises inférieures ; elle se dirige forcément là où ces brisures la conduisent ; ce point d'affleurement coïncide avec une fontaine ; tous les calculs concordent ; donc, cette fontaine provient de la sous-infiltration même. *Rien de plus logique*, en dépit des observations formulées, au Congrès scientifique de 1906, par M. Paul Combes fils, attaché au Muséum [1].

« Il n'est pas nécessaire, pense-t-il, qu'il existe des réservoirs régulateurs pour que la source de Saint-Martin donne toute l'année 0lit. 086 par seconde, puisque les sources qui sourdent des sables aquifères d'Auteuil sont actuellement très constantes d'un bout de l'année à l'autre ! »

« Il est vrai que deux sources, aux eaux chargées d'apatélite, jaillissent des sables aquifères d'Auteuil : l'une, assez importante, située rue de la Cure (source Quicherat) ; l'autre, très faible, située dans la villa Montmorency ; il est également exact, que, malgré son médiocre débit, cette dernière fontaine coule toute l'année.

« Mais n'est-ce pas, nous vous le demandons, une *pure fantaisie*, que d'identifier le régime d'une source en terrains calcaires de composition minéralogique sensiblement homogène, avec celui d'un suintement dérivant d'une couche sableuse encaissée entre deux lits d'argile plastique ? N'est-il pas permis de supposer que l'alimentation de la nappe d'Auteuil s'opère, non seulement par les points éloignés d'affleurement des sables quartzeux mais encore à travers les marnes et les calcaires du Lutétien inférieur, par les points où la nappe supérieure d'argile sparnacienne fait

(1) *Compte rendu des séances du Congrès*, in *Journal officiel* (21 avril 1906).

défaut — auquel cas rien ne s'oppose à l'existence, au sein de ces bancs calcaires, d'un système de fissures ou de cavités jouant le rôle de régulateurs du débit ?

« Si l'on songe que le débit des autres sources de la même falaise septentrionale du Bray varie dans la proportion de 3 à 1 du printemps à l'été, on comprendra facilement qu'une source donnant 1/11e de litre, doit sa constance à des conditions particulières, pleinement réalisées par les souterrains de Saint-Martin-le-Nœud. Cela ne fit pas l'objet du moindre doute pour M. A. de Lapparent, lorsque, dès 1904, il couvrit nos recherches de l'autorité de son nom — pas plus d'ailleurs que pour M. Œhlert, le sympathique président de la sous-section de géologie du Congrès. Loin toutefois de garder rancune à M. P. Combes fils, nous sommes heureux de le remercier de nous avoir fourni l'occasion d'insister sur la partie en quelque sorte la plus importante de nos études locales ! »

Il est d'ailleurs impossible que la fontaine de Saint-Martin partage l'origine des sources nées, dans la vallée même du Bray, sur les territoires de Goincourt, Rainvillers, Saint-Paul, etc... Non seulement son eau n'offre pas la moindre trace d'hydrate de fer, mais encore, le rideau imperméable des argiles Albiennes et Aptiennes s'interpose entre la falaise crayeuse de Saint-Martin-le-Nœud et les grès ferrugineux urgoniens dont l'affleurement est bien caractérisé, dans le bois de Belloy et au Mont-Rouge de Rainvillers. Il ne saurait donc subsister la moindre incertitude sur ce point litigieux, et les expériences à la fluorescéine que souhaitait en 1906 M. Combes, n'ajouteraient rien à une pareille évidence.

Ainsi, les eaux d'infiltration réalisent, grâce à nos anciennes carrières, et aux accidents tectoniques locaux du Crétacé supérieur, un cas hydrographique assez rare et fort intéressant. — Par là, nous sommes conduits à énoncer notre VIIIe loi : *Lorsqu'un cours d'eau souterrain (important ou non) dérive exclusivement d'une nappe (ou de plusieurs nappes conjuguées) à niveau variable, et en constitue, non un déversoir de trop-plein, mais une émission constante, les sources auxquelles il donne lieu ont un débit invariable.*

* * *

L'eau de tous les lacs des carrières ne se dirige pas vers Saint-Martin-le-Nœud : une autre partie se porte à l'opposé de la colline, vers la source de Penthemont. Cette fontaine est fournie par une véritable petite rivière souterraine donnant encore aujourd'hui de 8 à 24 litres par seconde, suivant les saisons, et alimentée par la presque totatité des eaux absorbées par les plateaux de Saint-Martin et de Saint-Jean, soit une aire de près de 200 hec-

tares, englobant une *zone d'infiltration rapide* supérieure à 120 hectares.

Cette résurgence ne tarit jamais; son débit moyen, d'environ 500 000 mètres cubes par an — (c'est-à-dire à peu près la capacité d'un récipient cubique de 80 mètres d'arête) — est supérieur à celui de la rivière des grottes de Caumont, qui ne donne qu'un demi-litre à la seconde. Le passage continuel d'une semblable masse liquide dans le sein d'une colline aussi disloquée, a dû y excaver tout un réseau de couloirs et de salles naturelles, au creusement desquels les eaux de la fontaine ont encore bien plus énergiquement travaillé aux époques, peu éloignées de la nôtre, où leur abondance était plus considérable. Le seul travail de corrosion s'y montre d'ailleurs particulièrement actif; par évaporation lente d'une faible quantité de l'eau de Penthemont, la calcite se dépose en fines concrétions ; le degré hydrotimétrique dépasse 38.

Quel est le tracé exact, quelles sont les proportions des canaux où circule cette rivière ? Combien de syphons, d'affluents, de marmites de géants, de cascades, jalonnent son cours caché ? Nous ne saurions le dire. Un ruisseau d'un débit bien plus considérable (200 lit. seconde) s'est ouvert dans la craie à Bellemnitelles de Trépail (Marne) une caverne dont la hauteur varie de 4 à 20 mètres et la largeur, de $0^{m}50$ à 3 mètres, sur une longueur dépassant 1 kilomètre, — et qui présente toutes les particularités caractéristiques des grottes à eau courante [1]. Peut-être quelque jour un effondrement fortuit ouvrira-t-il un accès commode aux merveilles insoupçonnées que recèle notre colline de Saint-Martin ?

Faute de nous renseigner sur cette question spéléologique, les recherches auxquelles nous nous sommes livrés depuis plusieurs années dans cette région, nous ont fourni des documents hydrologiques du plus haut intérêt. Deux puits, forés sur le plateau, offraient un précieux moyen d'investigation, dont nous avons tiré parti. Le premier (*puits Bertin*), est situé à l'Est du Chemin N° 35 (route de Sénéfontaine) à la cote 147. — L'orifice du second, qui s'ouvre dans une briqueterie abandonnée, à l'Ouest du premier, se trouve à 150 mètres d'altitude. La distance des deux puits est d'environ 600 mètres.

En juin 1907, tandis que dans le premier, on rencontrait l'eau à 30 mètres de la surface, *le second était à sec*, avec 37 mètres de profondeur ; en d'autres termes, l' « apparence de nappe discontinue » se manifestait à une altitude certainement *inférieure à 110 mètres* dans le premier, alors qu'*elle atteignait 120 mètres* dans le second.

(1) Cf. E. A. Martel, *Note à l'Acad. des Sc. sur la rivière souterraine de Trépail* (16 juin 1902), — et *Bull. Serv. carte géologique*, 1902, n° 188.

Ce fait s'explique bien simplement. Les couches plongent, du puits de la briqueterie abandonnée au puits Bertin, d'environ 3°, ce qui correspond, pour un même banc, à une différence de niveau voisine de 20 mètres.

Or, s'il est vrai qu'il n'existe aucune nappe continue dans la craie (VII), l'apparence de nappe discontinue dont il est si souvent question en hydrogéologie est uniquement due à la réunion en ruisselets, au cours alternativement vertical et horizontal, des gouttes qui ont parcouru les leptoclases supérieures. Deux principes sont étroitement corrélatifs de cette proposition :

1° *L'apparence de nappe discontinue de la craie se produit à une profondeur qui varie en raison inverse de la grandeur des mailles du réseau aquifère* (IX) ;

2° *Elle n'existe*, en conséquence, *que si les assises sont sensiblement horizontales.* Si ces dernières sont plissées et présentent une épaisseur uniforme sur les synclinaux et les anticlinaux du système, elle ondule presque parallèlement aux plis mêmes des couches, ou, pour mieux dire, *n'existe plus du tout*. (Sont exceptées, bien entendu, les eaux *statiques* des assises portées par un fond de bateau imperméable). — On peut encore exprimer cette flexibilité d'allure en disant que *le gisement altitudinal des eaux phréatiques de la craie est variable dans une région plissée* et qu'*il n'y a pas de niveau d'eau forcément horizontal dans la craie* (X).

On comprend dès lors que cette formule ne trouve nulle part de meilleure vérification qu'à Saint-Martin-le-Nœud ; et nous espérons que son importance n'échappera pas aux hydrologues lorsqu'il s'agira de démontrer définitivement et une fois pour toutes *la non-existence des nappes, de quelque façon qu'on les définisse, dans les calcaires, quels qu'ils soient.*

* * *

Vers le Nord, la colline est profondément entamée par des ravins d'érosion, dont l'un, le ravin de Saint-Symphorien ou du Fromentel, est véritablement remarquable avec sa structure de *cañon*, peu étendue il est vrai, mais bien caractérisée. Après la décapitation post-pliocène du plateau (v. § Ier) la circulation des eaux paraît y avoir eu lieu le plus superficiellement possible, entretenant ainsi sur ce sommet, comme sur tant d'autres, une puissante végétation que devait bientôt compromettre le dessèchement dû à l'absorption des eaux par les fissures du sous-sol. Notre ravine présente, en effet, à sa partie supérieure, un *bassin de réception* semi-circulaire et très apparent, de 500 mètres environ de diamètre. Le premier stade de creusement, marqué par des

pentes très douces, dont les crêtes dominent le fond de la gorge de 15 à 20 mètres dans sa partie moyenne et de 30 à 50 mètres dans sa partie inférieure, atteste l'existence passée d'un large cours d'eau, ayant 3 à 4 °/₀ de pente, et prenant naissance à la base des derniers témoins Campaniens du culmen que la dénudation était en voie de faire disparaître. A mi-hauteur des parois, les déclivités de la roche compacte (dont le faciès est un peu défiguré par les talus détritiques de formation contemporaine) deviennent plus roides, verticales par endroits, et se rejoignent presque au fond, réduisant, pour ainsi dire, le cañon aux proportions de la lithoclase à laquelle il doit son origine.

Au XVIIe siècle, les eaux de ruissellement étaient encore, à certains moments, assez abondantes pour y rouler de gros blocs de pierre qu'elles traînaient jusqu'à l'Avelon et qui démolissaient fréquemment les piles du pont Saint-Jean, aux portes de Beauvais.

Maintenant, ces eaux s'enfoncent de suite à un niveau inférieur, montrant combien, du moins sur quelques points, la chronométrie de l'affouillement interne est accessible aux mesures de temps humaines ! Elles paraissent 45 mètres plus bas à la source (résurgence) de Penthemont, sur le débit de laquelle les influences météorologiques ont une action presque immédiate, et dont les ondes se troublent à la suite des orages. C'est dire que *le débit de toute résurgence dérivant au moins en majeure partie de l'infiltration directe, suit docilement les fluctuations de cette dernière* (XI), et que *le fait de l'enfouissement progressif des eaux est universel dans les régions crayeuses et spécialement dans celles fortement fissurées* (XII) [1].

Une dernière réflexion, d'ordre général, trouve ici sa place logique. Jamais la quantité actuelle des eaux météoriques n'aurait suffi à provoquer les puissants phénomènes de dénudation que l'étude des contrées crayeuses nous révèle, et l'approfondissement des lignes hydrographiques demeure insuffisant à expliquer à lui seul cette énorme diminution de débit des cours d'eau, péremptoirement prouvée par les alluvions de nos vallées. Lentement, le soleil et notre feu central perdent leur calorique initial. L'évaporation se fait de moins en moins active, entraînant une diminution semblable des pluies, diminution qui n'est nullement sensible en 100 ans, en 500 ans, mais qui devient très importante lorsqu'il s'agit, comme pour la durée entière des temps quaternaires, de centaines de siècles.

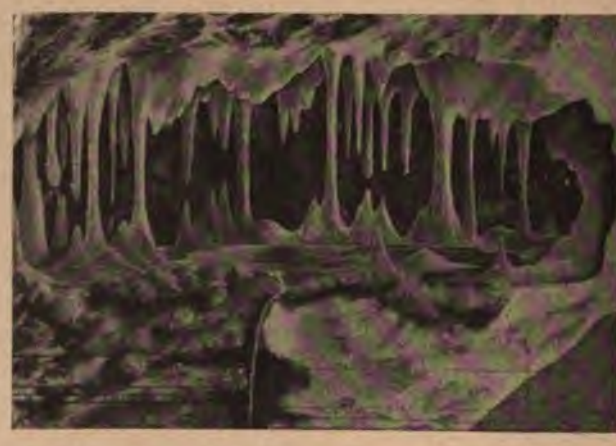
Rien ne se ressemble moins, a dit M. de Lapparent, que les diverses phases d'un même phénomène. Notre globe, qui primitivement

(1) Cf. Albert et Alexandre MARY, *Notes*, etc.

n'avait pas de pluies en raison de sa chaleur extrême, cessera d'en avoir en raison de son refroidissement incessant ; et les eaux que n'auront pas bu les fissures de son écorce, de plus en plus fracassée par un ridement fatal, se congèleront sur sa surface morte.

IV. — LES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES

Corrosion et concrétions calcaires. — Stalactites de la « Salle Blanche ». — Formation des stalagmites. — Analyse hydrotimétrique. — Cristallisations arborisées. — Boue calcaire des fonds.



Cliché Paul AUBERTIN

PETITE GROTTE NATURELLE DE LA *Salle d'Albâtre*, AU N.-O. DE LA RÉGION CENTRALE.
(1/5 G. N).

C'est avec une extrême lenteur que se forment les concrétions qui ornent certains endroits des cryptes de Saint-Martin-le-Nœud. Leur morphologie et leur structure sont cependant très dignes d'intérêt.

Presque toutes les stalactites sont constituées par de véritables *tuyaux de pipes*, à section spathique, translucides (moins transparentes que les *chandelles* des grottes de Caumont) ; au lieu dit *La Salle Blanche*, elles ont un pied de longueur et se touchent presque, tant elles sont serrées : le plus souvent elles atteignent un et deux mètres, sans rien perdre de leur gracilité. Des pailles calcaires longues de deux mètres ! L'étude des phénomènes naturels n'est faite que d'étonnements...

Lorsque le canal central des stalactites s'est trouvé obturé, l'écoulement de l'eau calcarifère s'est produit à la surface extérieure du mince cylindre originel, et il en est résulté un accroissement à la fois en longueur et en diamètre, — accroissement qui s'est fait sentir, tantôt à la base, donnant naissance à des cônes plus ou moins réguliers, tantôt vers l'extrémité, produisant alors des formations gibbeuses qui semblent accrochées aux voûtes.

La section transversale de ces diverses formations est toujours constituée par des couches concentriques qui, incessamment imbibées, ont recristallisé en éléments rhomboédriques d'autant plus petits et d'autant plus confusément assemblés qu'on se rapproche davantage de la périphérie. On sait que cette texture nous a valu la plus facétieuse théorie minéralogique qui se puisse imaginer : il s'agit de la *végétation des pierres*, imaginée par Tournefort.

* * *

La sonorité des concrétions calcaires est particulièrement remarquable (Les grosses stalagmites de certaines cavernes résonnent comme du bronze lorsqu'on les frappe). Fait-on vibrer les petites stalactites de Saint-Martin-le-Nœud ? Elles rendent tour à tour mille sons fort justes, dont la hauteur varie, bien entendu, avec la longueur de la stalactite.

Pour ce qui est des formations stalagmitiques, réduites la plupart à des ébauches, elles sont assez souvent creusées de nombreux petits bassins par la chute des gouttes d'eau ; le fond de ces cavités porte d'innombrables et minuscules arborisations, et leurs rebords donnent à la stalagmite l'apparence d'un assemblage de plaquettes imbriquées les unes sur les autres : c'est, en petit, le phénomène qui a donné leur étrange aspect aux merveilleuses colonnes de la « *Forêt Vierge* », dans l'Aven Armand (Lozère). Près du *Lac des Piliers*, nous avons rencontré, *sous 20 à 25 centimètres d'eau*, une série de cônes stalagmitiques très réguliers, de 8 à 12 centimètres de hauteur, produits par la chute continuelle de l'eau sursaturée de calcaire. Ces dépôts sont *encore mous*, mais à leur surface de minces facettes brillantes annoncent un commencement de cristallisation.

Et puisque nous venons de parler de la richesse en carbonate de calcium de nos lacs souterrains, disons de suite que si le degré hydrotimétrique de leur eau de surface n'était, en 1906, nulle part supérieur à 31, si même, à certains endroits, il ne dépassait pas 14 et 18 (c'est-à-dire le degré accusé par les eaux du Thérain à Beauvais) l'eau de fond, plus dense, dépassait 30, 38 et 56° par deux mètres de profondeur.

Une pellicule mince, transparente et légèrement irisée de cal-

caire recouvre par moments la surface liquide (phénomène déjà remarqué par M. Raymond dans les rivières souterraines de l'Ardèche). Le niveau de la nappe vient-il à baisser? Aussitôt, le carbonate de chaux en excès concrétionne sur les berges, soit en un revêtement uniforme, soit en fragiles feuilles isolées, qui, lorsqu'on les frôle avec précaution, rendent un son métallique analogue à celui produit par une lame de fer blanc. Les objets plongés dans cette eau pétrogénique se trouvent, au bout de quelque temps, enveloppés d'un étui de calcite : nous avons rencontré des morceaux de verre, des fragments de poterie et des brins de paille ainsi pétrifiés.

Mais les plus curieux dépôts de nos souterrains sont à coup sûr les cristallisations en fines touffes de mousses ou en choux-fleurs, que l'eau abandonne, à partir d'un certain point de saturation, sur les parois ou sur les berges. On peut en distinguer deux sortes : 1° des concrétions hémisphériques (assez rares), qui ont recristallisé en gros éléments spathiques dont la juxtaposition est presque toujours perceptible à l'examen macroscopique ; 2° des concrétions arborisées d'une grande délicatesse, très abondantes sur certains points, et composées d'une infinité de microscopiques « *dents de cochon* » révélées bien nettement par un grossissement de 10 diamètres.

En 1903, tandis qu'on pouvait se promener à pied sec dans le lit de la plupart des étangs souterrains, la baisse des eaux de la « *Salle Blanche* » avait mis à découvert, sur un îlot et le long d'un talus de 1m 50 de hauteur sur 15 mètres de longueur, un incomparable étalage de ces ravissantes mousses d'albâtre. Sous l'éblouissante lumière du magnésium, ces myriades de minuscules cristaux jetaient des feux comme un amoncellement de pierres précieuses, tandis que le miroitement de centaines de fines stalactites, la blancheur des murailles revêtues de marbre, et la transparence, tantôt argentée, tantôt bleuâtre, du lac à demi disparu, complétaient ce splendide et féérique décor.

* * *

Sur le fond même de plusieurs bassins, nous avons enfin recueilli une sorte de sédiment blanchâtre, qui, exposé à l'air, se montre le théâtre d'un phénomène de cristallisation très accusé. Sous 10 000 surfaces, le sable calcaire qui résulte de la dessiccation de cette boue se trouve décomposé en milliers d'éléments rhomboédriques, réguliers ou lenticulaires, au milieu desquels des groupements de très petits cristaux pyramidés, colorés par des traces d'hydrate de fer, offrent plus d'une ressemblance avec les belles calcites métastatiques roses du pic d'Arbizon.

Dépôts calcaires des Grottes de Saint-Martin-le-Nœud

1, Section transversale d'une Stalactite.

2 à 9, Stalactites. — 10, Cristallisation arborisée de la *Salle Blanche*.

V. — LES PHÉNOMÈNES MÉCANIQUES

Inclinaison des couches et décollements.
Transport des amas argileux. — Formation des dômes.
Les avens futurs.

Si, à l'extrême fissuration de la roche, à l'actif ruissellement intérieur dont la colline de Saint-Martin-le-Nœud est le siège, et à l'action corrosive qu'il exerce, nous ajoutons la forte inclinaison des bancs calcaires, déjà signalée dans le § 1er, nous pouvons comprendre l'importance des effets mécaniques qui, depuis plus de six siècles, ont si profondément modifié l'aspect de certaines parties de nos souterrains.

M. Martel et M. de Lapparent ont expliqué comment le plongement des assises favorise les décollements et augmente leur rapidité.

Or, voici les résultats que nous avons repérés dans une grande exploitation abandonnée, voisine de la crête de la colline de Saint-Martin, en face de Flambermont :

à gauche	en bas	15°	vers l'Est.
	près de l'ancien four-à-chaux	22°	vers l'Est.
	en haut	20°	vers l'Est.
		8°	vers le Sud.
au milieu	en haut	9°	vers le Nord.
		20°	vers l'Est.
	en bas	22°	vers le Nord.
		4°	vers l'Est.
à droite, en bas		3°	vers l'Est.
		6°	vers le Sud.

A l'entrée même des grottes, les bancs crayeux accusent un plongement visible au S.-E., qui augmente quelque peu vers la gauche, et dont les composantes sont :

2° 1/2 à 3° 1/2 vers le S.-S.-E.
5° vers l'Est.

Les strates des galeries centrales font avec l'horizon des angles de 10, 16 et 22° vers le N.-E., et l'on peut suivre, sur 50 ou 60 mètres, une courbure si caractérisée que l'on se rend compte de prime abord de cette allure anormale. A quelques pas du puits le plongement se décompose ainsi :

2° vers le S.-S.-E.
10° vers l'Est.

On le voit, si l'inclinaison est très variable même en des points rapprochés, elle est du moins absolument générale.

Un semblable plongement permet à l'eau d'infiltration, en outre de son travail de ruissellement et de dissolution, de s'emmagasiner dans des systèmes de fractures sans issue suffisante, et d'exercer ainsi sur les bancs du toit une pression hydrostatique souvent intense. Ainsi que nous l'écrivions en 1906 dans nos « *Recherches* », « dans de semblables circonstances, l'érosion se traduit, de temps à autre, par des décollements en masse de strates entières. L'entrée elle-même, minée simultanément par l'action de la gelée, présente un aspect ruineux très caractérisé. Large et commode aux temps de l'exploitation, elle a changé peu à peu de conformation, et l'on peut dire que l'orifice actuel est bien plutôt semblable à l'ouverture de la plupart des cavernes naturelles, qu'à celle d'une carrière. Les bancs se sont détachés du ciel de la galerie avec d'autant plus d'intensité qu'ils étaient plus rapprochés de l'orifice extérieur, et il s'est formé de la sorte un entonnoir en pente rapide, de 7 ou 8 mètres de profondeur, dont le sol n'est qu'un entassement confus de blocs énormes, et si étroit vers le bas qu'on ne peut y passer qu'avec la plus grande difficulté.

« L'effondrement des mois de juin, juillet et août 1829 est resté dans la mémoire de tous les anciens du pays, et l'on trouve à son sujet de nombreuses pièces aux Archives départementales de l'Oise [1]. Par une lettre en date du 3 juillet 1829, M. de Nully-d'Hécourt, maire de la ville de Beauvais, informe le Préfet de l'Oise que la carrière de Saint-Martin-le-Nœud vient de s'écrouler sur une surface d'environ 2 500 mètres carrés. « Cet éboulement », ajoute-t-il, « a été, dit-on, occasionné par la mauvaise manière dont la carrière est exploitée; heureusement, les ouvriers étaient absents, et personne n'a péri; mais il va résulter de cet événement, causé par l'incurie du propriétaire, et que la surveillance de l'Inspecteur des Carrières aurait peut-être prévenu, que la ville se trouvera privée pour longtemps, d'une grande partie des pierres nécessaires aux constructions. » M. Bineau, aspirant Ingénieur des Mines, écrit à M. le comte de Nogent, Maître des Requêtes, Préfet de l'Oise, le 19 février 1830 : « Un éboulement récent obstrue l'entrée de la carrière, la longue galerie inclinée qui conduit aux chantiers d'exploitation menace ruine de toutes parts. Les travaux sont fort irréguliers, et les piliers, trop petits et trop éloignés les uns des autres, ne peuvent supporter le poids des assises supérieures; aussi, au mois d'août 1829, il s'est manifesté un éboulement qui s'est étendu jusqu'à la surface du sol, où il a

(1) Série S8, Mines et Carrières. Commune de Saint-Martin-le-Nœud.

produit une excavation. » Dans les propositions, datées du même jour, de J. Géraldy, Inspecteur des Carrières, il est dit qu' « il sera nécessaire de rejeter et de tasser des déblais dans la partie souterraine qui correspond au trou circulaire qui s'est manifesté à la surface du sol extérieur, dont l'orifice sera comblé au moyen de déblais provenant, soit de la carrière, ou plus facilement encore, d'une butte voisine de ce trou, et dont il sera facile d'extraire les matières propres à ce comblement. »

« L'accident de 1829 n'est pas une exception ; et très souvent, après les infiltrations de la fonte des neiges, on entend, dans le silence grandiose des souterrains, se répercuter longuement le bruit des éboulements. On peut évaluer à plus de 5 000 mètres cubes, la masse de rochers décollés depuis l'abandon (au moins partiel) des carrières, et ce chiffre n'a rien qui puisse étonner, quand on songe que près de la moitié de ces vastes souterrains (vers Bongenoult), est complètement obstruée par de semblables éboulements. Même dans les quartiers encore accessibles, nombre de passages sont devenus difficilement praticables : les strates, tombées tout d'une pièce, se sont brisées lorsqu'elles ont touché le sol, formant des amoncellements de rochers qu'il faut franchir, alternant avec de mauvais endroits où la marche est rendue pénible et dangereuse par les larges crevasses qui coupent à chaque pas les bancs effondrés.

« Mais il arrive parfois que les effondrements se produisent au point de croisement de grandes lithoclases, ...et la chute progressive des bancs calcaires forme peu à peu de véritables *dômes*, ou coupoles grossières. On peut remarquer, à 80 mètres environ de l'entrée, sur la gauche de la galerie principale, un de ces accidents remarquables, appelé très justement le « *dôme des Éboulis* ». En montant sur des roches branlantes presque verticales, on peut atteindre une hauteur de 8 mètres au-dessus de la galerie, et l'on est alors sous une voûte ruineuse qui s'élève encore 3 ou 4 mètres plus haut. Dans cette voûte et sur les parois, on peut aisément suivre les fissures qui ont favorisé (et dirigé) ces éboulements successifs. »

Plus suggestif encore est l'aspect du *Grand Dôme*, situé sur la galerie principale, quelque 30 mètres plus loin. Toutefois, l'étude de ce dernier fait entrer en ligne de compte un nouveau facteur. De larges traînées argileuses ont ruisselé sur ses parois et dans les galeries avoisinantes, et l'on se trouve conduit à affirmer que la plupart des dômes de Saint-Martin-le-Nœud — il y en a une douzaine, dont plusieurs ne sont qu'ébauchés, — ont été partiellement produits par le transport des énormes amas argileux renfermés dans la partie supérieure des assises crayeuses. Un certain nombre

de grandes diaclases, où l'on peut aisément passer le bras, sont bourrées de ces argiles entraînées déjà par les eaux infiltrées aux dépens d'amas plus élevés, et de nombreuses poches, de 300 à 500 mètres cubes, en sont remplies. La masse imperméable se trouve lavée peu à peu par le ruissellement, ou bien, l'eau s'interposant entre la voûte de la poche et la matière de remplissage, la pression hydrostatique provoque le brusque effondrement de celle-ci. Ce mode de formation, bien apparent dans quelques dômes très réguliers des galeries de droite, est d'autant plus réel qu'il existe, près des lacs centraux, un pareil amas argileux *en voie de transport*. Le plus souvent, décollements et vidange agissent de concert, et c'est à cette double activité qu'est due la plus jolie coupole de Saint-Martin, voisine, elle aussi, des lacs centraux. Sa voûte hardie, élancée, aiguë en quelque sorte, n'a pas moins de 25 mètres de hauteur au-dessus des galeries environnantes; sa largeur n'est que de 6 mètres, mais elle dépasse 20 mètres de longueur, et l'on y accède en gravissant un gigantesque cône d'éboulis, en pente raide de part et d'autre, et qui atteint 15 mètres d'élévation. « En ce lieu, le spectacle est d'une grandeur saisissante : la lumière se joue capricieusement sur les murailles, s'accroche à leurs saillies, projette, derrière les rochers entassés, une armée d'ombres fantastiques, auxquelles elle communique une effrayante mobilité (1). »

* * *

Nous avons consigné ailleurs des observations analogues que nous avons eu l'occasion de faire dans le **Sénonien** et le **Turonien** des environs de Rouen.

« Dans toutes les falaises de cette région, les assises crayeuses se montrent criblées de fissures et de cavités, le plus souvent occupées par des amas argileux. La navigation de la Seine, entre Rouen et le Val-de-la-Haye, est, en outre de son charme habituel, très instructive à ce sujet. Il faut donc s'attendre, au cours du creusement de galeries étendues, à rencontrer assez fréquemment de semblables poches, ou même des cavités vidées par les eaux souterraines... C'est, en effet, ce qui s'est présenté pour les carrières de Caumont (Eure) ; plusieurs grottes ont été ainsi mises au jour, et le nombre de ces découvertes eût été beaucoup plus grand si l'exploitation avait été poursuivie d'après les anciennes méthodes... » (2) La « *Grotte du Crocodile* », notamment, ne diffère

(1) Albert et Alexandre Mary, *Deux lieues dans les entrailles de la Terre*, in *Globe Trotter*, n° 226. — Spelunca, Tome VI, 1906, pag. 725 et suiv.

(2) Albert et Alexandre Mary, *Notes pour servir à l'étude hydrogéologique et spéléologique du soulèvement du Bray et des accidents synchroniques*, Paris, J. Rousset, 1907.

en rien des dômes de Saint-Martin-le-Nœud ; seulement, depuis la consolidation de son revêtement stalactitique, les décollements y paraissent peu fréquents. Dans les mêmes cavernes de Caumont, la « *Grotte à l'Échelle* » fournit un autre exemple non moins précieux. « D'énormes quartiers de rochers, détachés des voûtes, ont été entaillés et striés profondément par l'eau avec une surprenante régularité, et, dans quatre directions, partent des galeries très basses où l'on ne peut avancer qu'en rampant, et *dont le sol est formé d'une couche épaisse d'argile entraînée, puis ravinée par les eaux souterraines*(1). »

Une conclusion se dégage de ces constatations. Nous l'avons formulée en ces termes : *Tout amas moins perméable et plus facile à délayer que la roche encaissante, peut, transporté par l'infiltration lente ou par tout autre mode d'action érosive, fournir le point de départ du creusement d'une grotte.*

On sait que les géologues du dernier siècle croyaient presque tous à l'origine sidérolithique des argiles de la craie. C'est pourquoi, il y a quelque quarante ans, M. Desnoyers, pressentant le principe que nous venons d'énoncer, affirmait qu'un certain nombre de cavernes sont des crevasses analogues aux filons métallifères, dont elles se différencient en ce qu'elles ont été comblées, à l'origine, par les dépôts des sources thermales. Lors des inondations dites improprement « diluviennes », tandis que l'ablation des assises supérieures provoquait la formation de vallées de dénudation, les poches situées latéralement auraient été déblayées et mises en communication avec l'extérieur, prenant ainsi l'aspect de grottes (2).

Certainement, la théorie de M. Desnoyers part d'une base que l'on peut regarder aujourd'hui comme fausse en grande partie ; elle est trop exclusive par son application aux érosions rapides, et elle ne saurait, enfin, souffrir de généralisation : la corrosion et le transport de la roche elle-même sur le parcours de lithoclases préexistantes suffisent à expliquer le creusement des canaux souterrains.

Toutefois, pour les raisons précédemment exposées, on doit se rendre à l'évidence. — Qu'une, ou plusieurs poches voisines (souvent alignées sur une faille commune) viennent à se trouver vidées ; que les brisures environnantes, érodées simultanément, s'agrandissent par degrés ; que les diaclases supérieures absorbent, s'il y a lieu, — (cette condition n'étant d'ailleurs pas indispensable), — tout ou partie d'une source ou d'une rivière d'un niveau plus élevé, et le travail des eaux ne tardera pas à trans-

(1) Albert et Alexandre Mary, *ouvrage cité*.
(2) Desnoyers, *Mémoire sur les Cavernes ;* L. Figuier, *L'homme primitif*.

former les cavités primitives, en salles principales d'une caverne, plus ou moins importante suivant le degré local d'activité des agents naturels.

Ce n'est pas tout. Des éboulements modifieront profondément l'aspect primordial des excavations, surtout des dômes esquissés par cette première action mécanique que nous venons d'exposer. Car nous savons déjà que les grottes se déplacent peu à peu dans le sens de leur toit, lentement et verticalement si les bancs se rapprochent de l'horizontale, avec plus de rapidité, à la fois verticalement et latéralement, si leur inclinaison est forte ou du moins très sensible [1].

Ces décollements, signalés plus haut dans nos carrières de Saint-Martin, se manifestent en effet, avec une intensité variable, mais d'une manière constante, dans toutes les cavernes... Même chose pour les excavations artificielles. Ainsi, les parties non aménagées des carrières de Paris offrent des endroits où se produisent par intervalles d'importants écroulements, etc...

L'un des résultats de ce déplacement des cavernes est la création de dépressions superficielles. De récentes études spéléologiques ont montré que la plupart des *cañons* des Causses tirent leur origine de cavernes effondrées : les antres de Bramabiau (Gard) sont une gorge en voie de formation, et qui sera de tous points identique, quant au faciès d'ensemble, aux vallées si pittoresques du Tarn, de la Dourbie, de la Jonte.

Il est clair que les voûtes des dômes, bien plus rapidement encore que celles des galeries, sont détruites par les décollements : c'est dans ce fait qu'il faut chercher le mode de formation de plusieurs *dolines* ou *katavothres* au Karst et en Morée, et de quelques-uns de nos *avens* français. Parmi ces derniers, — à côté de puits étroits, coudés et très profonds (dus à l'agrandissement de cassures verticales par les eaux sauvages superficielles) comme ceux de *Jean-Nouveau* (Vaucluse), de *Vigne close* (Ardèche), des *Combettes* (Lot), — on trouve de plus larges orifices, que leur forme et la structure de leur fond et de leurs parois permettent d'attribuer à des effondrements : de ce nombre sont le *Tyndoul de la Vaissière* (Aveyron) et surtout l'admirable *gouffre de Padirac* (Lot).

De même, dans un temps relativement prochain, l'érosion achèvera de vaincre la résistance des voûtes minces (2 à 6 mètres) et très fissurées des coupoles naturelles de Saint-Martin-le-Nœud. Transformées en avens béants, elles agrémenteront alors la surface de plus en plus aride du plateau, augmentant la vitesse de pénétration des eaux météoriques, et donnant un large accès

(1) Cf. Albert de Lapparent, *Leçons de géographie physique.*

dans ces ténébreuses rues souterraines au sein desquelles le travail de l'homme ne se distinguera plus guère de celui longuement accompli par les puissants effets mécaniques de l'action érosive.

VI. — RECHERCHES BIOLOGIQUES

Flore et bactériologie. — Études expérimentales sur l'influence du milieu souterrain. — Théorie physique de la karyokinèse. Faune cavernicole. — Conclusion.

Reste à examiner la biologie de nos cryptes.

La flore microscopique est particulièrement variée. Sur des matières organiques, nous avons trouvé de très nombreux échantillons de *Penicillum*. Dans les lacs, des plantes en décomposition portent de nombreuses bactéries du genre *Spirochœte*; et des fragments de bois pourri se montrent chargés d'autres bactériacées : *Leptothrix*, *Streptococcus*, ainsi que de diatomées, surtout représentées par *Actynocyclus*, *Campylodiscus*, *Isthmia*, et de conferves, faisant exclusivement partie du genre *Rivularia*. L'endochrome de ces dernières, habituellement d'un beau vert, est exceptionnellement noir, et communique sa teinte au bois en décomposition, recouvert de ces végétations microscopiques.

L'analyse bactériologique de l'eau de la source de Saint-Martin-le-Nœud prouve que la plupart de ces espèces (Isthmia, Spirochœte, Streptococcus, Leptothrix) sont véhiculées à travers les fissures du massif crétacé, et que, par suite, la craie ne saurait, à quelque titre que ce soit, être regardée comme plus filtrante que les calcaires anciens.

C'est déjà ce qu'affirmait très judicieusement M. Martel dans son *Rapport sur les conditions que doivent remplir, au point de vue sanitaire, les eaux issues des terrains calcaires*. Au fond, une pureté bactériologique même relative est loin d'être toujours assurée par la non-habitation de la zone d'infiltration.

Ajoutons que, même en dehors des cas fréquents de résurgence ou de longs ruisseaux souterrains (dont le cours est souvent inaccessible), la craie blanche offre sans doute encore moins de garanties que tout autre calcaire. Nous avons déjà dit (§ V) que les poches y abondent : beaucoup, très superficielles, et plus ou moins colmatées par des argiles, se prêtent, à certaines époques de l'année, à une stagnation à peu près complète d'une partie de l'eau reçue. Et rien n'est plus facile que la contamination microbienne, par une cause accidentelle (*pouvant se produire en des lieux entièrement inhabités*), de ces flaques souterraines qui

déborderont au premier orage, ou qui, grâce au transport de quelques centimètres cubes d'argile, s'écouleront vers les assises inférieures, portant ainsi l'infection aux ruisselets cachés *sources des sources*.

Il y aura bientôt un demi-siècle, le Dr Armieux a établi, par des observations faites en Algérie, en Italie, dans les Landes et la Sologne, que lorsque des nappes d'eau gisent sur un sous-sol imperméable (de préférence à une faible distance de la surface), il s'y développe des miasmes qui, par leur origine et leur structure, sont analogues à ceux des marais découverts, et qui produisent les mêmes maladies dans des pays où il n'existe aucune cause apparente d'insalubrité.

Nous venons de le voir, les infiniment petits peuvent tout aussi bien pulluler, non seulement dans des rivières souterraines en communication plus ou moins directe avec la surface, mais encore au sein de *nappes franchement dynamiques*.

La plus grande méfiance est donc de rigueur, spécialement à l'endroit des fontaines de la craie, dont la pureté est à la merci d'une foule de circonstances, temporaires ou permanentes, qu'il est huit fois sur dix impossible de déterminer exactement, et auxquelles on ne peut, en conséquence, apporter un palliatif efficace.

* * *

Afin de mettre en relief les divergences des espèces botaniques sous l'influence des conditions chimiques, hygrométriques, thermotropiques et phototropiques des cavernes, nous avons, en 1905, expérimenté pendant six semaines sur *Corydalis lutea*, *Fragaria vesca*, *Panicum italicum*, *Euphorbia helioscopia*, transplantés dans le limon argilo-calcaire de la berge d'un lac de Saint-Martin-le-Nœud (*Lac du Jardin*).

Le fait le plus digne d'attention dans la physiologie des pieds ainsi soustraits au milieu extérieur, consiste dans l'extrême ralentissement de la *karyokinèse*. Nous avons observé un intense accroissement des cellules, indiquant une végétation active, et portant leur diamètre à deux et trois fois celui que nous pouvions constater sur des échantillons de même espèce cultivés à l'air libre durant le même temps ; mais les phénomènes de division cellulaire, rapides chez ces derniers, étaient sensiblement nuls chez les pieds soumis à l'ambiance souterraine.

Nous avons exposé ailleurs la théorie physique que ces observations ont contribué à nous suggérer ; nous n'y reviendrons donc pas.

* * *

Au bout de deux semaines, nous avons déjà relevé chez nos pieds transplantés, de sérieuses mutations morphologiques et histologiques. *Corydalis luthea* présentait une sève très riche en calcaire ; en séchant, les feuilles noircissaient comme celles des plantes palustres et devenaient coriaces un peu à la façon des algues marines. Les limbes de *Fragaria vesca* offraient des poils épidermiques anormalement nombreux ; l'ensemble des feuilles était très spongieux par suite de la formation de méats intercellulaires remplis d'un liquide calcaire, et les tiges se montraient plus minces et sensiblement plus hautes que d'ordinaire. Nous avons également noté de nombreux méats dans *Euphorbia helioscopia*, dont la sève, évaporée rapidement, a donné des dendrites de carbonate de chaux bien apparentes sous 8000 surfaces. Mais l'exemple le plus frappant nous a été fourni par le Millet (*Panicum italicum*) : de la base, partaient de nouvelles tiges peu élevées, tout à fait incolores, et les feuilles étaient très étroites et rigides; de plus, le système conducteur présentait un commencement de minéralisation par des incrustations calcaires, et la chlorophylle, dont quelques grains existaient encore chez les autres espèces, avait totalement disparu. On sait que la chlorophylle, bien que due à l'action directe de la lumière, ne se détruit cependant pas immédiatement lorsqu'on place la plante à l'obscurité, qu'elle reste inaltérée tant que le végétal n'a pas épuisé ses réserves, et que c'est seulement quand celles-ci sont détruites que la chlorophylle disparaît (C. Flammarion).

Après six semaines, nos remarques furent encore beaucoup plus concluantes. Les feuilles de *Corydalis* étaient devenues minuscules; celles de *Fragaria* avaient acquis une forme oblongue, et perdu toute leur chlorophylle ; celles de *Panicum* offraient des vaisseaux nettement minéralisés : la sève même charriait de nombreux petits rhomboèdres fort réguliers, que nous ont révélé les excellents microscopes de la Maison Stewart, de Londres. La température constante et tempérée (13° 1/2), l'immobilité et le degré hygrométrique élevé de l'atmosphère, rendant fort lente l'évaporation de l'excès d'eau, il n'y avait plus, sur beaucoup de pieds transplantés, qu'un petit nombre de larges stomates aquifères. Enfin, grâce au peu d'aération du sol, les racines blanches, rectilignes, charnues, enveloppées d'un épiderme excessivement mince, étaient absolument superficielles.

Assurément, ces expériences, interrompues par une crue rapide des lacs, permettent de conclure que le milieu des cavernes influe puissamment sur le développement des végétaux, transforme leurs

caractères morphologiques et physiologiques, et, dans de nombreux cas, crée de nouvelles espèces. De là, ces muscinées spongieuses et rabougries, ces algues et ces cryptogames presque pétrifiés, d'une structure interne nettement différenciée, que l'on a rencontré dans nombre de grottes, et que certains naturalistes regardaient, il y a encore quelques années, comme de *bonnes espèces* indépendantes. Mais une descendance facile à saisir et le résultat de l'expérimentation, autorisent aujourd'hui à affirmer que l'on ne saurait plus, avec quelque bonne foi, nier l'adaptation au milieu et demander, sans espoir de le rencontrer, *un exemple* de la transformation d'une espèce.

D'ailleurs, nul n'ignore que l'exploration des cavernes a mis en lumière d'innombrables et probants spécimens d'une faune bien divergente de la faune extérieure. — Dans les carrières de Saint-Martin-le-Nœud, nous avons rencontré des Arachnides et des Batraciens, complètement aveugles, à côté d'autres *non modifiés* sans doute en raison de leur venue récente dans les souterrains : toute transmutation ne demande-t-elle pas, en effet, pour se caractériser, puis se fixer héréditairement, un certain nombre de générations ? Chez les grenouilles notamment, les téguments sont entièrement décolorés (la peau est d'un blanc sale), les nerfs optiques sont réduits à de grêles rudiments, et les globes oculaires, complètement atrophiés, sont recouverts d'une pellicule épidermique opaque.

Le cadre de notre monographie nous interdit évidemment de rappeler l'immense variété d'espèces cavernicoles pareillement étudiées dans les nappes et les excavations souterraines. Mais ce dont il importe de bien se rendre compte, c'est qu'ainsi, la spéléologie a secondé la philosophie biologique d'une manière aussi heureuse qu'inattendue, et pris définitivement une place d'honneur dans les sciences de la Nature.

Beauvais, ce 9 juin 1907.

ALBERT et ALEXANDRE MARY.

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 49. — OCTOBRE 1907.

LES LACS INTERMITTENTS

DE LA

RUSSIE D'EUROPE

PAR

M. A-S. YERMOLOFF

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

34, RUE DE LILLE, 34

1907

LES LACS INTERMITTENTS

DE LA

RUSSIE D'EUROPE

Les lacs intermittents, qui appartiennent à la catégorie des phénomènes du Karst, ou autrement dit du calcaire, se rencontrent, comme on sait, dans bien des pays, et ont été spécialement étudiés par les géologues ; ceux-ci en ont trouvé l'explication dans l'existence de cavernes ou cavités souterraines, reliées à ces lacs par des gouffres ou orifices béants, tantôt engloutissant leurs eaux jusqu'à les mettre à sec, tantôt les déversant de nouveau et les remplissant jusqu'à leur niveau normal. Ces phénomènes de la disparition et de la réapparition des eaux se répètent soit tous les ans, à des périodes plus ou moins fixes, soit après des intervalles de plusieurs années. Le plus connu et le plus fameux des lacs intermittents est celui de Zirknitz, en Carniole (Autriche), dont le régime a été longtemps mystérieux. D'après les recherches de MM. Turrettini et Putick, qui l'ont exploré, on sait maintenant que, lorsqu'après une sécheresse plus ou moins prolongée, les pluies commencent, tout le réseau des conduites souterraines existant sous le lac est vide ; il recueille aisément les premières infiltrations locales, mais, comme le sol est peu incliné et comme d'autre part il y existe des rétrécissements siphonnants, les conduites ne tardent pas à être bourrées à refus, il y a pléthore d'eaux souterraines ; les cavernes d'aval sont trop étroites ou trop peu en pente pour assurer l'écoulement ; et comme les crevasses d'amont amènent toujours de l'eau arrivant de régions plus élevées, le vase communiquant s'établit parmi les points ci-devant absorbants, du fond du lac : l'eau en jaillit, ils deviennent émissifs et le lac se remplit plus ou moins haut, plus ou moins longtemps, pour ne se vider que lorsque la capacité de l'échappement souterrain d'aval l'emportera sur le volume de l'apport souterrain d'amont.

Il existe sur le vaste territoire de la Russie d'Europe un grand nombre de lacs intermittents, dans le genre de celui de Zirknitz. On les trouve tant dans le nord, qu'au midi, à l'est comme à l'ouest, presque sans distinction d'âge géologique, dans toutes les régions où les terrains calcaires sont plus ou moins développés. Néanmoins, quelques-uns de ces lacs présentent des particularités, qui les distinguent du lac de Zirknitz et rendent l'explication des phénomènes de la disparition et de la réapparition de leurs

eaux plus difficile. C'est pourquoi nous croyons intéressant d'en donner la description et d'attirer sur eux l'attention de nos lecteurs et surtout des spécialistes, qui y trouveront peut-être du nouveau pour eux.

L'existence des lacs intermittents et d'autres phénomènes du Karst en Russie, tels que gouffres ou abîmes, cavernes, etc., a été maintes fois signalée, et l'on peut en trouver mention dans le journal *La Géographie* (juillet 1901), ainsi que dans la revue *Spelunca, Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie*, nos 42

et 43, juillet à décembre 1905. Mais nous tenons à en donner une description plus détaillée, surtout pour mettre en relief les traits particuliers qui leur sont propres.

La région la plus intéressante sous le rapport des phénomènes Karstiques, qui s'y rencontrent fréquemment, est le gouvernement d'Olonetz et d'Archangel, au midi et au nord-est du lac Onega. Elle n'est pas très difficile à visiter, car elle est traversée par la ligne du chemin de fer Vologda-Archangel, et quelques-uns des lacs dont nous voulons parler se trouvent à une petite distance de la voie ferrée.

Cette région a été décrite par MM. Koulikowski, Krouber, Gitkoff, Boutourline et Saphonoff, qui ont publié les résultats de leurs explorations dans le journal *Zemlewcjedenié*, rédigé par le professeur et académicien Anoutchine, de l'Université de Moscou. C'est aussi à ce journal que nous empruntons les quelques figures que nous reproduisons ici, afin de donner une idée de la contrée et de l'aspect même de ces lacs. Ailleurs, des phénomènes du même genre, quoique présentant moins d'originalité, se rencontrent dans les gouvernements de Novgorod, Smolensk, Pskow, Nijni-Nowgorod, Toula, Perm, Oufa, Wolhinie, en Pologne et au Caucase. Mais c'est à la première région — Olonetz-Arkhangel — que nous nous arrêterons plus spécialement.

Je parlerai tout d'abord des lacs intermittents, qui se trouvent dans la partie méridionale du gouvernement d'Olonetz, entre les grands lacs d'Onega et de Bieloie-Ozero (ce dernier dans le gouvernement limitrophe de Nowgorod), sur la ligne de partage des eaux du bassin de la Mer Baltique et de celui de la Wolga, à une altitude de 128 à 170 mètres au-dessus du niveau du lac Onega. D'après les explorations de M. Koulikowski, cette région appartient à l'étage dévonien ; d'après d'autres géologues — au système carbonifère, et les terrains calcaires y sont très développés. M. Koulikowski constate l'existence de huit lacs intermittents et en dresse une petite carte que nous reproduisons ici (fig. 1). Ce sont les lacs Dolgozero, Griaznoie-Ozero, Chimozero, Kouchtozero, Kaino, Oundozero, Almozero et Loukhtozero (Ozero veut dire « lac » en russe). Les trois premiers sont les plus élevés, le lac Kaino est situé le plus bas. Tous ces lacs sont entourés de marais, et un grand nombre de petites rivières et de ruisseaux y déversent leurs eaux.

Le Chimozero occupe une superficie de 11,38 kilomètres carrés, et a de 2 à 8 mètres de profondeur. Les bords de ce lac sont assez élevés, escarpés ; vu de loin, il semble encaissé dans un vallon. Sa forme est excessivement variable, selon la quantité d'eau qu'il contient. Tantôt il est tout rond, tantôt il assume la forme d'un

croissant, tantôt, enfin, il disparaît entièrement, et l'on ne voit à travers le champ nu qui le remplace, qu'un petit ruisseau portant ses eaux du nord au sud-est. L'existence de ce cours d'eau se manifeste même lorsque le lac est dans son plein et la profondeur du lac est toujours plus grande dans sa direction que dans ses autres parties. On pourrait même dire que le Chimozero n'est point à proprement parler un lac, mais le déversoir, dans un bas-fond, des eaux de la petite rivière Kondoma, qui découle du Griazenœ-Ozero, et après avoir traversé le Chimozero, continue son cours. A une distance de près de 22 kilomètres du lac, elle se termine par un gouffre ou abîme, appelé « la Fosse noire », dont la profondeur a été évaluée à 43 mètres. Dans ce gouffre, qui a la forme d'un entonnoir, l'eau tourne en tourbillonnant de droite à gauche, dans la direction du mouvement du soleil ; le centre de ce mouvement tournoyant ne se trouve pas au milieu du gouffre, mais plus près de son bord sud-est, et c'est ici que l'on constate sa plus grande profondeur. Le poisson du lac est entraîné en masse par le courant puissant de l'eau et les paysans des alentours viennent y pêcher avec leurs filets, qui parfois s'enroulent sur eux-mêmes par le mouvement rotatoire de l'eau dans le gouffre et seraient aspirés dans les profondeurs, si l'on n'avait soin de les attacher à un pieu fixé sur le rivage. Le niveau de l'eau dans le gouffre est très variable selon les saisons, et correspond à sa hauteur dans le lac. Les écarts entre la hauteur de l'eau dans le lac atteignent à 16 1/2 mètres, et l'étiage le plus élevé est généralement constaté au commencement de l'été, ayant son maximum vers la première moitié du mois de juin. Peu après, les eaux baissent tant dans le lac que dans le gouffre, et dans les rivières qui réunissent entre eux les différents bassins de ce système.

Le lac Chimozero a son étiage le plus bas généralement en automne, à partir de la fin d'août jusqu'au mois de novembre, et c'est vers cette dernière époque qu'il se vide parfois entièrement, sauf le petit ruisseau, désigné plus haut, qui continue son cours et se déverse dans le gouffre, formant des rapides et une cataracte finale dont la hauteur atteint à 30 mètres. Plus tard encore, après que le lac s'est vidé, les eaux du ruisseau s'écoulent dans l'abîme en petits filets à travers les pierres, et le gouffre prend alors l'aspect d'un entonnoir, ne contenant de l'eau que dans ses profondeurs. La nappe de l'eau que l'on aperçoit au fond du gouffre n'est jamais constante ; tantôt elle s'abaisse, tantôt elle s'élève — « l'abîme respire », disent les habitants du pays, — mais elle conserve toujours son mouvement rotatoire. Quelquefois la disparition des eaux retarde et n'a lieu que quand le lac et le gouffre sont couverts de glace. A mesure de l'abaissement des

eaux la glace descend, se fendille et se dépose au fond. Au-dessus de l'abîme elle se rompt, en formant un entonnoir, couvert de glaçons sur ses parois.

Tous les trois lacs de ce système (le Dolgozero, le Grioznœ-Ozero et le Chimozero), communiquent entre eux par des canaux naturels, mais, comme le dessèchement et le remplissage de ces lacs n'a pas lieu simultanément, le courant dans ces canaux change parfois de direction. Ainsi, au printemps, le niveau du

Le Dolgozero avec gouffre sous-lacustre.

Dolgozero étant plus haut que celui du Griaznœ-Ozero et celui-ci plus haut que le Chimozero, l'eau coule du premier dans le second et le troisième, et de ce dernier dans la Fosse Noire — le gouffre qui l'engloutit. Mais à partir de juin, le niveau du Griaznœ-Ozero s'abaisse plus rapidement que celui du Dolgozero, et l'eau dans le canal se met à couler, dans la direction opposée ; le Griaznœ-Ozero se déverse alors dans le Dolgozero, où l'eau finit par être engloutie par un abîme, qui se trouve dans ce lac. Le gouffre du Dolgozero

est assez pareil à celui du Chimozero, mais il ne se désemplit jamais autant que ce dernier. Son étiage le plus bas est constaté vers Noël. Aux approches du printemps, le Dolgozero se remplit le premier et l'eau reprend son cours normal, de celui-ci dans le Griaznœ-Ozero, de là par la rivière Kondoma dans le Chimozero ; ce dernier une fois rempli, l'eau se dirige de nouveau vers la Fosse Noire, et finit par la remplir à son tour jusqu'au bord. Chaque automne, tout recommence dans le sens inverse.

Il est évident que l'explication de ces phénomènes-là est conforme à celle que l'on donne pour le lac de Zirknitz ; ils sont dus à des cavités souterraines, qui doivent se trouver au-dessous et aux alentours de ces lacs. Mais, comme l'on a ici un écoulement constant, soit par l'un, soit par l'autre des gouffres sus-mentionnés, on se demande ce que deviennent les eaux absorbées par ces gouffres ? Comme on ne peut supposer qu'elles s'en aillent dans les entrailles de la terre, on en arrive à présumer l'existence de cours d'eaux souterrains. Nous verrons ailleurs des faits qui semblent confirmer cette présomption. Une série de petits abîmes au fond desquels on aperçoit de l'eau, s'étend entre le gouffre de la Fosse Noire vers la rivière Megra, un des affluents du lac Onega. On suppose que ces abîmes suivent le cours d'une rivière souterraine, indiquée sur le plan ci-dessus en pointillé ; quoiqu'ils ne présentent point une ligne ininterrompue, et que toute trace de ce cours d'eau présumé se perde avant d'arriver à la Megra, il est permis de supposer que le système des trois lacs sus-mentionnés déverse ses eaux, tant par voie souterraine que par cette rivière dans le lac Onega. Il se peut même que la voie souterraine, se dirigeant vers la Megra, ait un embranchement, conduisant l'eau soit directement dans le lac Onega, soit dans une petite rivière nommée Pédajma, affluent de la Megra, soit même dans le système des lacs dont nous parlerons ci-après, et qui appartiennent au bassin du lac Bielo-Ozero. On prétend que des poissons pris dans le Chimozero et remis à l'eau avec des marques spéciales, ont été repêchés plus tard dans l'Onega et dans l'Oundozero. Ces lacs n'ayant aucune communication visible entre eux, il faut croire que le poisson a fait ces migrations par voie souterraine.

L'existence de cours d'eau souterrains est encore confirmée par des faits d'une autre nature. Outre les petits abîmes, dont nous venons de parler, il se produit parfois des irruptions d'eau, des sources apparaissent, des fontaines commencent à jaillir inopinément au milieu des terrains secs jusque-là et ne présentant rien d'anormal. Ainsi, en 1872, à la rive gauche de la rivière Pedajma, à 12 kil. du village Kochtouga, dans une prairie appartenant à un des paysans de ce village, la terre creva soudain, et

il se forma une espèce de cratère, par lequel jaillit une fontaine puissante d'eau boueuse, qui entraînait et jetait en l'air, à la hauteur de plus de 4 mètres, de la vase, du sable et même des pierres. Ce geyser fonctionna plusieurs jours, après quoi la fontaine cessa de jaillir, mais il resta à sa place une source abondante. Pendant toute la durée de ce phénomène, les eaux de la fontaine se déversaient dans la rivière en telle abondance, qu'elle déborda et donna lieu à une véritable inondation, emportant des meules de foin, des enclos et même des bâtisses. En même temps l'eau de la Mégra devint tellement trouble, qu'il fut impossible de la boire et il se forma à l'embouchure de la Megra dans le lac Onega un dépôt de vase et de sable de près de 3 kilomètres de longueur. On peut juger par là de la force de l'éruption et de la masse des matières solides que la fontaine jaillissante emporta des profondeurs de la terre. Il faut croire que les canaux souterrains, par lesquels l'eau avait son découlement naturel, furent bouchés par suite de quelque éboulement et il se produisit une si forte pression, que l'eau finit par se frayer un nouveau passage en rompant l'écorce du sol, d'où fontaine jaillissante d'abord et source constante ensuite, quand l'équilibre hydrostatique se rétablit. Il est également probable que petit à petit l'ancien cours d'eau souterrain fut déblayé et l'eau reprit son courant normal, sans quoi la source aurait donné naissance à toute une rivière nouvelle, ce qui n'a pas eu lieu en réalité. On assure que des faits du même genre ont lieu fréquemment, quoique avec moins d'intensité, mais toujours dans la direction présumée du passage souterrain vers le lac Onega, du Midi au Nord.

La deuxième suite de lacs intermittents se trouve dans la même localité, à l'est de la première et dans le bassin du Biélo-Ozero. Ces lacs sont plus importants par leur étendue et leur profondeur, mais les phénomènes qui s'y produisent sont à peu près identiques à ceux que nous venons de décrire. Le lac Kouchtozero, dont les bords ont une conformation à peu près semblable à ceux du Chimozero et qui est comme ce dernier encaissé dans un vallon, occupe une superficie de 23 kilomètres carrés et sa profondeur atteint 13 mètres. Aussi, le dessèchement complet de ce lac a-t-il lieu beaucoup plus rarement. D'après M. Koulikowski, il a été constaté pour la dernière fois en 1859, et une grande partie du lac est alors restée à sec pendant plusieurs années. L'ancien fond s'est transformé en une belle prairie que les paysans des alentours ont fauchée ; ils en ont même défriché une partie et y ont semé de l'avoine, qui leur a donné deux années de suite des récoltes splendides, bien supérieures à celles de leurs champs habituels, mais la troisième année les semis d'avoine ont été envahis par les eaux revenues.

Néanmoins, le dessèchement partiel du lac a lieu périodiquement, tous les 3-4 ans. L'eau disparaît par un gouffre, situé à la partie du sud-est du lac et avec lequel celui-ci est relié par une espèce de canal. La profondeur du gouffre est de 25 1/2 mètres ; dans les années où le gouffre s'est vidé, on a pu apercevoir, entre les schistes et les calcaires qui en forment la base, deux orifices béants et une série de petites ouvertures dans la partie inférieure de l'une de ses parois, par lesquelles l'eau s'écoule comme par un tamis, en rendant un son caractéristique que les paysans comparent au bruissement du remous d'un bateau à vapeur en marche. Le Kouchtozero étant très poissonneux, et la pêche du poisson faisant l'occupation principale des habitants riverains, la disparition de l'eau et du poisson avec, leur cause un grand préjudice matériel. Aussi, ont-ils imaginé de construire une digue pour barrer le canal qui conduit l'eau au gouffre et en prévenir l'écoulement. Ceci leur a parfaitement réussi ; et depuis le lac ne se vide plus comme auparavant, quoique les variations plus ou moins grandes du niveau s'y manifestent toujours. Quand les eaux atteignent leur maximum de hauteur, il se forme un second canal, qui les conduit également vers le gouffre, mais le niveau de l'eau ne descend plus au-dessous de la hauteur de la digue.

Le Kouchtozero n'a aucune communication apparente avec les trois autres grands lacs de ce système, le Louchtozero, qui en est tout voisin, le Oundozero et le Kaino. Ceux-ci sont reliés entre eux par des conduits d'eaux superficiels, ce qui n'exclut pas la possibilité de l'existence en outre de canaux souterrains, d'autant plus qu'aucun de ces lacs n'émet de cours d'eau, qui les relient avec les rivières et les bassins du système du Bieloe-Ozero et même du lac Onega, appartenant au bassin de la Mer Baltique. Cette supposition semble confirmée par les racontars des paysans, que des poissons pris et marqués et relâchés ensuite au Chimozero, furent repêchés dans l'Oundozero. Un brochet, pris et relâché dans le lac Kaino, aurait été repris dans le Bielo-Ozero, et ainsi de suite.

Des trois lacs de ce groupe, il n'y a que le Kaino qui se vide de temps en temps entièrement. Sa longueur est de 4 kilomètres, sa largeur de 1/2 kilomètre ; il est parsemé de petits îlots, que l'on y compte jusqu'à soixante-dix. Il est relié par un chenal qui traverse un village au pied de son église, avec le lac Oundozero, qui occupe le milieu du système, et ce dernier se relie également par un canal avec le Louchtozero. Le lac Kaino est situé plus bas que les deux autres, dont les eaux ont toujours un courant vers celui-ci. Autrefois le lac Kaino disparaissait souvent, tous les trois ou quatre ans, mais depuis 1872 ses disparitions sont devenues beaucoup plus rares. Comme dans le cas précédent,

les riverains profitaient de la disparition des eaux pour faucher l'herbe et semer l'avoine au fond desséché du lac, fécondé par une couche abondante de vase. Le lac une fois vidé, ne se remplissait généralement qu'à l'automne. Les eaux du lac Kaino, et celles qui lui arrivent des lacs voisins, sont englouties par un abîme, dont nous reproduisons ici la vue. Il est rond comme les autres, sa profondeur est de vingt-et-un mètres ; l'écoulement de l'eau se fait par un orifice que l'on remarque près du fond, dans la paroi sud-est du gouffre. Le Kaino étant encore plus poissonneux que les autres lacs, les paysans ont essayé de faire une digue autour du gouffre pour prévenir l'écoulement des eaux et la perte du poisson, mais ici cela ne leur a pas réussi, — la digue a été emportée par la violence du courant. En revanche, il paraît qu'à partir de 1890 les conduits souterrains se sont bouchés, et le gouffre a suspendu son fonctionnement pendant plusieurs années. Les paysans ne s'en sont pas trouvés plus heureux pour cela, car l'apport des eaux par les pluies automnales et par la fonte des neiges au printemps n'étant plus contrebalancé par leur écoulement, le lac déborda et inonda les alentours, jusqu'aux bâtiments du village voisin. Quelque temps après, les eaux finirent par reculer et le lac reprit son aspect et sa conformation normales.

Les lacs Oundozero et Louchtozero ont leurs gouffres respectifs, pareils à ceux du Kaino, mais il paraît qu'ils jouent un rôle moins important, car ces deux lacs ne se vident jamais entièrement et ont en outre un écoulement constant vers le Kaino.

Le long de la crête montagneuse qui s'étend à l'est des trois lacs dont nous parlons, on remarque une série de gouffres et d'abîmes secondaires, dont quelques-uns se sont formés de mémoire d'homme, et même dans les dernières années, au milieu des bois, des prairies et des terres arables. On prétend qu'il y a eu des bâtisses englouties dans un de ces éboulements. La largeur de ces abîmes varie de 2 à 10 mètres et leur profondeur atteint à 8 mètres. Quand ces abîmes ne sont pas comblés par des éboulements postérieurs, on aperçoit l'eau au fond, et la hauteur de l'eau dans l'abîme monte ou descend selon la hauteur du niveau des lacs environnants. Il est donc évident qu'ils sont reliés à ceux-ci, d'autant plus que les eaux des abîmes nouvellement formés sont poisonneuses et les paysans y font la pêche ; on y trouve les mêmes espèces de poissons que dans les lacs voisins, avec lesquels ils n'ont aucune communication superficielle.

A l'est du lac Kaino, bien au-dessous de celui-ci et dans la même direction que les abîmes sus-mentionnés, on voit surgir de terre, par un orifice de 20 mètres de diamètre, une source puissante. L'eau y monte avec une extrême violence sur toute la

largeur de l'entonnoir et bouillonne hiver comme été, sans se congeler pendant les plus grands froids de la saison hivernale. On a constaté que plus les eaux du lac Kaino sont hautes, plus le débit de la source, que l'on appelle « Talik », est abondant, et plus l'eau en jaillit avec force. L'eau du Talik est généralement très froide et très pure. Mais quand, par suite de l'apport des eaux printanières, ou par d'autres raisons, les eaux du lac Kaino se troublent, quand elles amènent au gouffre qui les engloutit de la vase du fond, les eaux de la source se troublent aussitôt. Il est donc évident qu'ici encore nous avons affaire non à une source proprement dite, mais à la résurgence d'une rivière souterraine, qui reprend ensuite son cours à ciel ouvert. En effet, la source Talik donne naissance à une rivière du même nom, qui porte ces eaux dans la rivière Cholo, affluent du lac Bielo-Ozero. Ainsi, quoique les trois lacs de ce système semblent être absolument isolés et n'aient point de communication apparente avec le lac Bielo-Ozero, leurs eaux s'y déversent néanmoins par des conduits en partie souterrains et n'émergeant à la surface qu'à une certaine distance du gouffre qui les a engloutis. Les lacs semblent donc appartenir au bassin de ce dernier lac, qui fait partie du bassin de la Wolga, mais il est à présumer qu'une certaine quantité de leurs eaux peut être entraînée par d'autres canaux souterrains, dont on trouve la trace dans des gouffres isolés, vers le lac Onega, du bassin Baltique.

Le huitième des lacs intermittents de cette partie du gouvernement d'Olonetz, l'Almozero, qui est situé assez loin des précédents, au nord-est, possède aussi un gouffre qui engloutit ses eaux, mais il ne se vide jamais en entier.

Non loin de la région que je viens de décrire, mais sur le territoire du gouvernement voisin de Novgorod se trouve le lac Droujino, présentant les mêmes phénomènes d'intermittence. Ce lac, qui mesure 15 kilomètres carrés de surface, est absolument isolé, et il n'en découle aucune rivière ni ruisseau, tandis que plusieurs affluents lui apportent leurs eaux. Il se vide périodiquement tous les sept ans, parfois tous les trois ans et quelquefois même plusieurs années de suite. On remarque vers ses bords nord-ouest cinq trous ou abîmes, dont la profondeur varie de 9 à 32 mètres, tandis que la profondeur du lac même ne dépasse pas 2 mètres. Les parois des gouffres sont presque verticales. L'engloutissement de l'eau du lac par ces gouffres a généralement lieu en hiver, à la mi-décembre, parfois vers le printemps, mais il est des années où le phénomène s'est produit au mois d'août, aux approches de l'Assomption.

L'engloutissement de l'eau est très rapide, le lac se vide en 24 heures. Le poisson, dont le lac abonde, est en partie entraîné dans les profondeurs du gouffre, mais une masse de poisson se

dirige contre le courant, cherche refuge dans les affluents du lac, se blottit dans les endroits plus profonds et périt ensuite sous la glace quand celle-ci descend au fond. Vers le printemps, le lac s'emplit par l'apport des eaux de ses affluents, qui découlent des lacs voisins, mais pendant 2 ou 3 années on n'y trouve pas de poisson du tout. Petit à petit, il lui revient par ses mêmes affluents et se reproduit en masse, grâce aux conditions très favorables qu'il y trouve, une grande abondance de plantes aquatiques, des myriades de larves d'insectes etc. Les espèces de poisson qui y dominent sont le brochet et la perche. Afin de prévenir la disparition du lac, très onéreuse pour les pêcheurs des alentours, on a voulu y remédier en barrant les cours d'eau par lesquels l'eau se déverse du lac dans les gouffres, mais l'entreprise a échoué tout comme pour le Kaino, la digue ayant été emportée par le courant, dont la violence est ici tout aussi extrême. L'eau s'en va, mais on n'a aucun indice sur la direction du conduit souterrain qui doit s'ouvrir dans le gouffre. Se déverse-t-elle dans la rivière la plus voisine du lac, la Kième ? Rien dans le cours de cette rivière ne le ferait supposer et l'on croit plutôt que les eaux du Droujino vont alimenter le grand lac Bielo-Ozero. Ce lac, dont l'étendue est de 1.115 kilomètres carrés, possède, à ce qu'il paraît, ses propres gouffres ou abîmes. Les pêcheurs affirment que dans les différentes parties du lac il est des endroits exceptionnellement profonds. L'eau y tourbillonne perpétuellement en faisant tourner les bateaux sur eux-mêmes et en entraînant les filets vers le fond avec une telle violence qu'il est impossible de les en retirer. Si une partie de leurs filets est prise par le tournant, les pêcheurs s'empressent de la couper et l'abandonnent au courant qui l'engloutit, pour sauver le reste.

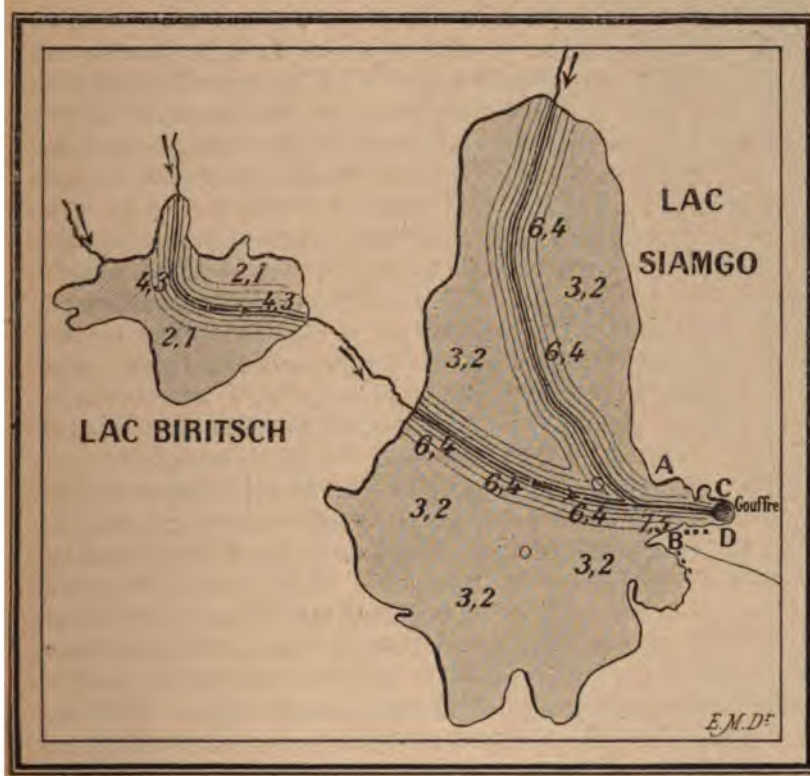
Des lacs du même genre se trouvent dans d'autres parties du gouvernement de Novgorod, ayant tous des gouffres qui engloutissent leurs eaux. Quelques-uns se vident entièrement, d'autres partiellement. Parmi ces lacs il en est un, le Gloukho-Ozero, dans le district de Borovitchi, qui présente cette particularité, que le niveau de ses eaux baisse régulièrement pendant sept années consécutives et le lac ne se vide tout à fait qu'à la fin de la septième ; on aperçoit alors les gouffres sous forme d'entonnoirs qui les ont engloutis. Ensuite l'eau commence à monter, mais il faut encore sept ans pour que le lac atteigne son niveau normal. Dans le même district, un autre lac, le Soukho-Ozero se vide presque tous les ans. On remarque que les années où le lac ne se désemplit pas sont généralement désastreuses pour l'agriculture, les récoltes souffrent par excès d'humidité. Il est évident que dans ces années, et par la même cause, les cavités souterraines

qui servent de déversoir aux eaux du lac sont pleines et ne peuvent plus jouer leur rôle habituel, ce qui explique parfaitement cette coïncidence.

Tous les lacs intermittents dont nous avons parlé jusqu'ici, ont ceci de particulier que les gouffres qui engloutissent leurs eaux, jouent un rôle absorbant, mais jamais émissif. Une fois engloutie par le gouffre, l'eau s'en va au loin en suivant des conduits souterrains, sans jamais revenir par la même voie à sa source première. Ils se distinguent donc par là du lac Zirknitz, dont les gouffres sont tantôt absorbants et tantôt émissifs. Une fois vidés, ces lacs ne se remplissent plus que graduellement, par l'apport des eaux de leurs affluents, s'ils en ont, ce qui n'est pas toujours le cas, des pluies automnales et surtout par les eaux qui proviennent de la fonte des neiges au printemps. La durée de l'écoulement varie de vingt-quatre heures à quelques années ; le remplissage, au contraire, est toujours très lent et dure jusqu'à sept ans, comme dans le cas du lac Glukho-Ozero. Les périodes pendant lesquelles les lacs restent à sec ou remplis sont tout aussi variables, l'intermittence n'est jamais régulière, et les époques auxquelles se produit l'écoulement ne sont pas plus fixes, quoique ce phénomène se manifeste plus souvent pendant la saison hivernale, et plus rarement vers le printemps ou en automne.

Mais voici un lac qui présente un caractère tout différent. C'est le lac Siamgo, situé dans la même région du Karst septentrional, sur le territoire du gouvernement d'Arkhangel, district d'Onéga, non loin de la petite station Jemtzy, du chemin de fer reliant la ville de Wologda à celle d'Arkhangel. Le lac a été exploré et décrit en détail par MM. Jitkoff, Boutourline et Saphonoff dans le journal « Le Zemleviédénié ». Le Siamgo, tout comme les lacs précédents, n'a aucun écoulement superficiel, mais plusieurs affluents lui apportent leurs eaux provenant tant des marais voisins, que de différents autres lacs auxquels il est ainsi relié, entre autres le lac Biritz. Ce lac est relativement petit, il n'a que 8 kil. car. de superficie et sa profondeur dépasse rarement 4 mètres, sauf dans une espèce de chenal qui le traverse de l'ouest à l'est, avec une ramification du nord au midi, où les sondages montrent de 6 à 7 mètres 1/2. Ce chenal forme la prolongation de deux affluents, dont l'un vient du Nord, et l'autre amène au Siamgo les eaux du petit lac voisin le Biritch. Après avoir traversé le lac de part en part, ce chenal se prolonge au milieu d'un promontoire de la longueur de 425 mètres environ sur le côté est du lac et se termine par un gouffre sous forme d'entonnoir. La superficie de ce gouffre mesure près de 900 mètres, sa profondeur atteint 20 mètres au milieu. Pendant les sondages, la sonde

paraissait rencontrer quelquefois des trous beaucoup plus profonds, d'où il était très difficile de la retirer, et il a été impossible de mesurer leur profondeur. Il est évident que ce sont des orifices d'échappement. A côté du gouffre principal, on a pu constater dans la partie est du lac, non loin de ses bords, l'existence de plusieurs autres entonnoirs, beaucoup plus petits, ne mesurant pas plus de 5 mètres d'envergure, et dont la profondeur



ne dépassait pas 6-10 mètres. Ces entonnoirs étaient remplis de vase, qui rendait leur sondage très difficile, la sonde n'y pénétrait pas, et des perches de 6 mètres n'en atteignaient pas le fond.

Voici, maintenant, les phénomènes d'intermittence observés dans le Siamgo, et le fonctionnement tout particulier de son gouffre. La disparition des eaux du lac a lieu périodiquement et régulièrement une fois tous les quatre ans; de mémoire d'homme, il n'y a eu que deux exceptions à cette règle. Une fois, le lac est resté sept ans sans se désemplir, et une autre fois le phénomène s'est reproduit après un intervalle de deux ans, au lieu de quatre.

Les eaux du Siamgo disparaissent toujours vers le commencement du printemps, un peu avant la fonte des neiges et quand le lac est encore couvert de glace. L'eau s'écoule par le gouffre d'au-dessous de la glace, celle-ci descend au fur et à mesure, se rompt et se dépose au fond du lac. Les parois du gouffre, qui forme un orifice béant de la profondeur de 20 mètres, sont aussi recouverts de glaçons rompus et s'étageant verticalement les uns sur les autres. Mais l'entonnoir de l'abîme ne se vide jamais en entier, l'eau restant à la partie inférieure du cône renversé qu'il forme; la hauteur de la colonne d'eau au fond du gouffre n'a pas moins de 6 mètres, tandis que le lac se trouve absolument à sec, sauf dans les petits canaux qui le traversent, et où elle continue à couler en petits ruisseaux. La différence des niveaux du lac quand il est en son plein et après son écoulement dans les abîmes de la terre atteint à 15 mètres. Mais le niveau de l'eau qui reste au fond du gouffre n'est jamais stationnaire, il monte et descend par deux fois dans les 24 heures, tout comme le flux et reflux de la mer. Je ne saurais donner l'explication de ce phénomène, d'autant plus remarquable par la régularité avec laquelle il se manifeste. On ne pourrait y voir l'influence de l'Océan, dont le lac Siamgo est distant de plusieurs centaines de kilomètres.

Le Siamgo étant très poissonneux, les habitants des alentours guettent le moment de l'écoulement de ses eaux pour venir y pêcher. Ils apprennent l'approche du phénomène par la disparition presque simultanée de sources nombreuses qui se trouvent dans les environs et même à une distance assez éloignée du lac, jusqu'à 12 et parfois 16 kilomètres. Ceci prouve l'existence de tout un système de canaux souterrains, rattachés au Siamgo. La pêche a lieu généralement sur l'emplacement même du gouffre; les pêcheurs, qui ont leurs petites huttes au bord du lac, font des trous dans la glace pour y étendre leurs filets. Malgré l'abondance du butin qu'ils y obtiennent, ils affirment qu'une grande quantité de poissons est entraînée par le courant et engloutie dans les profondeurs du gouffre, mais le lac se repeuple dès que l'eau y revient.

L'écoulement de l'eau se fait avec une grande rapidité — en deux ou trois jours le lac est vide. M. Saphonoff, auquel nous devons une étude détaillée du phénomène, affirme que dans les commencements l'eau ne s'écoule que lentement, mais plus tard, il a constaté qu'en un seul jour, de 8 h. 40 du matin à 3 h. de l'après-midi, le niveau de l'eau dans le lac avait baissé de 12 mètres. A mesure que l'eau s'écoulait de dessous la glace, celle-ci s'abaissait et se crevassait avec fracas. Dans le gouffre même la couche de glace descendait à vue d'œil.

Ce qui distingue particulièrement le lac Siamgo des autres lacs de la région, c'est la manière dont il se remplit. Tandis qu'ailleurs,

comme je l'ai indiqué plus haut, l'eau s'engouffrant dans les gouffres ne revenait jamais par le même chemin, et les lacs se remplissaient par les eaux provenant de la fonte des neiges, les eaux de pluies et par l'apport de leurs affluents, — restant quelquefois à sec pendant plusieurs années de suite, — ici c'est tout le contraire. Le gouffre absorbant devient bientôt émissif. Le lac n'est vide que pendant quelques jours, deux à trois au plus, et l'eau remonte par le même gouffre avec une rapidité encore plus grande que son écoulement. Ainsi, d'après les observations de M. Saphonoff, faites en 1902, le Siamgo s'est entièrement vidé en deux jours, du 29 avril au 1er mai, et le lendemain, 2 mai, au matin, l'eau a commencé à affluer du fond du gouffre avec une telle vitesse, que le soir du même jour le lac avait atteint son plein. A certains moments, il se formait comme un jet d'eau en-dessus de l'abîme, et les glaçons tournoyaient à la surface de l'eau qui montait de 0,7 à 1,5 mètres par heure. Les glaçons déposés à sec sur le fond, montaient à mesure, et à l'approche de la nuit le Siamgo avait repris son niveau normal et son aspect habituel, sauf que la glace qui le recouvrait comme avant, était crevassée, dans toutes les directions, surtout au-dessus des canaux d'écoulement et du gouffre. Le phénomène, observé par M. Saphonoff en 1902, a eu lieu, paraît-il, cette année beaucoup plus tard qu'à l'ordinaire. Généralement il se produit dans la seconde moitié du mois de mars.

A ce que prétendent les habitants des environs, quand le Siamgo se vide, les petits lacs voisins, reliés avec lui par les petits canaux dont j'ai parlé, se vident avec, et se remplissent dès qu'il se remplit à l'aide de ces mêmes canaux.

Et maintenant, comment expliquer ce phénomène, cette disparition si rapide des eaux du lac Siamgo, et leur retour plus rapide encore un ou deux jours après? J'ai dit qu'il devait exister dans la région toute une série de canaux, de cours d'eau et d'abîmes souterrains, dont la présence se manifestait, tant par l'irruption soudaine de leurs eaux à la surface de la terre et la formation de sources nouvelles, que par leur disparition tout aussi soudaine dans les profondeurs de la terre. Ainsi, au mois de février 1902, la rivière Chéleksa, distante à 7 ou 8 kilomètres du Siamgo, a emporté une partie de sa rive gauche et s'est engloutie sous terre, en laissant sans eau trois villages situés sur ses bords, et n'a résurgé qu'à plusieurs kilomètres en aval. Des phénomènes du même genre sont assez communs dans toute la région. On peut donc croire que le gouffre de Siamgo aboutit à un de ces canaux souterrains, qui reste généralement obstrué, et alors le lac garde le plein de ses eaux. Mais périodiquement, tous les quatre ans en règle commune, et toujours à peu près à la même époque, les

eaux se frayent un passage à travers ce barrage, et le lac se désemplit. Mais ce canal d'écoulement se referme bientôt après, et les eaux, sous l'influence de la pression hydrostatique, remontent par le même orifice qui a servi à leur engloutissement. Ce n'est qu'une explication bien sommaire, il est vrai, mais je ne puis en donner d'autre, et c'est surtout la périodicité si régulière du phénomène et sa durée si courte, ainsi que la question de savoir d'où vient toute cette masse d'eau et cette énorme pression hydrostatique qui m'embarrassent.

Il se produit dans le gouvernement d'Olonetz encore une autre série de phénomènes sur lesquels je tiens à appeler l'attention du lecteur, car je ne sache point qu'ils aient été observés ailleurs, du moins en Russie. Ce sont les changements subits et périodiques de la direction du cours d'eau dans certaines rivières, qui de temps en temps se mettent à couler à rebours, d'aval en amont. Telles sont les rivières Dolgozerka, Chouya et autres. Cette dernière qui prend naissance dans le lac Oushkozero et forme l'affluent d'une autre rivière plus grande, portant le même nom, change de direction au moins 15 fois par an. Tantôt elle déverse ses eaux dans la grande Chouya, tantôt elle rebrousse chemin et les rapporte au lac Oushkozero. Ce phénomène se répète plus souvent l'hiver que l'été. A ces moments la glace qui recouvre la rivière se rompt avec un bruit qui rappelle des coups de canon, et fond bientôt après, — fût-ce même au cœur de l'hiver. Cette débâcle intempestive dure environ trois jours, l'eau monte, coule à rebours vers le lac et se congèle de nouveau, parfois en une seule nuit, quand la saison est rigoureuse. Quelque temps après tout recommence, mais en sens inverse, la rivière reprend son cours normal, et ainsi de suite. Souvent, on observe la même chose dans les cours d'eau qui réunissent deux lacs, ce dont j'ai déjà parlé.

Malgré l'étrangeté du fait de voir une rivière rebrousser chemin et couler tantôt d'amont en aval, comme le fait chaque cours d'eau normal, — tantôt d'aval en amont, ce phénomène se laisse néanmoins expliquer facilement, vu les propriétés caractéristiques du Karst de la région. Il est en rapport évident avec les sources nombreuses qui se trouvent tant dans le lac Oushkozero, que dans la partie inférieure du cours de la Chouya, et dont le débit varie périodiquement. Quand les sources situées au fond du lac tarissent ou que leur débit faiblit, le niveau du lac descend et la rivière qui en découlait non seulement n'est plus alimentée par ce dernier, mais commence à lui ramener les eaux provenant des sources divergeantes le long de son cours et surtout dans sa partie inférieure. Plus ces sources deviennent actives, à mesure que celles du lac tarissent, plus l'apport de la rivière ou lac est grand, et quand

celui-ci reprend son niveau normal, l'ordre de choses normal se rétablit. L'eau des sources, émergeant des profondeurs de la terre, étant plus chaude que l'eau de la rivière, elle fait fondre la glace rompue et émiettée par le soulèvement subit du niveau de l'eau au-dessus des sources, — ce qui explique la débâcle de la rivière, suivie de sa congélation rapide dès que le phénomène a pris fin. La même chose, — sauf la débâcle intempestive, — a lieu pour les cours d'eaux réunissant deux lacs, et qui se déversent soit dans l'un, soit dans l'autre, suivant le changement périodique et alternatif de leur niveau.

Je ne parlerai point ici d'autres phénomènes karstiques qui se manifestent tant dans la province d'Olonetz que dans d'autres parties de la Russie et présentent un caractère plus commun. Tels sont la disparition subite de lacs, qui ne paraissent plus, mais laissent leur fond à nu; l'effondrement des terres, quelquefois avec des arbres et même des maisons; la formation de gouffres et abîmes surtout dans les terrains calcaires; l'apparition ou la disparition spontanée de sources; l'engloutissement de rivières avec ou sans résurgence, etc. On voit souvent en Russie des lacs, d'une forme presque toujours arrondie, qui sont évidemment le résultat de l'effondrement du sol au-dessus de cavités souterraines, dues à l'action érosive des eaux. D'autres fois, ces effondrements restent à sec, assumant la forme d'entonnoirs d'un diamètre plus ou moins grand, avec ou sans orifices d'écoulement au milieu. Parfois ces entonnoirs sont d'origine très ancienne, et leurs parois sont alors couvertes d'arbres séculaires, d'autres fois leur formation est beaucoup plus récente. Il est des contrées où des effondrements et la création d'abîmes plus ou moins profonds se manifestent très fréquemment, même de nos jours. Tels sont les alentours de la petite station balnéaire de Serguiévo, réputée par ses eaux sulfureuses, dans le gouvernement de Samara que j'ai visité personnellement; telle est encore la région calcaire aux environs d'Oufa, sur la ligne du chemin de fer Samara-Zlatooust, tronçon européen du grand Transsibérien. Ici des effondrements se produisent si souvent et si près de la voie ferrée, parfois sous la voie même, que les trains qui passent dans ces lieux dangereux ne marchent qu'avec lenteur et dans certains endroits sont précédés par des hommes d'équipe qui surveillent l'état de la voie. Un de nos géologues, M. Ivanoff, a publié une étude très intéressante et très détaillée sur les phénomènes karstiques de cette région, sous le titre « Les entonnoirs d'Oufa ». Il est facile d'apercevoir ces entonnoirs des fenêtres des wagons sur la partie du chemin de fer entre la ville d'Oufa et la première station dans la direction de Sibérie. Cette station porte même le nom de « Voronki » — « les Entonnoirs. »

Dans les gouvernements Nijni-Novgorod, Riazan, Toula et autres, des phénomènes du même genre se manifestent beaucoup plus rarement, mais généralement sur une plus vaste échelle. On y voit des lacs apparus soit dans les temps anciens, soit beaucoup plus récemment (par exemple en 1881 dans le gouvernement de Toula, près du village Diédilowo. Fig. 10), qui ne sont évidemment que des abîmes, remplis soit par les eaux émergeant des profondeurs du sol, soit par celles provenant de la fonte des neiges et par les eaux des pluies. J'ai eu moi-même l'occasion d'en voir plusieurs. Il est des lacs de ce genre, dont la superficie occupe plusieurs hectares. Leur profondeur est généralement très grande, — les habitants des environs prétendent même que certains de ces lacs n'ont pas de fond, — c'est-à-dire que leur profondeur n'a pu être mesurée par les moyens primitifs dont disposent les paysans. Il y en a qui sont très poissonneux, d'autres au contraire sont privés de toute population animale et leurs eaux sont généralement très froides, parfois plus ou moins sulfureuses. Ces lacs suscitent un grand nombre de racontars et sont quelquefois l'objet de craintes superstitieuses pour les habitants des alentours. On parle de maisons, d'églises, de couvents, de villages et même de villes englouties, soit par la colère de Dieu, pour punir les habitants de leurs méfaits, soit encore pour les préserver contre les dangers qui les menaçaient de la part des hordes tartares lors de la grande invasion de la Russie ancienne par ces peuplades sauvages. Dans ces cas les habitants des couvents, villages et villes engloutis n'ont point péri, ils continuent à vivre au fond des eaux, on peut discerner les sons de cloches de leurs églises, dont on distingue, — l'imagination aidant, — les contours à travers les eaux généralement très limpides de ces lacs, et l'on s'attend à les voir reparaître un jour ou l'autre de dessous les eaux qui les recouvrent. Cette réapparition a même commencé parfois, et l'on a pu apercevoir les cimes des clochers avec leurs croix dorée émerger lentement au-dessus de la surface des eaux, mais il est toujours survenu des circonstances malencontreuses pour empêcher le phénomène d'aboutir, ce n'est pourtant que chose remise jusqu'au moment où la volonté de Dieu s'accomplira. Ici, nous sommes en plein dans le domaine de la légende et il m'est impossible de pousser mon récit plus avant dans cette voie poétique, mais de pure fantaisie populaire.

ALEXIS YERMOLOFF,
Ancien Ministre de l'Agriculture de Russie,
Correspondant de l'Institut de France.

Imprimerie FR. SIMON, succr de A. LE ROY, Rennes (1269-07).

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 50. — DÉCEMBRE 1907.

RECHERCHES SPÉLÉOLOGIQUES

DANS LA

CHAINE DU JURA

PAR

M. E. FOURNIER

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BESANÇON

8e et 9e Campagne 1905-1907

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

34, RUE DE LILLE, 34

1907

RECHERCHES SPÉLÉOLOGIQUES

DANS LA

CHAINE DU JURA

PAR M. E. FOURNIER,

Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

(8e et 9e Campagne 1905-1907).

Introduction.

Les campagnes de 1905-1906 et 1906-1907 ont été plus spécialement consacrées à l'achèvement de l'étude de la zone des Grands Plateaux, de la zone de la Haute-Chaîne, de quelques points de la zone du Vignoble et de la Haute-Saône.

Hydrologie et Hygiène publique. — Nous avons déjà signalé ici (*Spelunca*, n° 47), le salutaire mouvement en faveur de l'amélioration du régime des eaux potables, qui s'était développé dans les communes de la région, grâce à l'attribution à ces communes de subventions prélevées sur les fonds du pari mutuel, en vue de leur permettre de réaliser des projets d'adduction.

Ce mouvement ne s'est pas ralenti, car, depuis novembre 1905 jusqu'en fin mai 1907, 105 projets ont encore été soumis à notre examen et il est à espérer que cette marche vers le progrès n'est pas près de s'arrêter, car la sécheresse exceptionnelle de l'été 1906 a donné un regain d'actualité à la question des eaux potables et attiré sur elle l'attention de toutes les municipalités soucieuses de l'intérêt de leurs administrés.

Les Conseils d'hygiène et Commissions sanitaires ont aussi apporté tous leurs soins à l'étude de cette question capitale, et la

Commission sanitaire de l'arrondissement de Besançon entreprenait dès 1904 une enquête géologique, hydrologique, bactériologique et médicale complète sur le *bassin d'alimentation* de la source d'Arcier. Les résultats de cette enquête furent consignés dans des rapports, dont une première édition (1) parut en fin 1904.

Les conclusions de ces rapports furent soumises, dans le courant de 1905, à la discussion de la commission et, en 1906, parut la 2e et définitive édition des rapports avec les conclusions adoptées par la commission (2).

La source d'Arcier étant un des plus beaux exemples de résurgence vauclusienne et peut-être le plus classique, au point de vue de la transmission de la fièvre typhoïde par les eaux, nous croyons d'autant plus intéressant de reproduire ici les conclusions de la commission sanitaire, que les lecteurs du *Spelunca* sont tous au courant de l'histoire de cette résurgence et des polémiques auxquelles elle a donné lieu (3).

Voici ces conclusions, extraites du rapport précité.

Conclusions générales (4)

« 1° Il est aujourd'hui acquis et démontré, par des expériences « précises, que *tout le territoire compris entre la vallée du Doubs* « et la *grande faille*, qui part de Gonsans et passe au sud de « Naisey et de Mamirolle pour aboutir au Gratteris, *fait partie du* « *bassin d'alimentation de la source d'Arcier*.

« 2° Ce bassin englobe donc les communes de :

La Vèze.	287	habitants.
Saône.	622	—
Mamirolle.	472	—
Gennes..	189	—
La Chevillotte . . .	66	—
Nancray.	506	—
Granges-Vienney . .	55	—
Naisey.	516	—
Gonsans.	502	—
Total.. . .	3.215	habitants.

(1) *Hygiène publique*. Commission sanitaire de la circonscription de Besançon. *Enquête sur le Bassin d'alimentation de la source d'Arcier*, Imp. J. Millot. Besançon, 1904.

(2) *Ibid.*, *ibid.*, 2e édition, avril 1906.

(3) *Spelunca*, n° 38.

(4) « Les desiderata formulés par la Commission pour chaque cas particulier ont été « énumérés au cours du rapport. »

« Une partie des eaux, usagées par une population de 3.215 habi-
« tants au moins, *contribue donc à la contamination de la source*
« *d'Arcier*.

« 3° Sur ces neuf communes, *cinq au moins sont alimentées*
« *par des eaux, les unes médiocres, les autres dangereuses* (voir
« les rapports de M. Maréchal) et deux d'entre elles (Nancray et
« Saône) présentent *fréquemment des cas de typhoïde*.

« 4° Le sous-sol du bassin d'alimentation est *essentiellement*
« *calcaire*, largement fissuré; les eaux y circulent librement dans
« des galeries souterraines, *sans épuration suffisante*.

« 5° Deux cours d'eau, *très gravement contaminés* (voir plus
« loin les conclusions bactériologiques) : le ruisseau de Nancray
« et le ruisseau du Creux-sous-Roche, se perdent dans ce bassin
« d'alimentation *pour venir ressortir, sans épuration suffisante,*
« *à la source d'Arcier*.

« 6° Il existe une *relation indubitablement constatée* entre les
« *cas de typhoïde de certains villages du plateau de Nancray et de*
« *Saône* et ceux qui se déclarent, dans le réseau d'Arcier, *à*
« *Besançon*.

« 7° La suppression du ruisseau de Nancray améliorerait, dans
« une très large mesure, la qualité des eaux d'Arcier, mais il y a
« en outre à envisager que, dans certaines conditions, les eaux
« du Creux-sous-Roche, ainsi que les eaux usagées et de ruissel-
« lement des villages compris dans la zone d'alimentation, se
« déversent en partie à Arcier.

« Le moyen qui donnerait un résultat plus certain pour rendre
« l'eau d'Arcier potable, serait de la filtrer ou de la stériliser en
« ville, entre la source et la distribution.

« Une autre solution consisterait à assurer l'alimentation de
« Besançon à l'aide d'eau potable provenant, soit de sources à
« trouver, soit des lacs de la région, soit des nappes d'alluvions.

« 8° La commission exprime le regret que le Conseil général ait
« cru devoir refuser la subvention qui lui avait été demandée
« pour l'exécution des expériences à la levure de bière, à Saône
« et à Nancray, expériences qu'elle considère comme intéressant,
« au plus haut point, non seulement les habitants de la ville de
« Besançon, mais ceux du département tout entier appelés, pen-
« dant leur séjour dans cette ville, à courir les mêmes risques.

« 9° La commission a visité également le bassin d'alimentation
« de la *source d'Aglans* ; elle a constaté que ce bassin est en
« grande partie boisé, inculte et ne renferme *qu'une seule habita-*
« *tion :* la Grange-Saint-Antoine.

« Le sol est recouvert d'argiles à chailles formant un excellent
« filtre : *l'eau d'Aglans ne saurait donc être comparée à l'eau*

« *d'Arcier* et l'on peut, sans restriction, en recommander l'usage.

« 10° La ferme de la Grange-Saint-Antoine, seule cause possible « de contamination de l'eau d'Aglans, *devra être mise en demeure « d'assurer l'écoulement de ses eaux résiduelles et purins*, en cana- « lisation étanche, jusqu'en aval de la source. »

En même temps, cinq échantillons d'eau étaient prélevés dans les ruisseaux aboutissant à des pertes, dans le Bassin d'alimentation et dans des sources servant à l'alimentation de villages situés dans ce bassin, et donnaient (Rapport de M. le Dr Maréchal) les résultats suivants :

« 1° Ruisseau de Nancray, en aval du moulin, **eau très dange- « reuse**, reçoit, en outre des apports superficiels, des suintements « de fumiers et de matières fécales; contient un nombre tel de « Bactéries liquéfiantes que la numération *est rendue impossible*, « même au bout de 48 heures. *B. Coli virulent* abondant et *nom- « breuses espèces* suspectes ou dangereuses;

« 2° Ruisseau de Nancray, en aval du lavoir n° 1 : 6750 Bactéries « au cm³. *Coli virulent* abondant; **eau très contaminée**;

« 3° Fontaine en amont du lavoir n° 2 : B *Coli virulent*, nom- « breuses espèces suspectes et saprophytes : **eau contaminée par « des matières fécales** ;

« 4° *Puits du haut du village de Nancray*; 185 Bactéries par « cm³, pas de *Coli*, quelques saprophytes : **eau bonne au point de « vue bactériologique** ;

« 5° Fontaine du Fontenis, alimentant une partie de Nancray, « 64 bactéries au cm³, pas de *Coli*. **Eau bonne au point de vue « bactériologique**. »

Conclusions bactériologiques générales.

Des cinq eaux examinées au point de vue bactériologique, il résulte que **trois d'entre elles** sont très contaminées par les fumiers et les matières fécales, ce qui les rend **extrêmement dangereuses** au point de vue de la transmission des maladies épidémiques, telles que la typhoïde et le choléra. — Ce sont : 1° les *eaux du ruisseau de Nancray* en aval du moulin; — 2° le *ruisseau de Nancray en aval du lavoir n° 1*; — 3° la *fontaine en amont du lavoir n° 2*. — De ces trois, ce sont les deux premières qui sont le plus contaminées.

Les analyses des *eaux du puits du haut du village*, et de celles de la *source du Fontenis*, ont montré qu'elles ne sont pas contaminées.

Ainsi donc, grâce à cette enquête et aux discussions qui l'ont suivie, la population de Besançon a pu être fixée, d'une façon *officielle* et *définitive*, sur la valeur de la tristement célèbre source d'Arcier

Comme sanctions pratiques à cette enquête, l'administration préfectorale s'efforce de faire réaliser, par les communes du bassin d'alimentation, les améliorations demandées par la commission : Ainsi, la commnne de la Vèze, qui n'était alimentée que par des puits et par une source passant *sous le cimetière*, est en train d'élaborer un nouveau projet d'adduction. On s'est efforcé d'augmenter le débit des eaux d'Aglans par de nouveaux captages et les distributions de cette eau en ville ont été multipliées. Enfin, grâce à l'initiative de M. le Dr Baudin et avec la collaboration des médecins exerçant dans les villages du plateau, on a établi un service très sérieux de *surveillance sanitaire*, et toutes les fois qu'un cas suspect vient à se produire on procède à la désinfection. Aussi depuis la grande épidémie de novembre 1903, nous n'avons plus eu à Besançon que des cas isolés.

De plus, la question de la filtration ou de la stérilisation des eaux d'Arcier est aujourd'hui à l'étude ; le jour où ce projet serait réalisé, la situation, qui s'est déjà, comme nous venons de le constater, considérablement améliorée, deviendrait parfaite.

Une autre ville, qui eut aussi son heure de célébrité dans les annales de la théorie hydrique de la propagation de la typhoïde, est aussi sortie de sa torpeur : la ville de Saint-Claude (Jura) va réaliser l'adduction d'eaux nouvelles, en même temps qu'elle assainira ses rues par la construction d'un égout.

A Salins, Baume-les-Dames, Mouchard, Ornans, Morteau, pour ne citer que les localités les plus importantes, des travaux vont être exécutés ou sont en voie d'exécution, en vue d'améliorer le régime des eaux ou de réaliser des adductions nouvelles.

Enfin, la loi de 1902 sur l'hygiène publique, qui était restée jusqu'ici à peu près lettre morte, paraît devoir enfin entrer sous peu dans la période d'application; c'est en effet cette année, pour la première fois, que l'art. 9 de la loi peut être mis en exécution (1) :

« Lorsque pendant trois années consécutives le nombre des « décès dans une commune a dépassé le chiffre de la mortalité « moyenne de la France, le Préfet est tenu de charger le conseil « départemental d'hygiène de procéder soit par lui-même soit par « la commission sanitaire de la circonscription, à une enquête « sur les conditions sanitaires de la commune. »

— La Commission sanitaire de l'arrondissement de Besançon a eu à examiner, à elle seule, les cas de 25 communes, dans lesquelles la mortalité dépassait 3 °/₀, alors que la mortalité moyenne est, en France, de 1,96. Dans la plupart de ces com-

(1) Voir le très intéressant rapport rédigé au nom de la Commission sanitaire par M. le Dr Baudin. Besançon, J. Millot et Cie, 1907, in-8°, 119 p.

munes, elle a constaté que la loi de 1902 était restée jusqu'ici lettre morte et que les règlements sanitaires, prescrits par cette loi, au lieu d'être signifiés au public, étaient soigneusement étouffés par les Municipalités qui les enferment dans le plus secret des tiroirs de la Mairie, espérant bien éviter à tout jamais de les exhumer. Sur ces 25 communes, 12 avaient une alimentation en eau très mauvaise, 8 très médiocre, 3 passable, 2 assez bonne. La saleté générale des habitations et des rues, où règnent en maîtres le fumier et les purins, le manque d'eau entraînant l'absence des soins de propreté, créent un état d'hygiène générale déplorable qui accroît dans des proportions effrayantes la mortalité infantile qui, dans 19 cas sur 25 était la cause principale de l'augmentation du pourcentage des décès. Deux communes, particulièrement mal alimentées en eau, donnaient comme mortalité infantile de **33** et **50** % de la mortalité générale, chiffres véritablement effrayants !

Assèchement progressif des régions calcaires. — Les mois de juillet, août, septembre et octobre 1906, ont été marqués par une diminution exceptionnelle, on pourrait même dire par une suppression presque complète, de précipitations atmosphériques. De mémoire d'homme, on n'avait assisté à un semblable abaissement des étiages, et il faut même remonter à près de trois siècles pour retrouver une pareille sécheresse.

Les circonstances étaient donc aussi favorables que possible, pour explorer les galeries siphonées des résurgences, pour mesurer le débit d'étiage minimum des sources et pour exécuter certaines expériences de coloration. Nous n'avons malheureusement pu consacrer à ces observations qu'une partie des mois de juillet et d'octobre, mais nous avons pu néanmoins, soit directement, soit par des renseignements qui nous ont été fournis, recueillir quelques données intéressantes.

En ce qui concerne le cours du Doubs et ses pertes souterraines, M. Borel, directeur technique de l'usine Pernod à Pontarlier, nous adressait, à la date du 16 octobre 1906, une lettre, de laquelle nous extraierons les renseignements suivants :

« La période de sécheresse, qui dure depuis bientôt cinq mois, « a réduit le débit du Doubs, à sa sortie du lac de Saint-Point, à « 220 litres à la seconde, tandis qu'il peut atteindre *70 fois plus*, « dans les grandes crues. »

« Les sources de Pontibaud et Usine Martin (dite du Fourneau) « qui alimentent d'eau potable la ville de Pontarlier, se trouvent « actuellement réduites à leur plus simple expression (1).

(1) Ces sources sont alimentées par le plateau calcaire des Fourgs.

« J'ai aussi eu l'occasion de visiter dernièrement les bassins du « Doubs (*lac de Chaillexon*) et de naviguer à 15 mètres au-dessous « du niveau ordinaire, si ce n'est davantage. »

« J'ai pu constater, sur la rive gauche, au dernier tournant, une « crevasse qui absorbait une quantité d'eau très appréciable, et « qui contribuait sans doute à alimenter la source qui surgissait au « bas du saut, c'est-à-dire dans le lit du Doubs. »

Revenant aussi sur la question de la communication du Doubs avec la Loue, vérifiée par l'incendie de l'Usine Pernod en 1901 (1), M. Borel me communiquait les très intéressants renseignements complémentaires suivants :

« Des observations faites par le conducteur principal du service « hydraulique et des renseignements que nous lui avons fournis en « septembre de la même année, il résulte :

« 1° Que le débit du Doubs, au moment de l'incendie, représen- « tait 3m³ environ ;

« 2° Que le rez-de-chaussée de l'usine, relié au Doubs par un « canal, renfermait 540 hectolitres d'absinthe, qui ont été en partie « consumés et en partie déversés au Doubs par ledit canal, pendant « deux heures ou à peu près, donnant, comme mélange, la propor- « tion d'un centilitre d'absinthe dans 4 litres d'eau, ce qui n'est « guère appréciable sans réactifs et n'a pas été remarqué dans la « vallée du Doubs en aval de Pontarlier. »

« 3° Par contre, les caves en sous-sol renfermaient **1800** hectos « de trois six et **4700** hectos d'absinthe = **6500** au total, dont pas « une goutte ne pouvait entrer directement dans l'eau du Doubs, « mais a disparu soit consumée, soit par un **puits perdu** de « 7 mètres de profondeur *en dessous du sol des caves* et situé à « 150 mètres du Doubs, » sur la rive droite de cette rivière.

Ce puits possède : « une force d'absorption assez considérable « pour débiter **2000** hectos en quelques heures. Or, l'incendie « dans les sous-sols a duré au moins deux jours, temps qui cor- « respond à celui pendant lequel le goût et l'odeur d'absinthe se « sont manifestés dans la vallée de la Loue. »

« Ce puits, à sec en tout temps, bien qu'à 5m 70 en contrebas « du barrage de retenue du bief de l'usine (2), s'est trouvé aux 3/4 « rempli de charbon de chêne, provenant des douves des foudres « consumés et entraînés au puits par les canaux éliminant l'ab- « sinthe déversée par leur destruction. »

(1) *Spelunca*, N° 27, p. 8 à 11 et N° 29, p. 3-4 ainsi que *C. R. Acad.*, 2 décembre 1901, p. 962.

(2) Le fond de ce puits est constitué par de gros cailloux calcaires laissant entre eux des vides (Portlandien).

Or, ce puits étant situé sur la rive droite du Doubs, les canaux souterrains par lesquels l'absinthe a été entraînée à la Loue, passent *sous le lit de cette rivière* qui présente des pertes, non seulement entre Arçon et Maisons-du-bois, mais déjà près de l'usine Pernod, car :

« Lors de la construction du pont de l'embranchement Vandel, « qui relie l'usine Pernod à la gare de Pontarlier, l'emplacement « d'une pile en maçonnerie, en plein lit du Doubs, obligea à iso- « ler cet emplacement de la rivière pour y installer les fondations. « Ce travail, qui semblait devoir nécessiter l'emploi d'une pompe « d'épuisement, a pu s'effectuer **tout naturellement** : l'eau empri- « sonnée dans le barrage étanche **s'étant écoulée du soir au « matin** par infiltration sous le Doubs. »

Ainsi donc, dans les environs de Pontarlier, le Doubs présente des pertes importantes, dans tous les points où son lit est constitué par les *calcaires jurassiques*, très perméables par fissuration et notamment dans le Portlandien où cette fissuration atteint son maximum.

Il était intéressant de noter ces renseignements, au moment où la sécheresse exceptionnelle vient, 5 ans après l'incendie de l'usine Pernod, fournir une nouvelle et *irréfutable preuve des pertes du Doubs au profit de la Loue.*

Nous venons de voir en effet, qu'en octobre 1906 le Doubs, *à sa sortie du Lac de Saint-Point*, donnait encore **220 litres.** Or, au même moment, dans le lac de Chaillexon (Bassins du Doubs), en aval de Morteau, plus de **30 kilomètres** en aval de Pontarlier, et, malgré tous les affluents qu'il reçoit sur ce parcours, il *donnait moins de* **100 litres** (1).

Entre Arçon et Ville-du-Pont, c'est-à-dire sur environ 10 kilomètres, il était *rigoureusement* à sec.

Entre Ville-du-Pont et Remonot, c'est-à-dire pendant 5 autres kilomètres, il était réduit à quelques creux d'eau presque stagnante, et il ne se reconstituait, à l'état d'infime ruisseau, qu'un peu en amont de Grand-Combe de Morteau.

Or, entre le point où l'eau commençait à disparaître et les bassins, le Doubs recevait de ses affluents au moins 50 litres; donc, sur les 100 litres qui subsistaient dans les bassins, 50 seulement, au grand maximum, pouvaient être considérés comme restitués par les pertes du cours supérieur; donc, sur les 220 litres qui existaient à la sortie du lac de Saint-Point, **170 au moins avaient été dérivés souterrainement au profit de la Loue.**

(1) En fin octobre, lors même que le débit était remonté à la sortie du lac à 400 litres, le Doubs dans les bassins n'en débitait guère plus de 100.

Il est profondément regrettable que l'on n'ait pas profité de ces circonstances particulièrement favorables et qui ne se retrouveront peut-être plus que dans quelques siècles, pour procéder, dans des conditions aussi avantageuses que possible, à l'expérience de coloration avec 100 kg. de Fluorescéine dont je demandais l'exécution dès 1902 (1). Cette expérience aurait permis de vérifier une troisième fois les conclusions que j'annonçais dès 1901 dans une note à l'Académie (2).

« Les eaux qui se perdent dans les diaclases du lit du Doubs en « aval de Pontarlier se divisent en deux parties : l'une, qui est de « beaucoup la plus considérable (3), est restituée au Doubs près « de Remonot, l'autre contribue à alimenter la Loue. »

Cette expérience aurait permis en outre, *ce qui est beaucoup plus intéressant au point de vue pratique*, de voir quelles sont les *sources*, affluentes du Doubs dans cette région, qui ne sont que des *résurgences* du cours supérieur et par conséquent sont *inutilisables pour l'alimentation*.

Ainsi donc, les évaluations de débit exécutées pendant la sécheresse exceptionnelle de 1906, permettent de montrer que sur les 220 litres que le Doubs donnait au sortir du lac de Saint-Point, plus des 3 quarts se perdaient au profit de la Loue. Nos études antérieures nous ont montré que cette proportion diminuait au fur et à mesure que s'accroissait le débit. Ainsi par exemple lorsque le Doubs débite 1000 litres à la sortie du lac, on peut estimer à environ 300 litres la perte au profit de la Loue. Mais, on remarquera en même temps, que les 170 litres que le Doubs fournit en temps de grande sécheresse à la source de Loue ne représentent guère que 1/7 du débit de cette source au même moment, tandis que, lorsque le Doubs donne 1000 litres, la perte au profit de la Loue représente 1/5 du débit de cette dernière.

Pour les débits de hautes eaux, il est impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de donner un chiffre quelconque.

Les Bassins du Doubs (lac de Chaillexon) ont été desséchés, sur la plus grande partie de leur surface, pendant les mois de septembre et octobre 1906 ; seule la partie voisine du saut avait encore conservé un peu d'eau, dans la zone la plus profonde correspondant à la courbe de — 17 mètres (4). Au milieu de la boue lacustre mise à nu par le desséchement, le Doubs, réduit aux proportions d'un modeste ruisseau, que l'on traversait sur des planches, décrivait ses méandres ; en plusieurs points, son lit était *entaillé* dans les

(1) *Spelunca*, n° 29, p. 3 et 4.
(2) *C. R. Acad.*, 2 décembre 1901, p. 962.
(3) En eaux moyennes.
(4) Du 3 juin au 5 octobre 1906 le niveau a baissé de 16 m. 91.

calcaires du Portlandien. Ce fait est intéressant, car il n'y a que trois explications possibles : 1° ou bien ce creusement a été accompli par un torrent sous-glaciaire, à une époque où toute la dépression était remplie par un culot de glace ; 2° ou bien ce creusemeur est antérieur à la constitution du lac de Chaillexon qui se serait formé par la constitution d'un barrage dû à des éboulements en aval ; 3° ou encore le phénomène de desséchement observé cette année se serait produit, pendant les époques géologiques, beaucoup plus fréquemment et pendant des périodes beaucoup plus longues : cette dernière hypothèse nous semble de beaucoup la moins vraisemblable. Il y aurait encore une variante de la 2° hypothèse, consistant à admettre que, pendant longtemps, le lac fut réduit à la partie comprise entre les Brenets et Villers-le-Lac et que l'écoulement s'effectuait alors par un ruisseau souterrain dont nous retrouvons actuellement le lit entaillé dans la roche. La 2° partie du lac, entre les Brenets et le Saut, beaucoup plus étroite que la précédente, se serait constituée par la transformation de la vallée souterraine en vallée subaérienne : les effondrements accompagnant cette transformation auraient constitué le barrage du Saut. Cette hypothèse n'exclut pas d'ailleurs l'intervention d'une action glaciaire ; elle est, à mon avis, la plus probable, au moins pour toute la partie comprise entre la grotte de la Toffière et le Saut.

Le 26 octobre, précisément vers la fin de la période de sécheresse, nous avons parcouru à pied sec toute la partie supérieure des bassins, à 17 m. environ au-dessous de la surface moyenne des eaux (1).

Des expériences de coloration à la fluorescéïne ont été exécutées pendant la période de sécheresse dans les bassins du Doubs et ont démontré que plusieurs des sources qui prennent naissance en aval du Saut ne sont que des résurgences des eaux des bassins : nous ne possédons pas, pour le moment, de données sur le détail de ces expériences.

Toutes les sources vauclusiennes de la région ont d'ailleurs diminué pendant cette sécheresse, d'une façon tout à fait anormale : la source d'Arcier était devenue notoirement insuffisante pour l'alimentation de Besançon : la Loue serait descendue, d'après les renseignements que j'ai pu recueillir, à 1,200 litres, alors qu'elle en donnait encore 1,600 dans la grande sécheresse de 1893. A la source de l'Ain, un de nos anciens élèves, M. Rémond, a pu explorer complètement la galerie de la résurgence et arriver, à

(1) Nous renvoyons les lecteurs à l'article que nous avons publié dans le numéro 1782 du journal *la Nature*, article accompagné de nombreuses photographies.

300 m. environ de l'entrée, aux fissures, impénétrables à l'homme, par lesquelles arrive l'eau.

Le Lison, la Cuisance, le Dard, la Serpentine, etc., etc., ont vu leurs étiages descendre de plus de moitié au-dessous de ceux de 1893. « Dès le milieu de l'été, les réservoirs d'eau des gares P.-L.-M. « à Valdahon, sur la ligne de Besançon-Morteau à Boujeailles « (Mouchard-Pontalier) étaient à sec et, pour alimenter ce dernier, « après avoir essayé de pomper à Pontarlier l'eau du Doubs, on « dut aller chercher l'eau en bas, dans la plaine, à l'aide de wa- « gons-citernes, d'abord dans la Loue, à Mouchard, puis dans le « Doubs, à Dole, à 90 km. de là, à 600 m. plus bas (1) ! »

Dans le Jura suisse, on a pu mettre en évidence l'extrême variabilité de certaines résurgences : celle de la Serrière a varié de 1 à 37 (variabilité moyenne 1 à 20) l'Areuse a donné comme variabilité extrême 1 à 500! (Variabilité moyenne 1 à 130).

Certains puits vauclusiens, jusqu'ici inaccessibles, auraient pu, sans doute, être explorés : ainsi, d'après les renseignements qu'a bien voulu nous fournir notre excellent ami le Dr Maréchal, le puits de la Brême s'était abaissé à plus de 35 mètres au-dessous de son orifice supérieur, de telle sorte que l'on apercevait une galerie dans laquelle on aurait pu pénétrer en bateau.

Utilisation des eaux comme force motrice : application des données de l'hydrologie souterraine et de la spéléologie. — Plusieurs grands projets d'utilisation des cours d'eaux et des lacs de la région pour la production de force motrice ont vu le jour dans ces dernières années. Ce fut d'abord celui du lac de Joux (Jura suisse) dont nous avons déjà parlé ici : les entonnoirs, servant de déversoirs souterrains aux eaux du lac, ont été bouchés ; le niveau du lac a été surélevé de façon à créer une tranche d'oscillation de niveau assurant la réserve d'un volume considérable, et les eaux ont été dérivées, en tunnel, jusqu'à la vallée de l'Orbe, où elles viennent, avec une pression formidable, actionner de puissantes turbines. On propose actuellement d'aménager d'une façon analogue les lacs de Chaillexon et de Saint-Point, en bouchant les fissures du premier et en surélevant le niveau du second de 7m 50 à l'aide d'un barrage (2) (Projet Butticaz).

On vient également de dériver en tunnel les eaux du Doubs, bien en aval du saut, près du Refrain, créant ainsi une force

(1) **Girardin.** *La sécheresse dans le Jura en 1906. La Géographie*, 15 novembre 1906, p. 277.

(2) Voir, Commandant Allard, *la Houille verte, Revue de Franche-Comté*, Juin 1907.

motrice considérable. Enfin la Loue a été l'objet d'une série de projets fort intéressants, dont aucun n'a encore reçu un commencement d'exécution.

Température des sources, colorations, statistique. — De nombreuses expériences nous ont permis de vérifier, d'une façon absolue, les données que nous avons exposées récemment ici-même (*Spelunca* n° 47, 7e campagne), et qui sont absolument conformes aux vues exposées par Martel, dans les *C. R. de l'Académie des sciences* (1).

Les expériences de coloration ont été multipliées ainsi que les sondages, et nos idées sur les phénomènes de capture et l'anastomose des cours d'eau souterrains ont reçu de surabondantes confirmations : on en verra quelques exemples au cours de la présente étude.

Enfin, notre statistique des gouffres, grottes, entonnoirs, rivières souterraines, sources et résurgences du département du Doubs, est à peu près terminée (dans 500 communes sur 637).

I. — RÉGION DES GRANDS PLATEAUX

Plateau de Passavant. — Dans notre précédente campagne, nous avons déjà signalé le *puits d'Adam-les-Passavant* qui est creusé dans le Bathonien. Nous avons pu en effectuer la descente : le premier à pic n'a que 7 ou 8 mètres : on reprend pied sur un talus d'éboulis, qui descend en pente rapide jusqu'à environ 16 à 17 mètres de la surface, au fond, la cavité s'élargit en éteignoir, formant une sorte de salle presque circulaire, dans laquelle ne vient aboutir aucune galerie de quelque importance. Les diaclases, qui sillonnent les calcaires dans lesquels ce puits est creusé, sont en relation avec tout un système de fissures, correspondant avec le réseau hydrographique souterrain qui alimente les résurgences de Pont des Moulins et peut-être aussi de Guillon. Dans la même région, les pertes du *Moulin de Salans* et *de Landresse*, sont probablement aussi en relations avec une partie du même réseau. Il n'a pas été jusqu'ici effectué d'expériences de coloration pour élucider cette communication que la structure géologique de la région rend extrêmement probable.

Plateau de Chenecey. — Aux *Granges Mathieu*, près de Chenecey-Buillon, s'ouvre un gouffre important, au fond duquel, d'après

(1) Martel, *C. R. Acad.*, 27 février 1905.

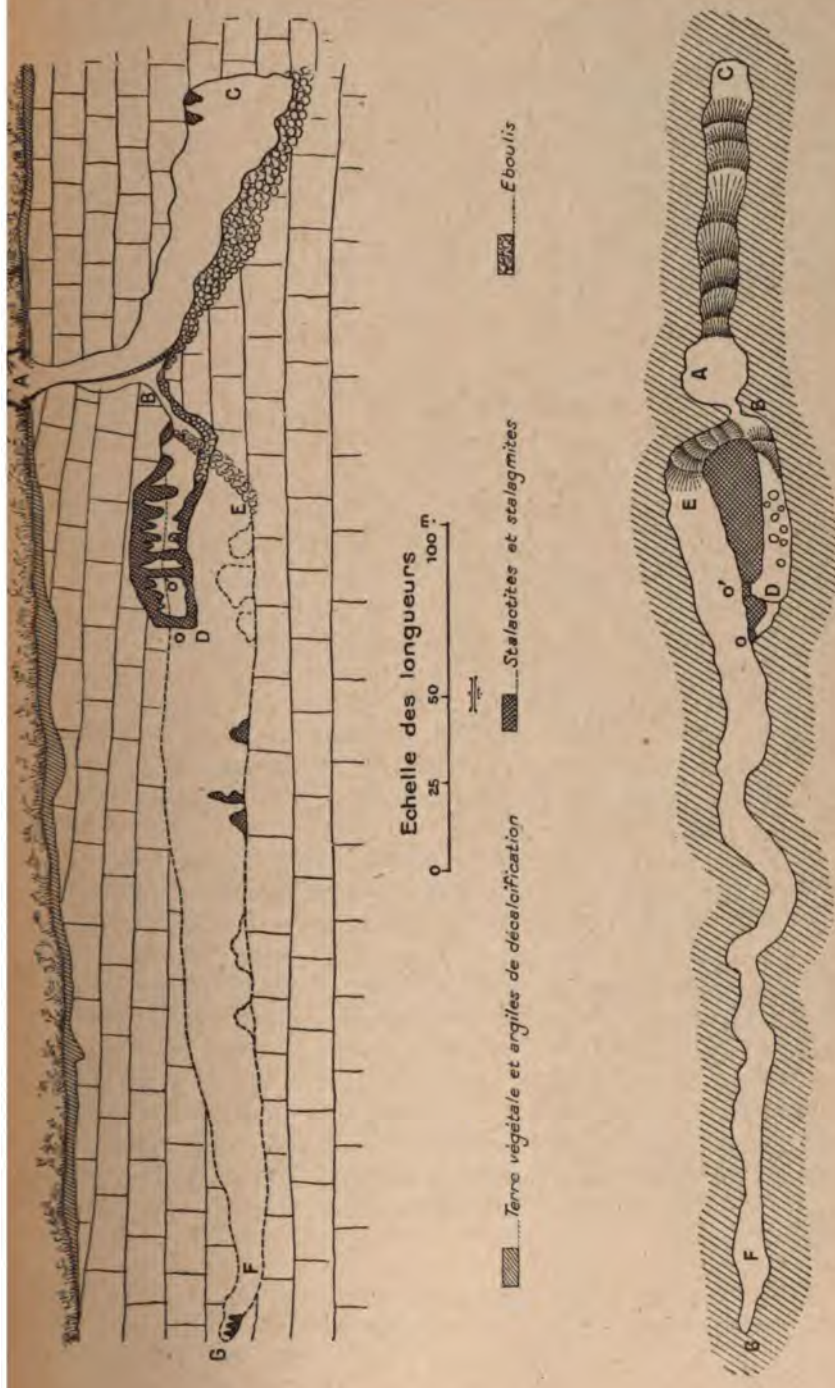


FIG. 1. — SCHÉMA DU GOUFFRE-GROTTE DES GRANGES MATHIEU, PRÈS CHÉNECEY-BUILLON.

A C. Gouffre et galerie. B Orifice très étroit donnant accès dans la galerie à stalactites D et dans la grande galerie, EFG située en arrière de la précédente et communiquant avec elle par de petits orifices O O' débouchant à une grande hauteur dans les parois de EF.

le dire des gens du pays, devait exister une importance rivière souterraine.

Grâce à l'obligeance de M. Magnin, de Moncey, qui a bien voulu mettre à notre disposition son automobile, nous avons pu accomplir l'exploration de cette intéressante cavité. Le gouffre (A), qui forme l'entrée de la grotte, mesure 35 mètres de profondeur verticale et aboutit à un talus d'éboulis B C, en pente très forte, qui amène à une profondeur totale d'environ 65 à 70 mètres de la surface. Cette première galerie se termine en cul-de-sac, mais elle est remarquable par les belles dimensions de sa voûte, qui, vue du fond, éclairée d'en haut par le gouffre, est d'un effet grandiose.

On a jeté autrefois beaucoup de bêtes mortes dans ce gouffre, comme le témoignent les très nombreux ossements qui, avec des débris divers de ferraille et d'ustensiles de ménage, constituent une grande partie du talus d'éboulis.

Dans la paroi B du gouffre, s'ouvre un orifice juste assez grand pour y introduire le corps et qui menace même de se fermer un jour ou l'autre par le glissement des éboulis ; cet orifice donne accès dans une première galerie B D, remarquable par ses superbes stalactites et stalagmites. Vers le fond de la galerie B D, deux orifices O et O', aboutissent à des à pic donnant dans la galerie principale ; mais, il n'est pas nécessaire de franchir ces à pic, pour pénétrer dans cette galerie, car, si l'on revient vers l'ouverture B, on peut suivre un talus d'éboulis B E, qui permet d'y accéder directement. Cette grande galerie E F G, mesure environ 300 mètres de longueur totale ; elle est peu sinueuse et renferme des rochers éboulés et quelques stalagmites.

Elle se termine par un petit cul-de-sac ascendant G. Lorsque nous l'avons explorée, en compagnie de M. Magnin, de Moncey, elle était à sec, mais, en temps de pluie, les eaux y circulent très certainement. Ces eaux rejoignent, par des fissures du calcaire, celles qui alimentent la résurgence qui jaillit sur la rive droite de la Loue, au-dessous de la *Grotte de Chenecey* que nous avons décrite ici naguère [1].

Au total les galeries du gouffre-grotte des Granges Mathieu, dépassent 450 mètres de longueur, et sont particulièrement remarquables au point de vue pittoresque : malheureusement l'aménagement en serait assez coûteux et, de plus, cette cavité se trouve située un peu en dehors des moyens commodes de communication [2].

(1) E. Fournier et A. Magnin, *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura*. 1re campagne. *Mém. soc. spéléol.* N° 21. — 44-47, 1899.

(2) M. Guillin, chef des travaux de Physique, et M. Rimey, étudiant, ont exploré à nouveau ce gouffre le 30 juin 1907.

A environ 400 mètres du gouffre, dans une sorte de petite doline, s'ouvre une *grotte très étroite* dont on peut suivre l'unique galerie à plat ventre pendant une cinquantaine de mètres. On est obligé de s'arrêter devant un boyau trop étroit pour passer le corps.

A *Malans*, sur la rive gauche de la Loue, nous avons eu à examiner une intéressante *petite exsurgence*, découverte en ouvrant une tranchée et prenant naissance à la base du Rauracien, au-dessous des bois de Grange Simonin. A une soixantaine de mètres plus bas, on voit jaillir une petite source. Une expérience à la fluorescéine nous a permis de reconnaître que cette petite source n'était qu'une résurgence de la première.

Divers. — Entre *Voires et Vernierfontaine*, on nous a signalé l'existence d'un *gouffre*, près du bois Bouhard. Nous n'avons pas encore eu le loisir de l'explorer.

A *Fallerans*, un nouveau gouffre s'est aussi ouvert récemment : il aurait une profondeur d'une vingtaine de mètres au moins.

A *Randevillers*, l'étude d'un projet d'alimentation en eau potable nous a fourni l'occasion d'effectuer une expérience de coloration qui nous a prouvé que la source supérieure venait ressortir à une vingtaine de mètres plus bas dans une seconde source; il y a là un petit cours d'eau souterrain circulant entre les marnes oxfordiennes et les argiles de décalcification qui les recouvrent.

A *Naisey*, on nous signale une grotte appelée *Baume d'Ahon*, qui serait assez profonde.

Près de *Mathay* et à *Bourguignon*, de nombreuses exsurgences existent, à la base du Rauracien et sont alimentées par les fissures des plateaux de Montpourron et Lucelans.

Dans la même région, la *résurgence de Bief*, qui atteint un débit considérable, en temps de grandes eaux, est alimentée par le plateau de Neuvier.

Nous avons étudié, pour l'alimentation d'*Abbévillers*, une intéressante *exsurgence*, qui prend naissance dans le Kimméridgien, près de la frontière suisse : elle jaillit dans une diaclase élargie par l'érosion, mais encore trop étroite pour être pénétrable; on entend à l'intérieur le bruit d'une petite cascade : en faisant les travaux de captage, on va dégager l'entrée de cette petite galerie qui peut être intéressante. Les eaux de cette exsurgence, colorées à la fluorescéine, sont allées ressortir dans une petite résurgence, à environ 150 mètres plus bas. Enfin, une autre coloration, effectuée dans un filet d'eau qui se perd dans les fissures du sol, dans le bois au-dessus de la source, a montré que ces eaux contribuaient à alimenter cette dernière. Lors de l'exécution du captage on détournera ces eaux superficielles.

Près de *Villars-sous-Écot*, la fluorescéine nous a permis aussi de démontrer qu'une petite source, que l'on projette d'amener au village et qui prend naissance dans l'Astartien, sur la route de Goux, pouvait être recoupée à un niveau plus élevé, de l'autre côté de cette route, et ainsi mise à l'abri des contaminations dues aux eaux de ruissellement superficiel.

Les abondantes sources de *Glay*, que la ville d'Hérimoncourt se propose de capter, sont des exsurgences alimentées par le plateau de Bois-Chatel qui est inculte et inhabité : elles sont donc de très bonne qualité.

Environs de Sancey. — Dans le même bassin hydrologique que le *Puits Fenoz*, que nous avons décrit ici même (*Spelunca*, n° 27, p. 18, et n° 33, p. 9), M. Huguenotte, instituteur à Montby, nous signale, parmi les *entonnoirs* situés entre *Chasot* et *Orve*, ceux de *Haut pré*. Plus bas, « à un certain endroit, lieu dit : Bas de la « Combe, à peu près à mi-distance entre le puits Fenoz et les « Alloz, le plafond du canal souterrain est très près du sol; de « même, le *gouffre de Voître*, où sont établies les machines de la « Scierie, doit communiquer aussi avec le puits Fenoz ». Dans la même région, M. Huguenotte nous indique encore « le *Puits de la Faute*, où l'on jette des animaux, » dans un bois à droite de la route de Lisle.

J'ai eu l'occasion, en 1906, de visiter le *creux des Alloz* : c'est, comme le dit M. Huguenotte [1], « une ouverture de forme coni- « que, qui rejette quelquefois un très gros volume d'eau qui des- « cend au Cuisancin. Le débit est d'autant plus grand que la « masse d'eau arrivée au Puits Fenoz est plus considérable, « l'étude du canal souterrain donnerait certainement l'indication « des travaux à exécuter à son intérieur pour mettre un terme « aux inondations. »

Nous relevons, dans la Revue Saonoise [2], les quelques renseignements suivants sur le précipice du *Grand Poue* (Grand puits) à Orsans (Doubs) :

« A une portée de fusil au levant d'Orsans, dans un communal « appelé le Banc Navey, il existe un précipice appelé le Grand « Poue, d'un aspect terrible : il a 30 mètres de profondeur, 8 « de longueur et 4 de largeur. C'est là que, des villages voisins, on « apporte les derniers restes des animaux. »

« Il est terminé, à sa partie inférieure, par un ruisseau qui a formé « une caverne sans fin »....

(1) *Aperçu géographique, historique et statistique sur les villages de Chasot, Orve, Randevillers, Crosey, Besançon*, imp. Millot frères et Cie, 1901.

(2) *Revue Saonoise*, n° 14, Janvier 1906, p. 439, Louis Bar, Vesoul.

Une foule de légendes circulent sur ce gouffre ; dans la nuit du 24 au 25 décembre, on voyait apparaître, à l'entrée du gouffre, des lueurs et même un énorme bouc noir, armé d'une lanterne dont les verres étaient de diverses couleurs. La Revue Saonoise raconte comment, il y a quelques années, quelques paysans moins superstitieux mirent fin à ces apparitions qui étaient l'œuvre de farceurs, qui avaient suspendu une peau de bouc remplie de paille à une branche de cerisier qui penche sur l'orifice du gouffre !

II. — ZONES DU VIGNOBLE ET DES PLATEAUX OCCIDENTAUX

Divers. — Nous avons déjà signalé ici (7e Camp., *Spelunca*, n° 47, p. 27), le petit *gouffre de Chelevey, près Lombard* (Doubs). Nous avons pu en effectuer la descente : il est actuellement bouché par une grille ; mais les barreaux en sont suffisamment écartés pour qu'on puisse s'y introduire ; l'à-pic mesure environ 8 mètres et est suivi d'un talus d'éboulis qui amène au fond du gouffre, à une quinzaine de mètres au-dessous de la surface : on se trouve alors dans une sorte de grande salle à peu près circulaire, à moitié comblée par le talus d'éboulis. Dans la paroi, deux petites galeries insignifiantes se terminent en cul-de-sac au bout de 2 à 3 mètres. Ce petit gouffre est creusé dans le Bathonien supérieur et moyen : en temps de pluie, il absorbe des eaux qui, réunies à celles des pertes du petit ruisseau d'aval, paraissent devoir aller ressortir aux *sources du Moulin de Belterive*.

A *Besançon*, à la *Viotte*, M. Frey a découvert dans sa propriété, entre la rue de Belfort et la rue du Chanot, non loin du premier passage en dessus de la ligne de Vesoul, *une grotte* creusée dans le Bathonien ; cette grotte paraît faire partie du système d'excavations qui parcourent le sous-sol du plateau de Saint-Claude et dont le tunnel de la ligne de Vesoul a recoupé naguère plusieurs galeries importantes, dont l'entrée est aujourd'hui rebouchée par les maçonneries du tunnel.

A *Cottier*, près Saint-Vit, une résurgence, qui jaillit à la base d'un petit ressaut de calcaires bajociens, provient de pertes en amont du village et est très gravement contaminée par les infiltrations et eaux résiduaires de ce dernier.

Environs de Clerval et plateau de Gondenans. — Sur la rive gauche du Doubs, un peu en aval de *Clerval*, nous avons visité et fouillé deux *petites grottes — abris*, creusées dans le Bathonien.

Dans l'une d'elles, nous avons trouvé, dans une couche archéologique très voisine de la surface, des fragments de poteries noires à grains blancs qui, par leur forme, paraissent devoir appartenir à l'âge du bronze ; au-dessous de cette couche archéologique, on trouve des alluvions. La seconde petite grotte est également remplie d'alluvions qui ont été exploitées comme sable. Ces alluvions, qui sont d'âge quaternaire, sont actuellement à une trentaine de mètres au-dessus du niveau du Doubs. C'est grâce à la présence des grottes qu'elles ont pu être conservées en ce point, tandis que leurs terrasses ont été enlevées par l'érosion dans tous les points voisins, sur les flancs de la vallée.

Sur la rive droite du Doubs, également en aval de Clerval, nous avons pu nous assurer, par une expérience de coloration, que la *petite source*, qui prend naissance en contrebas de la route de Branne, est gravement contaminée par les eaux résiduaires de la route et des maisons situées au-dessus.

Nous sommes encore retournés explorer la grotte de *Gondenans de Montby* (1) et y exécuter des *fouilles*. Non loin de l'entrée, dans la terre noire qui recouvre le sol et qui a été malheureusement trop remaniée par les chercheurs de trésors, nous avons trouvé de nombreux fragments de poteries dont les unes remontent à l'époque néolithique, les autres à l'âge du bronze et du fer. Nous avons aussi trouvé un fragment de poterie rouge Samienne, avec ornements en relief. La couche archéologique renferme du charbon et des ossements; il est probable que des fouilles plus complètes donneraient des résultats intéressants.

M. Hugenotte, instituteur à Montby, qui nous a accompagné dans nos deux dernières visites de la grotte, a exécuté, derrière le village de Montby, dans de petites pertes d'eau, une expérience à la fluorescéine : la coloration est allée ressortir au *Moulin du Crût*, près d'Uzelle. Or, le ruisseau du moulin du Crût reçoit comme affluent de rive droite les eaux du moulin de Montby (qui proviennent elles-mêmes de la grotte de Gondenans-les-Montby) et vient se perdre au *Moulin brûlé*, pour ressortir près de Soye, dans le Bathonien, à la *résurgence de Gourdeval*. L'hydrologie souterraine de tout ce plateau est donc bien près d'être connue maintenant d'une façon complète, dans tous ses détails.

Au Sud-Est d'*Accolans*, près de la limite entre le Bathonien inférieur et le Bathonien moyen, s'ouvre un *gouffre* dont l'orifice est très étroit et qui paraît mesurer une trentaine de mètres de profondeur ; il contient de l'eau, ces eaux vont très vraisemblablement ressortir dans le thalweg de la vallée en amont de l'abbaye des Trois Rois, sur

(1) Voir la description de cette grotte. *Spelunca*, n° 33, p. 11-14 et n° 40, p. 8-10.

la route de l'Isle-sur-le-Doubs : il y a là en effet des *entonnoirs* qui crachent de l'eau en abondance dans la saison des pluies. Les *deux sources* situées dans le Bathonien, à 200m environ au Nord de l'Abbaye, sur la rive droite de ce même vallon, paraissent avoir une origine différente : l'une de ces sources est marquée sur la carte d'État-major, l'autre jaillit sur le bord de la route en contrebas de la carrière; elles ont présenté, même pendant la grande sécheresse de 1906, une grande constance de débit et leur température, que nous avons mesurée à diverses reprises, n'a pas présenté de variations. Ces deux belles sources paraissent alimentées par le grand plateau compris entre l'Abbaye, Mancenans,

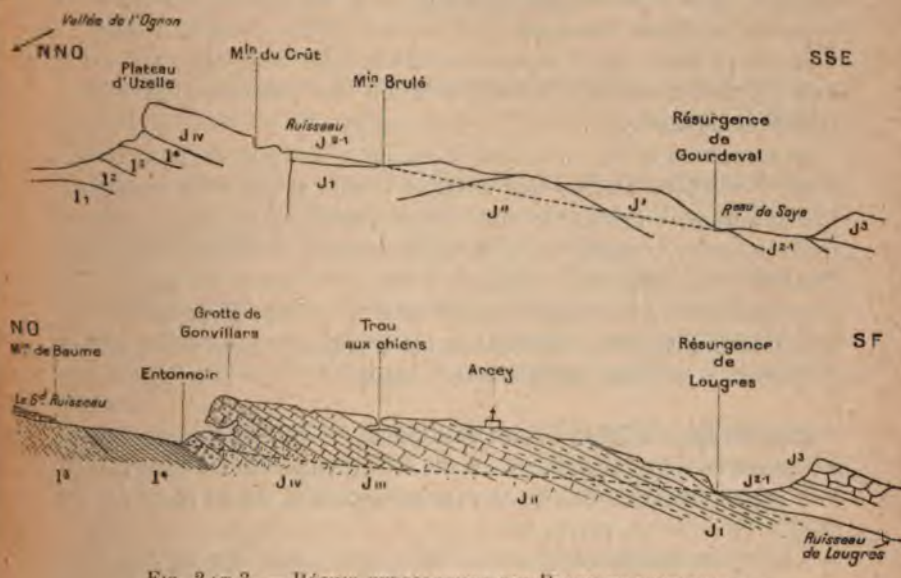


FIG. 2 ET 3. — RÉGIME HYDROLOGIQUE DES PLATEAUX OCCIDENTAUX.

Légende commune aux deux coupes.

I^1, Infralias. — I^2, Calcaires à Gryphées. — I^3, Lias moyen. — I^4, Lias supérieur. — J_{IV}, Bajocien. — J_{III}, Bathonien inférieur. — J_{II}, Bathonien moyen. — J_I, Bathonien supérieur. — J^{2-1}, Oxfordien. — J^3, Rauracien.

Soye, Bournois et Accolans. Ce plateau est, dans toute la partie qui peut contribuer à alimenter ces sources, en grande partie boisé, inhabité et présente peu de cultures; ces sources pourraient donc alimenter l'Isle sur le Doubs en eau de très bonne qualité.

A *Bournois*, nous avons fait des expériences de coloration, pour étudier les communications de diverses petites exsurgences, au N.-E. du village, dans le Bajocien. Les sources qui prennent naissance dans le village lui-même, ne sont que des *résurgences* des eaux de la partie supérieure et sont très gravement contami-

nées. L'ensemble de ces eaux s'écoule vers le Nord, à la surface des marnes du Lias et du Trias, vers la vallée de l'Ognon, par le Grand Rû ; à peine plus au sud, au contraire, les eaux qui se perdent à la surface des plateaux vont ressortir, comme on vient de le voir, dans la vallée du Doubs. Ici encore la ligne de partage des eaux souterraines ne coïncide donc, en aucune façon, avec le relief de la surface du sol. Il résulte de toutes les expériences de coloration faites dans cette région que toute la zone des Plateaux occidentaux fait normalement partie du bassin du Doubs, sur la rive droite duquel se trouvent presque toutes les résurgences appartenant à cette zone ; c'est par des phénomènes de capture que l'Ognon, dont le lit est plus bas que celui du Doubs, est arrivé à ramener quelques tronçons de ces cours d'eau dans son bassin.

La coupe de la fig. 2 montre comment se comporte un cours d'eau souterrain dans la partie Nord-Est de cette zone, entre Gonvillard et Lougres.

La coupe de la fig. 3 montre le régime d'une portion de la même zone située plus au Sud-Ouest, entre Uzelle et Soye : la coupe serait analogue, au point de vue hydrologique, entre Gondenans et Hyèvre, entre Luxuoil et Fourbanne, entre Valentin, Ecole et Avanne (voir Bull. Cart. Géol. de France, n° 89, p. 16, fig. 8). On peut donc dire, en résumé, que la majeure partie de la surface de la zone des plateaux occidentaux est drainée par des cours d'eau, souvent souterrains, affluents du Doubs.

Plateau entre Villers-Grelot et l'Ognon. — Près de *Villers-Grelot*, à 800 mètres environ au N.-N.-O. du village, un *gouffre* s'est ouvert à la limite du Bathonien et de l'Oxfordien, à la fin du mois d'avril 1907.

Nous y sommes descendus en compagnie de M. Rimey étudiant, de M. Desmoulins et d'un autre habitant de Villers-Grelot. L'orifice est extrêmement étroit, mais le gouffre s'élargit très rapidement en éteignoir et, à 18 mètres de profondeur, on aboutit sur une petite plate-forme à laquelle fait suite un talus d'éboulis très instables. On descend assez facilement sur ce talus d'éboulis, jusqu'à une profondeur d'une trentaine de mètres, où l'on se trouve en présence d'un nouvel à-pic d'une douzaine de mètres de hauteur : nous n'avons pas effectué la descente de ce dernier à-pic, parce que l'instabilité des rochers rendait cette descente extrêmement dangereuse et que, d'autre part, du point où nous étions parvenus, il était facile de vérifier que le gouffre se terminait là et ne donnait accès dans aucune galerie.

Entre Rougemont et Rigney, une petite partie de la bordure N.-O. de la zone des plateaux occidentaux est drainée par la vallée

de l'Ognon. Ainsi, à Rougemont, une expérience de coloration exécutée dans le *puits du Château*, a décelé une communication avec une résurgence qui prend naissance à la partie basse du village. De nombreux cas de typhoïde se sont déclarés en 1906 dans la population faisant usage de cette eau.

A *Tallans*, existe une importante exsurgence alimentée par les bois du Grand Rocher, des Ranvers et de la Côte; nous sommes là, d'ailleurs, au contact de la zone plissée des Avant Monts, dans laquelle le régime hydrologique commence à devenir différent.

III. — HAUTE-SAONE

Environs de Vesoul. — Nous n'avons effectué, pendant ces deux campagnes, qu'un très petit nombre d'explorations dans la Haute-Saône.

Près de Vesoul, les grottes d'*Echenoz-la-Méline* avaient la réputation d'être extrêmement profondes. Nous les avons visitées en compagnie de M. Bobiller-Chaumont, étudiant.

L'une d'elles, située au sud des Côtets, dans une propriété, est une simple résurgence, pénétrable pendant quelques mètres seulement; elle est creusée dans le Bajocien; son entrée est fort pittoresque, mais elle est peu intéressante au point de vue spéléologique.

La seconde, plus importante, s'ouvre dans les escarpements qui dominent les vignes, à l'O.-N.-O. des Côtets, sur la rive gauche de la vallée; on y accède par un petit sentier assez escarpé.

Elle est indiquée sur la carte d'état-major (Feuille de Gray), comme *Grotte à ossements fossiles* (1). On y trouve en effet, en grande quantité, des ossements d'Ours des Cavernes. Son ouverture est à l'altitude de 305 mètres.

« Quatre chambres étroites, dont l'ensemble a la forme d'un *Y* « irrégulier, composent l'intérieur de la grotte. La première cham- « bre, qu'on nomme la Grange, se dirige du sud au nord; elle a 15 « mètres de longueur, sur 6 mètres de largeur moyenne et 3 mètres « environ de hauteur. Une ouverture qui n'a guère que 60 centi- « mètres de hauteur sur 1m30 de large, met en communication la « première chambre avec la seconde, qui est longue d'environ « 30 mètres, haute de 6 à 8 mètres et large de 5 à 10 mètres. Par- « venu à l'extrémité de la deuxième chambre, après avoir marché « dans la direction du N.-N.-E., on trouve, sur la gauche, une

(1) On l'appelle aussi Trou de la Baume.

« petite salle à peu près circulaire, ayant 6 mètres environ de dia-
« mètre sur 8 mètres de hauteur et, en se portant à droite, on
« entre dans la troisième chambre. Celle-ci est longue d'environ
« 50 mètres et large de 3 à 5 mètres, sa hauteur varie de 1m50 à
« 2m50 jusqu'à son extrémité, où elle atteint 10 mètres, et son axe
« se dirige vers le N.-E.

« A peu de distance de l'extrémité de cette 3e chambre, on
« trouve, à gauche, une salle nommée le grand Clocher, dans
« laquelle on parvient par un passage très étroit, d'environ
« 2 mètres. Cette salle a la forme d'un cône dont le diamètre à la
« base est d'environ 4 mètres et la hauteur de 50 mètres au moins.

« La 4e chambre se trouve à gauche en entrant dans la
« 2e chambre; sa longueur est d'environ 150 mètres, sa largeur
« varie entre 2 et 8 mètres, sa hauteur va en quelques endroits
« jusqu'a 30 mètres; mais généralement elle n'excède pas 6 ou
« 10 mètres » (1).

Nous avons vérifié l'exactitude de la description de Thirria; la longueur totale des galeries et salles est donc de 257 mètres. Il y a, dans cette grotte, quelques jolies stalactites. La voûte en certains points est assez élevée pour arriver tout près de la surface du sol, sur lequel existent d'ailleurs des dépressions.

En août 1827, Thirria y fit faire des fouilles. C'est surtout dans la 4e chambre que ces fouilles furent fructueuses. Les os sont empâtés dans une argile rouge de décalcification mélangée de cailloux roulés; presque partout la couche d'argile était recouverte par l'enduit stalagmitique : tous les cailloux roulés sont au-dessous, aucun au-dessus de l'enduit, ce qui indique un changement de régime, entre la période de creusement et celle de formation de l'enduit.

Les ossements étaient parfois empâtés dans l'enduit, d'autres fois ils formaient, dans l'argile, une couche de 8 à 16 centimètres, ils étaient enchevêtrés et ne conservaient jamais leurs connexions.

Cuvier et Marcel de Serres, qui avaient examiné ces ossements, avaient reconnu

Ursus spelæus-arctoïdeus, Cuvier.
U. Pittorrii? M. de Serres.
Hyæna.
Felis spelæus. Cuv.
Lion.
Cerf.
Sanglier.
Éléphant.

1. *Thirria, Statistique de la Haute-Saône*, Besançon, Outhenin-Chalandre, 1833, p. 232-233.

Non loin de *Chaux-les-Port* [1], existe une grotte qui, d'après les gens du pays, aurait une profondeur considérable.

En juin 1906, M. Mis, de Villemomble, communiquait à M. Martel les renseignements suivants sur cette grotte :

« Ce souterrain, dont l'ouverture à flanc de coteau est à peu « près grande comme une porte de grange et se trouve curieuse- « ment dissimulée, est situé sur la rive droite de la rivière entre « Port-sur-Saône et Conflandey, presque vis-à-vis de Chaux-les- « Port. La croyance populaire le fait aller jusqu'à Langres! Un « paysan qui, avec un camarade, est allé y chasser le blaireau « l'année dernière, m'a assuré que la galerie n'avait pas plus de « 600 à 800 mètres ».

La galerie qui est horizontale, très large au début, devient vite très étroite pour s'élargir de nouveau.

« Dans ce grand souterrain se trouverait une autre petite galerie « dont les habitants disent ne pas connaître la profondeur.

« Certains même la croient sans fond, une pierre qui y est jetée « tombant sans qu'il soit possible d'en percevoir la chute. Cette « galerie aurait été fermée tant bien que mal pour éviter le retour « d'accidents qui se seraient déjà produits. »

Certains prétendent que la galerie a 1500 mètres, les uns disant qu'elle a été creusée par les eaux, les autres par la main de l'homme à l'époque de la Féodalité !

Voici les renseignements donnés par Thirria [2].

« Son ouverture, qui a environ 6 mètres de hauteur sur 5 de lar- « geur, se trouve à 10 ou 12 mètres au dessus du niveau de cette « rivière [la Saône] et à 235 mètres de celui de la mer. Un calcaire « lamellaire, dont les bancs plongent régulièrement au sud, sous « un angle d'environ 12 degrés, et appartiennent à l'étage inférieur « du terrain jurassique (groupe de l'Oblite inférieure)[3] forme « les parois de la grotte, qui se compose de deux couloirs « un peu sinueux. Le couloir principal, qui communique au jour, « se dirige vers l'est ; sa longueur est d'environ 80 mètres, sa lar- « geur de 3 à 4 mètres et sa hauteur moyenne de 4 mètres, mais « elle atteint parfois 15 à 18 mètres, par suite des crevasses ver- « ticales situées à la voûte. A l'extrémité de ce couloir se présente « une cavité peu spacieuse et profonde de 2 mètres, en forme d'en- « tonnoir, dans la partie inférieure de laquelle existent plusieurs « conduits qui ont évidemment subi l'action d'une eau corrosive... »

(1) On appelle aussi quelquefois cette grotte trou de la Baume comme la précédente. Nous avons évité à dessein d'employer ce terme, qui est si répandu dans la région qu'il ne peut que prêter à confusion.

(2) *Loc. cit.*, p. 222.

(3) Bajocien.

Thirria ne dit pas si ces conduits sont pénétrables et il ajoute :

« Vers le milieu du couloir principal et tout près d'une petite « source qui jaillit de son sol, se trouve l'entrée de l'autre partie « de la grotte; c'est un boyau long d'environ 15 mètres, étroit et « fort sinueux qui se dirige vers le Nord et dont le sol terreux « est très inégal, à cause des ondulations de la croûte de stalag- « mite sur laquelle il repose. »

D'après les indications de Thinia, cette grotte n'aurait donc que 95 mètres; il n'y a pas trouvé d'ossements.

Divers. — A *Melecey*, on nous signale un gouffre qui n'a pas encore été exploré.

Dans sa statistique, Thirria décrit encore un certain nombre de grottes parmi lesquelles celles de *Baumotte-les-Pin*, *Baumotte-les-Montbozon*, *Charcenne*, *Fretigney* et *Villers-sur-Saulnot* (1), que nous avons déjà décrites dans le *Spelunca*.

Il signale en outre :

Grotte de *Quincey* ou de Champdamoy, dans le Bajocien, 2 galeries : 95 mètres avec un petit gouffre de 3 mètres; elle serait en relations avec le cours d'eau souterrain du Frais puits.

Grotte de *Calmoulhiers* dans le Bajocien. Longueur, 95 mètres.

Grotte de *Percey-le-Grand* dans le Bathonien, 40 mètres de galerie à laquelle fait suite un long boyau, non exploré par Thirria.

Grotte de *Charriez*, Bajocien, 12 mètres.

Grotte de *Courtevon*, Bajocien, 20 mètres.

Grotte de *Sainte-Agathe*, à *Fouvent-le-Bas*, dans le Bajocien, 60 mètres.

La grotte *Saint-Martin*, près de la précédente; à 20 mètres plus haut, abri de 5 mètres.

La Grotte à ossements de *Fouvent-le-Bas* est un simple abri dans lequel on a trouvé l'*Ursus spelæus*, l'éléphant, le cheval, le bœuf et le lion, le dépôt à ossements remplissait presque complètement l'abri.

Grotte de *Chagey*, dans le calcaire dévonien, 90 mètres.

Nous avons effectué encore dans la Haute-Saône un certain nombre d'expériences de coloration.

A *Vauvillers*, les colorations ont démontré que les sources, que la commune s'était proposé de capter, étaient très gravement contaminées par les eaux résiduaires du village de Montdoré, qui se perdent dans des entonnoirs, à la base du Keuper. Près de *Loulans-les-Forges*, nous avons effectué une expérience de coloration qui

(1) Nous avons décrit cette dernière sous le nom de grotte de Gonvillars ; elle est à la limite des deux communes.

a donné des résultats très intéressants : la commune de Loulans ayant projeté de capter les sources de *Bellefontaine* et de la *Cave* qui prennent naissance dans les argiles à chailles qui recouvrent l'Oxfordien, près de la route qui va de Loulans à Villers-Pater, nous avions craint que ces sources, la seconde surtout, fussent contaminées par les *entonnoirs* qui absorbent un petit ruisseau en aval des *Blanchard*, non loin des Ages. Pour élucider cette question, nous fîmes une expérience de coloration, dans le ruisseau en question qui se perd dans des entonnoirs, à 2 kilomètres environ en amont des sources. La coloration n'est venue ressortir

Fig. 1. — Cours d'eau souterrain près de Loulans-les-Forges.

dans aucune des deux sources, mais bien dans une petite résurgence située sur la *rive opposée* du ruisseau. Les eaux souterraines passent donc en siphon sous la vallée. On verra plus loin que nous avons constaté un phénomène identique au Bief de Velet, près de Salins.

A *Villersexel*, sous l'Ermitage de la Pitié, nous avons examiné une résurgence qui est très gravement contaminée par une porcherie et par des eaux résiduaires ; elle jaillit dans le Muschelkalk. Par contre, la belle exsurgence dite *Source de la Scierie*, qui prend naissance dans le Bajocien recouvert d'alluvions sableuses anciennes et dont tout le bassin alimentaire est boisé, fournira à Villersexel des eaux de qualité parfaite.

IV. — HAUTE-CHAINE ET RÉGION DE L'ONDULATION TRANSVERSALE

Environs de Longemaison. — Dans une campagne précédente (*Spelunca*, n° 40, p. 15), nous signalions l'existence, dans le Chaumont, entre Longemaison et Gilley, à *Pré Lallemand*, d'un gouffre assez important.

En 1906, M. Charles Mesnier, du Lessus de Gilley, sollicitait de M. Alexandre Colisson, conseiller général, propriétaire du gouffre, l'autorisation d'y faire des fouilles à l'effet d'en extraire les ossements que l'on y avait jetés de temps immémorial.

Ayant obtenu cette autorisation, M. Mesnier, avec le concours de quelques autres habitants du pays, fit établir un plancher et une chèvre sur l'orifice du gouffre et s'adressa ensuite à moi pour obtenir les cordes et échelles nécessaires pour effectuer la descente.

Je me rendis alors à Pré Lallemand, muni du matériel, en compagnie de plusieurs étudiants de la Faculté, pour effectuer la descente.

Le gouffre est absolument vertical ; à environ 35 mètres, je repris pied sur un talus d'éboulis qui descend en pente assez raide jusqu'au fond, qui est beaucoup plus large que l'orifice : c'est donc un gouffre en éteignoir. Le point le plus bas est à environ 50 mètres de la surface ; le fond, qui est grossièrement elliptique, mesure une soixantaine de mètres de grand axe ; il n'existe pas de galeries latérales ; l'orifice est dans le Bathonien supérieur et le fond dans le forest marble (Bathonien moyen). Cette cavité se rattache vraisemblablement, au point de vue hydrologique, au système constitué par les pertes en aval de Longemaison et les entonnoirs des Seignes. Un grand nombre d'habitants du pays ont effectué après nous la descente, car la légende prétendait que ce gouffre donnait accès dans des galeries gigantesques, s'étendant jusque sous le Chaumont et, chez beaucoup d'entre eux, cette idée était tellement ancrée, qu'il leur a fallu vérifier eux-mêmes *de visu* pour se rendre à l'évidence.

Non loin des *Ravières*, sur la commune d'Orchamps Vennes, s'ouvre, dans les calcaires du Ptérocérien inférieur, un gouffre assez profond, dont la commune a fait maçonner l'entrée pour empêcher d'y jeter le bétail. Grâce à l'obligeance de M. le Maire d'Orchamps, qui a bien voulu faire pratiquer un trou dans la maçonnerie, il nous a été possible d'explorer ce gouffre. MM. Pichon et Sollaud, étudiants, descendent sur le talus d'éboulis qui se trouve à environ 35 mètres de la surface et se trouvent alors dans une salle très spacieuse qu'ils explorent complètement

et constatent qu'il n'existe pas de galeries latérales; la profondeur totale la plus grande est d'environ 45 mètres et le fond mesure environ 90 mètres de diamètre. Derrière le bois de la côte, dans le Rauracien, au N.-O. d'Orchamps-Vennes, existe une *petite grotte* peu importante. Au N.-E. de la tourbière des Chenevrottes, sur la même commune, un *petit gouffre*, creusé dans une faille qui sépare l'Astartien du Portlandien, ne mesure que 12 mètres de profondeur : nous n'avons pas exploré ces petites cavités.

Près de la gare de Longemaison, nous sommes descendus dans une sorte d'*entonnoir*, qui n'est qu'un gouffre en voie de formation et mesure une quinzaine de mètres de profondeur : on parvient aisément au fond sans cordes.

Nous avons encore visité un *petit gouffre*, que l'on a mis à jour dans la tranchée de chemin de fer, à un kilomètre environ à l'ouest de Longemaison; malheureusement cette cavité est tellement étroite qu'un homme de très faible corpulence ne pourrait y pénétrer qu'avec les plus grandes difficultés; nous avons dû renoncer pour le moment à l'explorer, bien qu'elle paraisse intéressante.

Plateaux de Loray, Pierrefontaine, Chamesey. — « Au N.-E. de « Loray, à environ 2 kilomètres, au milieu de deux collines « arrondies, hérissées de forêts de sapins qui se prolongent vers « Pierrefontaine et Arc-sous-Cicon, se voit une esplanade, d'où « l'on découvre au loin les plaines de Vercel, Domprel et Pierre- « fontaine : là est la *Roche Barchey*. Une *caverne* s'ouvre au cen- « tre de l'esplanade et va déboucher, à plus de 20 pieds au-dessous, « en face d'une roche pyramidale, fort semblable à une pierre « dressée, objet d'anciennes vénérations. Des rigoles, taillées de « main d'homme sur le roc vif, conduisent, en serpentant, du « côté de cette espèce de pierre dressée qui est élevée d'environ « 6 mètres et présente des entailles en escaliers informes par « lesquels on peut arriver au sommet. » (Ch. **Cour**, *Revue Saonoise*, n° 13, p. 402, décembre 1905.)

Une foule de légendes circulent sur cette grotte, que nous n'avons pas encore eu le loisir d'explorer, mais qui n'est, paraît-il, pas très profonde.

A Pierrefontaine-les-Varans, le *trou du Diable* creusé dans le Ptérocérien, à 3 kilomètres environ au S.-O. du village, avait la réputation d'être extrêmement profond : il se compose d'une petite galerie d'une vingtaine de mètres en pente très forte qui se termine par une petite salle sans intérêt : c'est une grotte de décollement encombrée de blocs éboulés.

A Chamesey, nous avons exploré le *gouffre de la Chaux* en compagnie de M. l'abbé Genevois, M. le capitaine Gérard, Rimey

et Sollaud étudiants. M. Rimey, qui a effectué la descente, a constaté que le gouffre mesurait 42 mètres de profondeur et ne donnait accès dans aucune galerie, il est creusé dans l'Astartien et affecte la forme dite en éteignoir. Tout à côté, une petite *grotte-gouffre* à deux ouvertures mesure 8 mètres de profondeur maximum et communique avec le gouffre par des fissures.

Le gouffre de la Chaux renfermait, au moment de notre visite (21 avril 1907), de nombreux cadavres de bestiaux en putréfaction; il n'est pas douteux que les produits de décomposition aillent contaminer les belles *sources du ravin de Blanières*, en apparence si limpides. Il est réellement triste de faire encore de semblables constatations, quatre ans après la promulgation de la loi sur l'hygiène ! les municipalités refusent d'appliquer la loi, pour ne pas compromettre leur popularité et par suite leur réélection. Il serait très désirable que l'application de la loi ne fût pas subordonnée à l'action, ou, pour parler plus exactement, à l'inaction des municipalités : elle devrait être assurée par l'administration départementale, et les procès-verbaux constatant les infractions devraient être dressés par la Gendarmerie et non par les Gardes champêtres, dont l'autorité est insuffisante pour ne pas dire nulle.

Un peu plus au S.-O., dans les bois de *Pré Berçot* et des *Graverots*, sur la commune de Bretonvillers, nous avons encore exploré *deux petits gouffres* qui sont creusés dans le Rauracien supérieur ; l'un d'eux, situé à droite de la route de Chamesey à la Joux, mesure une vingtaine de mètres de profondeur; le deuxième n'a pas même 15 mètres et était en partie comblé de neige, au moment de notre visite. Malgré sa faible profondeur, ce petit gouffre constituait un charnier tellement infect qu'il était impossible d'y séjourner quelques minutes sans éprouver d'irrésistibles nausées.

Divers. — En avril 1906, M. Bel, agent voyer à Levier, nous faisait connaître qu'une *excavation, analogue au puits de Jardel*(1), venait de se former « à 1 kilomètre environ de Chaffois dans le « sol même de la route nationale sur la ligne Jardel-Loue ». D'après le temps que mettait une pierre à atteindre le fond, M. Bel évaluait sa profondeur à une centaine de mètres au moins. Nous n'avons malheureusement pas pu l'explorer, car sa situation, sur la route même, a forcé à le reboucher immédiatement et, dès le 10 avril, M. Peuportier, agent voyer à Pontarlier, nous écrivait :

(1) Voir *Spelunca*, n° 29, p. 18 et suiv.

Samedi dernier nous avions l'intention d'explorer avec M. Chavanne, architecte, le nouveau gouffre de Chaffois; mais les ouvriers, occupés depuis le matin à la construction d'une voûte, avaient déjà fait sauter quelques blocs qui ont obstrué l'orifice. Actuellement la voûte doit être terminée et l'exploration est impossible. Il est très regrettable qu'on n'ait pas songé à réserver dans cette voûte un regard qui aurait permis d'effectuer l'exploration qui aurait pu être très intéressante, car il paraît infiniment probable que ce gouffre soit un regard sur la galerie parcourue par les eaux qui viennent ressortir à la source de la Loue.

Nous avons eu l'occasion d'examiner dans la Haute-Chaîne plusieurs *exsurgences* importantes : celle de Goumois, sur la rive gauche du superbe cañon du Doubs, jaillit dans le Rauracien fissuré. En aval de Morteau, sur la rive droite du Doubs, au *Moulin Bournez*, jaillissent plusieurs exsurgences très importantes, à la base du Portlandien, en contact avec les alluvions. En arrière, existe une cavité où l'on pourrait pénétrer en faisant le captage de la source; on retrouve dans cette cavité le cours d'eau alimentant la source, ainsi que nous l'avons montré par une expérience de coloration.

Près du Brey, une expérience de coloration nous a permis de nous assurer qu'une source, qui prend naissance en aval de la Beaume, n'était qu'une résurgence des eaux des ruisseaux voisins.

A Montécheroux, des sondages dans l'argile de décalcification qui surmonte le Rauracien, ont permis de déterminer l'emplacement où il y aurait lieu d'exécuter des travaux de recherches en vue de recouper la source qui jaillit actuellement dans le village et qui est contaminée par les purins.

Plateaux au-dessus du Lizon. — Près de Bolandoz, on nous a signalé un *gouffre* qui serait très important : à Rochanon, dans le Portlandien. Ce gouffre doit être en relations avec l'important système de cavités comprenant le gouffre de Jérusalem, la Grotte des Biefs Boussets, le Creux de la Vieille Folle, près Déservillers, et dont la résurgence est au Bief de Verneau, à Nans-sous-Sainte-Anne [1].

A peu près à la limite entre la commune du Crouzet et celle de Sainte-Anne, au lieu dit : *Dessous le Groin*, dans les escarpements rauraciens, s'ouvre une curieuse *petite grotte*. L'accès de l'entrée n'est pas des plus faciles, il n'est même pas sans présenter quelques dangers, car il faut, pour y arriver, suivre une corniche dont la largeur se réduit en certains points à une quarantaine

(1) Voir *Spelunca*, nos 33, p. 19, et 47, p. 21.

de centimètres à peine et qui longe un escarpement de 30 à 40 mètres. Nous en avons effectué l'exploration en compagnie de MM. Luneau, Rimey, Colle, étudiants; de M. Remond, avocat, et de M. Deleule, habitant de Sainte-Anne, qui l'avait déjà visitée.

La galerie d'entrée, d'abord assez haute, s'abaisse brusquement à une vingtaine de mètres de l'entrée, puis on franchit un petit

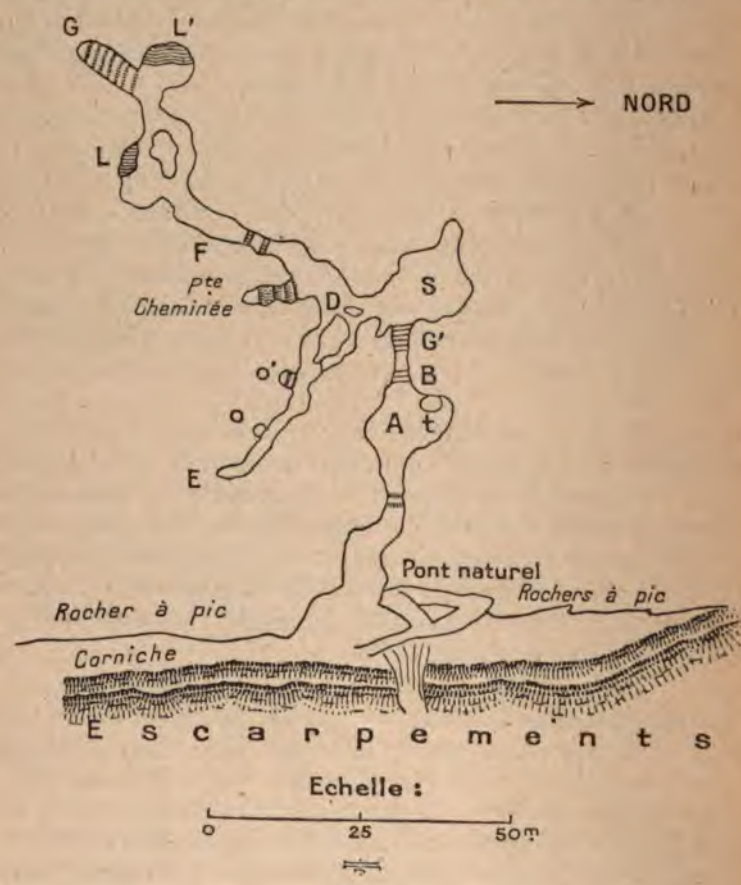


Fig. 5.

escarpement descendant pour arriver dans la première salle (A) où existent d'assez belles stalactites et stalagmites : un groupe figure assez bien un trône (t) couronné d'un dais stalagmitique. Ensuite on grimpe sur un petit escarpement vertical d'environ 4 mètres (B); cette ascension peut se faire, à la rigueur, sans cordes, car les parois offrent des points d'appuis. On se trouve alors dans un boyau court et étroit, puis on redescend encore verticale-

ment d'une dizaine de mètres (G); il est prudent de se servir de la corde pour cette descente : on arrive alors dans une petite salle (S) d'où partent plusieurs galeries; à gauche une galerie montante DE, se termine par une cheminée en cul-de-sac, sur la droite de cette galerie deux trous OO', impénétrables à l'homme, à cause de leur étroitesse, donnent naissance à un courant d'air assez violent et portent des traces du passage des eaux; une autre galerie (DF) amène à une petite salle renfermant une mare d'eau, L et à la salle terminale, renfermant également une mare, L'. Sur la gauche de cette salle terminale, existe une grande cheminée qu'on ne pourrait explorer qu'avec de longues échelles rigides; elle paraît mesurer une trentaine de mètres de hauteur et se terminer en cul-de-sac.

A 500 mètres environ au S.-O. de Sainte-Anne, s'ouvre, sur la gauche de la route de Dournon, au milieu d'un bouquet d'arbres, un *gouffre*, extrêmement profond, que l'on désigne sous le nom de *La Baume* : son orifice forme un vaste entonnoir d'une soixantaine de mètres de diamètre au minimum et dont les parois sont inclinées à environ 70°; ces parois sont recouvertes d'arbres et de taillis; vers 40 mètres de profondeur, les parois deviennent verticales et forment un gouffre dont la profondeur paraît dépasser 100 mètres. M. Colle est descendu jusqu'à une cinquantaine de mètres, mais, n'ayant pas ce jour-là tout notre matériel, nous avons dû remettre à une autre fois l'exploration complète qui promet d'être intéressante. Grâce aux failles qui accidentent cette région, il paraît probable que ce gouffre soit en relations avec le système hydrologique souterrain du Lison et de la grotte Sarrazine.

V. — JURA

Région des Plateaux. — Nous avons déjà signalé ici (*Spelunca*, n° 40, p. 22 et 23), les gouffres du *Creux de Parançot* et du *Creux Coulon*, sur le plateau au Nord de la vallée des Planches d'Arbois. Nous avons pu effectuer l'exploration en compagnie de M. Fr. Hétier d'Arbois, de M. Braud, architecte, MM. Rimey et R mond.

Le *Creux de Parançot*, situé dans le bois du même nom, à une centaine de mètres de la lisière, débute par une sorte d'entonnoir, auquel fait suite un gouffre cylindrique d'abord, puis s'élargissant en éteignoir. Le fond est constitué par des éboulis. M. Rémond, qui y est descendu, a pu constater qu'il mesurait une profondeur d'une quarantaine de mètres et qu'il ne donnait accès dans aucune galerie.

Le *Creux Coulon* paraissait devoir être plus intéressant. Il est situé dans la forêt des Moidons Papillard, à peu près à 300 mètres au Sud-Est du chemin qui conduit d'Ivory à la Chatelaine. Son orifice, à peu près elliptique, mesure au moins 70 mètres de grand axe.

Après avoir attaché l'échelle aux arbres qui bordent l'entonnoir du côté Nord, je descends d'abord une pente de 45 degrés, jusqu'au bord d'un petit surplomb d'une dizaine de mètres et j'aborde sur une sorte de gradin assez large qui se poursuit horizontalement sur les 3/4 du pourtour du gouffre, puis la pente reprend, très rapide et, à une trentaine de mètres de la surface, on arrive sur le bord d'un surplomb de 5 ou 6 mètres. De là on aperçoit tout le fond du gouffre : c'est un immense talus d'éboulis, autour duquel existe une bande de quelques mètres de largeur permettant d'en faire le tour d'une façon complète. Ayant constaté *de visu* qu'aucune galerie ne s'ouvrait dans la paroi, je jugeais inutile de descendre le dernier petit à pic.

M. Rémond voulut cependant effectuer la descente complète et il put constater qu'en effet il n'existait aucune galerie au fond. La profondeur totale, au pied du talus d'éboulis, est d'une cinquantaine de mètres.

A trois kilomètres environ au sud de *Saint-Laurent la Roche*, non loin de la Grange en Cey, existe une source assez importante qui prend naissance dans une petite grotte creusée dans le Rauracien : cette petite grotte a une quinzaine de mètres de profondeur. Nous avons exécuté, dans les eaux du ruisseau auquel la source donne naissance, une expérience de coloration qui a montré que ces eaux allaient ressortir dans deux petites résurgences, à une soixantaine de mètres en aval.

A Salins, en étudiant les travaux de captage en voie d'exécution au Bief de Velet, nous avons constaté, sur la rive gauche du ruisseau, l'existence d'un petit entonnoir qui n'avait que quelques centimètres de diamètre mais paraissait assez profond et absorbait une assez grande quantité d'eau. Nous avons coloré l'eau absorbée et nous avons pu vérifier qu'elle allait ressortir à une centaine de mètres en aval, mais sur la rive droite du ruisseau. Voici donc un nouvel exemple, minuscule il est vrai, mais néanmoins intéressant, de cours d'eau souterrain passant *sous* le thalweg d'un cours d'eau superficiel et le traversant.

Aux environs de Poligny, sur la côte de l'Euthe, le journal *l'Eclair comtois* signale l'existence d'une curieuse diaclase qu'il serait intéressant d'élargir, afin d'en rendre l'exploration possible :

« **Sur la Côte de l'Euthe.** — On nous signale dans les envi-
« rons un phénomène naturel assez curieux, dont il n'est pas fait
« mention dans les différents guides du Jura pittoresque.

« Au voisinage de Bonnefontaine [1], sur un des points culmi-
« nants de la Côte de l'Euthe, cette chaîne de montagnes qui sert
« d'échelon entre le premier et le second plateau du Jura, se
« trouve une sorte d'esplanade très isolée et peu fréquentée natu-
« rellement, vu son altitude de 725 mètres, si ce n'est par quel-
« ques rares chasseurs.

« Cet endroit offre une particularité assez singulière et qui ne
« manque pas de provoquer l'étonnement des habitants qui ont
« pu l'observer.

« Le point en question est connu depuis longtemps comme
« n'ayant jamais de neige, même dans les hivers où elle
« est le plus abondante, comme cette année, où elle a dépassé un
« mètre d'épaisseur en pleine chute. Les quelques chasseurs in-
« trépides, qui affrontent l'escalade en cette saison rigoureuse, ra-
« content qu'ils s'y arrêtent pour s'y réchauffer les pieds au con-
« tact du sol et faire fondre les glaçons qui s'attachent à leurs
« vêtements.

« Ce lieu privilégié est très peu étendu, quelques mètres à peine
« de surface. Le sol est légèrement affaissé en forme d'entonnoir
« au fond duquel se trouve une fissure qui s'enfonce dans la
« roche. Cette crevasse a une entrée très étroite, de sorte qu'il
« est impossible à un homme d'y pénétrer. Il en sort continuelle-
« ment un courant d'air chaud qui tranche vivement en hiver sur
« la température ambiante.

« Les parois de ce bassin sont tapissés de fougères et autres
« plantes diverses qui demeurent vertes toute l'année, y jouissant
« d'un climat extrêmement tempéré. On y a même cueilli des
« fleurettes par un froid de 15 degrés, alors qu'à quelques mètres
« de là tout est mort et desséché. Le feuillage de ces plantes est
« sans cesse agité par ce courant qui s'échappe du fond de l'ex-
« cavation, comme l'on voit remuer les feuilles d'un arbre au pied
« duquel on aurait allumé un feu.

« Enfin, il sort de ce soupirail d'enfer une odeur très caracté-
« ristique de vapeur d'eau goudronnée, analogue à celle que l'on
« sent lorsque le mécanicien ouvre les soupapes de dégagement
« de sa locomotive.

« D'après les seules données qui précèdent, il serait assurément
« téméraire de conclure d'une façon absolue à la cause du phéno-
« mène. Sommes-nous en présence d'une source thermale enfouie
« dans les profondeurs de la montagne et en communication avec
« l'air libre par un boyau plus ou moins long et étroit? C'est ce qui
« semblerait résulter de cette odeur très spéciale de machinerie.

(1) Bonnefontaine est le nouveau nom dont s'est fait baptiser le village des Faisses.

« A moins qu'il ne s'agisse d'une cheminée ou soupape d'échap-
« pement d'un volcan et que l'entonnoir en question ne soit un
« embryon de cratère, ce qui ferait immanquablement et en peu
« de temps la fortune de la région, en attendant d'en causer la
« ruine.

« Mais l'Euthe ne paraît guère appelée à devenir un Mont Pelé,
« et il est à croire que les chasseurs ainsi que les touristes pour-
« ront longtemps encore, et en toute sécurité, jouir en été des
« frais et épais ombrages de ses chênes séculaires. » B. X.

La diaclase en question communique très vraisemblablement avec une cavité souterraine assez vaste, peut-être même avec un cours d'eau souterrain, ce qui explique tout naturellement la température de l'air qui en sort (+ 10°). Quant à l'odeur goudronnée, il s'agit très probablement de l'odeur très spéciale d'argile imprégnée de moisissure que l'on observe dans un très grand nombre de cavernes.

A Mouchard, la source qui alimente la ville prend naissance dans une petite grotte creusée dans le Kimméridgien. On a élargi artificiellement la galerie naturelle, pour effectuer le captage ; l'eau de ce captage alimente en outre, sur place, un lavoir, dont les eaux se perdent en aval dans le sol : nous les avons colorées : la coloration est allée ressortir, à 500 mètres environ en aval, dans le captage qui alimente le village de Pagnoz qui consomme donc une eau extrêmement dangereuse. En outre, les analyses ayant révélé une grave contamination dans les eaux du captage de Mouchard, nous avons procédé à une enquête qui nous a permis de découvrir que, dans le village d'Aiglepierre et aux environs, existaient des fissures et des entonnoirs absorbant de l'eau. Nous avons procédé à des expériences de coloration pour établir la position des résurgences de ces eaux. Le résultat de ces expériences sera consigné dans le compte rendu de la prochaine campagne.

La commune de Barretaine se proposait de capter la source dite du *Mauvais pas*, qui prend naissance dans le Bajocien sur le bord des escarpements qui dominent la vallée de Vaux près Poligny. Une expérience de coloration, exécutée par nous, a montré que les eaux de cette source allaient ressortir dans les captages qui alimentent la commune de Vaux ; ces captages sont donc contaminés par les eaux superficielles.

Haut-Jura. — La ville de Saint-Claude projette d'améliorer son alimentation en eau potable qui, comme nous l'avons déjà dit à diverses reprises (Voir, notamment, *Spelunca*, n° 29, p. 43-44, et *Bull. Serv. carte géologique*, T. XIII, n° 89, p. 467) est extrêmement

dangereuse. Dans ce but elle se propose de capter *une source* qui prend naissance dans l'Astartien sur la rive droite de la Bienne, en amont de Saint-Claude. C'est une exsurgence dont le bassin alimentaire ne comporte pas de causes de contamination ; elle jaillit du fond d'une petite *marmite de géants*, à laquelle fait suite une *galerie souterraine* d'une quinzaine de mètres, en temps de sécheresse, les eaux disparaissent en aval, dans des fissures du calcaire, pour venir ressortir à une cinquantaine de mètres de là dans une résurgence : en temps de grandes eaux, la marmite se remplit, déborde et forme un torrent à l'air libre.

Signalons encore, parmi les sources que nous avons eues à examiner, les intéressantes exurgences de *Dramelay*, dans le Rauracien, de *Nermier* et de *Sarrogna*, de la *Montagne de Cury* près Thoirette, dans le Rauracien.

A Longchaumois, la source de *Pisse vieille*, dans l'Urgonien, est extrêmement contaminée. Tout à côté, se trouve un petit abri de 2 ou 3 mètres de profondeur, d'où sort également de l'eau en temps de pluie.

A *Sirod*, une expérience de coloration nous a montré qu'une source, que l'on croyait être indépendante, n'était que la résurgence des eaux du ruisseau du Bief de Preyat, dont une partie des eaux se perdent dans les fissures du Portlandien.

A *Florentia*, signalons encore une petite exsurgence, dans la faille qui borde la côte Renaud, entre le Bajocien et l'Oxfordien.

A *Censeau*, de petites exsurgences dans le Néocomien : l'une d'elles est contaminée par une perte d'eaux superficielles qu'il faudra détourner pour protéger le captage.

Enfin juillet 1906, nous avons aussi visité la source de l'*Enragé*, près Molinges, qui est la résurgence des eaux du lac de l'Abbaye (voir 4e camp. *Spelunca*, n° 29, p. 43). Cette résurgence était, grâce à la sécheresse exceptionnelle que l'on traversait à ce moment, absolument privée d'eau. Enfin, M. Rémond a pu effectuer l'exploration complète de la résurgence siphonnée de l'*Ain*.

VI. — VOSGES CALCAIRES

A *Maconcourt*, près Chatenois, existent trois sources, qui prennent naissance dans le Bajocien et dont les eaux se perdent ensuite dans les produits de décalcification qui recouvrent les marnes du Lias.

Nous avons exécuté une expérience de coloration dans la source supérieure et nous avons vu les eaux colorées ressortir, à une

centaine de mètres de là, dans les deux sources inférieures. Or, en temps de sécheresse, la source supérieure tarit, tandis que les deux sources inférieures conservent un débit notable : ces deux sources inférieures ne sont donc pas uniquement alimentées par les pertes de la source supérieure. Du plus, en temps de sécheresse, celle des deux sources inférieures qui débite le plus, est précisément celle dont le débit est le plus faible en grandes eaux. Ces constatations, en apparence contradictoires, s'expliquent d'une façon très simple, si l'on admet que la source inférieure, dont le débit est le plus fort en temps de grandes eaux, est aussi celle qui reçoit la plus grande partie de l'eau des pertes de la source supérieure ; il est naturel que son débit diminue considérablement lorsqu'elle est privée de cet apport. D'autre part, puisque la source inférieure a été, elle aussi, atteinte par la coloration faite dans les pertes de la source supérieure, cela prouve que nous nous trouvons encore ici en présence d'un de ces curieux phénomènes de dichotomie et d'anastomose des cours d'eaux souterrains, dont nous avons déjà donné de nombreux exemples et qui paraissent une des lois générales de la circulation des eaux souterraines en terrains calcaires.

SEPTIÈME LISTE COMPLÉMENTAIRE

DES

GROTTES, GOUFFRES, RIVIÈRES SOUTERRAINES, PERTES ET RÉSURGENCES DE FRANCHE-COMTÉ [1].

Abbévillers. — Exsurgences.

Accolans. — Gouffre important.

Adam-les-Passavant. — Puits d'Adam (gouffre).

Anne (Sainte). — Gouffre de la Baume.

Aromas. — Exsurgence.

Barretaine. — Sources et résurgences.

Besançon. — Grotte Frey, à la Viotte. Petit gouffre avec ruisseau, dans les carrières des Torcols. Galerie à entrée étroite dans les rochers au-dessus de Saint-Léonard.

Bolandoz. — Gouffre de Rochanon (important?)

Bonnefontaine. — Voir les Faisses.

Bournois. — Exsurgences et résurgences.

Le Brey. — Résurgences.

Calmouthiers. — Grotte.

Censeau. — Exsurgences.

Chaffois. — Nouveau gouffre sur la Route nationale.

Chamesey. — Gouffre de la Chaux.

La Charlette (Jura). — Grotte.

Charriez (Haute-Saône). — Abris.

Chatagna. — Grotte.

Chaux-les-Port. — Grotte.

Saint-Claude (Jura). — Exsurgence dans la vallée de la Bienne. Grotte de l'Ermitage.

Clerval. — Abris et résurgences.

Cottier. — Résurgence.

Dramelay. — Exsurgences.

Les Faisses (Bonnefontaine). — Diaclase intéressante communiquant probablement avec une vaste cavité.

Florentia. — Exsurgences.

Foncine-le-bas. — Grottes de l'Ours, des Noisettes de Pira-du-Bout, du Creux Maldru.

Fouvent-le-bas. — Grottes.

La Franée. — Grotte à 3 kil. de Clairvaux.

Gigny (Jura). — Grottes. Long. plus de 100 mètres. Grandes salles. Ossements humains.

Goumois. — Exsurgence.

Saint-Himetière. — Grottes importantes.

[1] Voir *Spelunca*, nos 21, 24, 27, 29, 33, 38, 40, 47, et *Bulletin des services de la carte géologique de France*, t. XIII, n° 89; n° 98, p. 44; n° 105, p. 44; n° 110, p. 56.

Saint-Laurent-la-Roche. — Exsurgence dans une petite grotte.

Longchaumois. — Résurgence et abri de Pisse-vieille.

Longeville, près Lods. — Gouffre.

Loulans-les-Forges. — Pertes et résurgences.

Malans (Doubs). — Exsurgence et résurgence.

Marangea. — Grottes.

Melecey. — Gouffre.

Molain (Jura). — Gouffre de la Baume, très profond.

Molinges. — Source de l'Enragé, résurgence.

Montécheroux. — Exsurgence.

Morteau. — Exsurgence du Moulin Bournez.

Mouchard. — Résurgence dans une petite grotte transformée en galerie de captage.

Naisey. — Baume d'Ahon.

Orchamps-Vennes. — Gouffre des Ravières. Petite Grotte; petit gouffre de Chenevrottes.

Pagnoz. — Résurgence du lavoir d'Aiglepierre alimenté par la source de Mouchard.

Percey-le-grand — Grotte.

Pierrefontaine-les-Varans — Trou du diable.

Planches en Montagne. — Grottes : de l'abbé Morel, du Pontin, du Grand rocher, du Bout du monde, de Sauge-Renaud.

Quincey (Haute-Saône). — Grotte de Champdanoy.

La Rixouse. — Grotte.

Rougemont. — Résurgence.

Sirod. — Résurgences et abri.

Tallans. — Résurgence.

Thoirette. — Exsurgence.

Tour-du-Meix (Jura). — Grotte de la Thomasette, très profonde; elle a été murée.

Varaud (grotte). A 1 kil. du Pont de la Pile.

Vauvillers. — Résurgence des eaux de Montdoré.

Vernierfontaine. — Gouffre du Bois Bouhard.

Villars-sous-Ecot. — Exsurgence.

Villers-Grelot. — Nouveau gouffre.

Villersexel. — Exsurgences.

Imprimerie Fr. Simon, succr de A. Le Roy, Rennes (191-08).

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 51. — MARS 1908

ÉTUDE SPÉLÉOLOGIQUE

DES ENVIRONS

DE GOYET ET DE HOTTON

(BELGIQUE)

Par Ed. RAHIR

Attaché des Musées Royaux du Cinquantenaire

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

34, RUE DE LILLE, 34

1908

ÉTUDE SPÉLÉOLOGIQUE

DES ENVIRONS

DE GOYET ET DE HOTTON

(BELGIQUE)

Par Ed. RAHIR

Attaché des Musées Royaux du Cinquantenaire.

LES GROTTES DE GOYET

Les grottes de Goyet, bien connues comme habitat de l'homme quaternaire depuis les remarquables découvertes qui y furent faites, il y a une quarantaine d'années, par M. Ed. Dupont, n'ont jamais été étudiées au point de vue spéléologique. A part un croquis bien imparfait et même inexact de l'une des salles occupées par l'homme préhistorique, aucun plan n'a été publié, de l'ensemble des cinq grottes qui s'ouvrent dans le massif rocheux de Goyet. L'une de ces grottes — celle portant le n° IV (voir le plan *fig. 1*) — est, de beaucoup, la plus importante de toutes, aussi bien au point de vue archéologique, que par la longueur de ses galeries et par son très curieux et très intéressant abîme terminal, que nous nous proposons d'étudier plus particulièrement.

A l'occasion de fouilles archéologiques faites dans ces cavernes pendant la première quinzaine du mois d'octobre de l'année 1907, par les Musées Royaux du Cinquantenaire, nous avons été mis à même de pouvoir dresser un plan exact et complet des diverses galeries, et aussi d'en observer les particularités spéléologiques.

Les grottes de Goyet, groupées au nombre de cinq, ainsi que nous venons de le dire, sont situées dans un pittoresque vallon arrosé par le ruisseau de Samson qui vient déboucher dans la vallée de la Meuse en face du village de Namèche, c'est-à-dire entre Namur et Huy. Elles s'ouvrent sur le versant droit, dans le

flanc d'un massif de calcaire carbonifère qui se dresse magnifiquement au bord du ruisseau et immédiatement en amont du petit village de Goyet.

Examinons tout d'abord les particularités extérieures qui sont caractéristiques à cet ensemble de cavernes, puis nous examinerons les sources du voisinage et enfin nous étudierons l'intérieur de la grotte principale, celle qui porte le n° IV.

Le fait le plus intéressant à noter ici, c'est que toutes ces excavations débouchent sur le flanc du massif rocheux à une altitude à peu près semblable, ne variant qu'entre 15 et 19 mètres au-dessus du thalweg du Samson. La grotte n° I, très probablement indépendante des quatre autres, est à l'altitude de 19 mètres et les grottes II, III, IV, V sont très sensiblement au même niveau de 15 mètres. Les stratifications rocheuses, fort peu indiquées et par conséquent peu visibles, sont redressées d'environ 30 à à 35° et sont orientées dans une direction à peu près perpendiculaire à celle des grottes.

Malgré nos plus minutieuses investigations de toutes ces roches, depuis le fond de la vallée jusqu'au plateau, nous n'avons pu découvrir le moindre indice qui puisse faire présumer l'existence d'entrées d'autres grottes qui se trouveraient à un niveau différent de celles connues. Sur le versant d'en face, à une altitude de 4 mètres, nous avons cependant reconnu quelques fissures qui, jadis, pouvaient être un point de perte de la rivière.

Nous pouvons donc croire, jusqu'à preuve du contraire, que les grottes du Goyet n'ont pas d'issues au dessus de 19 mètres, ni en dessous de 15 mètres.

Comme, en Belgique, nous constatons presque exclusivement un dispositif différent de celui-ci ; autrement dit, comme nous voyons, d'une façon très générale, que les ouvertures d'un ensemble de grottes dans un même massif se présentent à des niveaux différents, nous croyons utile de signaler le fait.

Les entrées de ces cinq grottes ont sensiblement aussi la même importance; d'après l'aspect extérieur on ne pourrait préjuger laquelle de ces entrées donne accès à la caverne principale.

Malgré nos plus actives recherches nous n'avons reconnu aucune source et aucune résurgence immédiatement en dessous de l'ouverture de ces cinq grottes, mais, en aval, à un niveau très voisin du ruisseau de Samson, nous avons noté quatre sources. Voir la carte d'ensemble du massif de Goyet, *fig. 1* en (A, B, C, D) qui sont dans la direction des stratifications rocheuses.

La première source A, la plus proche de la grotte n° I, est encore à une distance de 180 mètres en aval de celle-ci, et à près de 300 mètres du groupe des grottes (II, III, IV, V) formant l'ensemble principal — et indépendant de la grotte I — dont nous allons nous occuper.

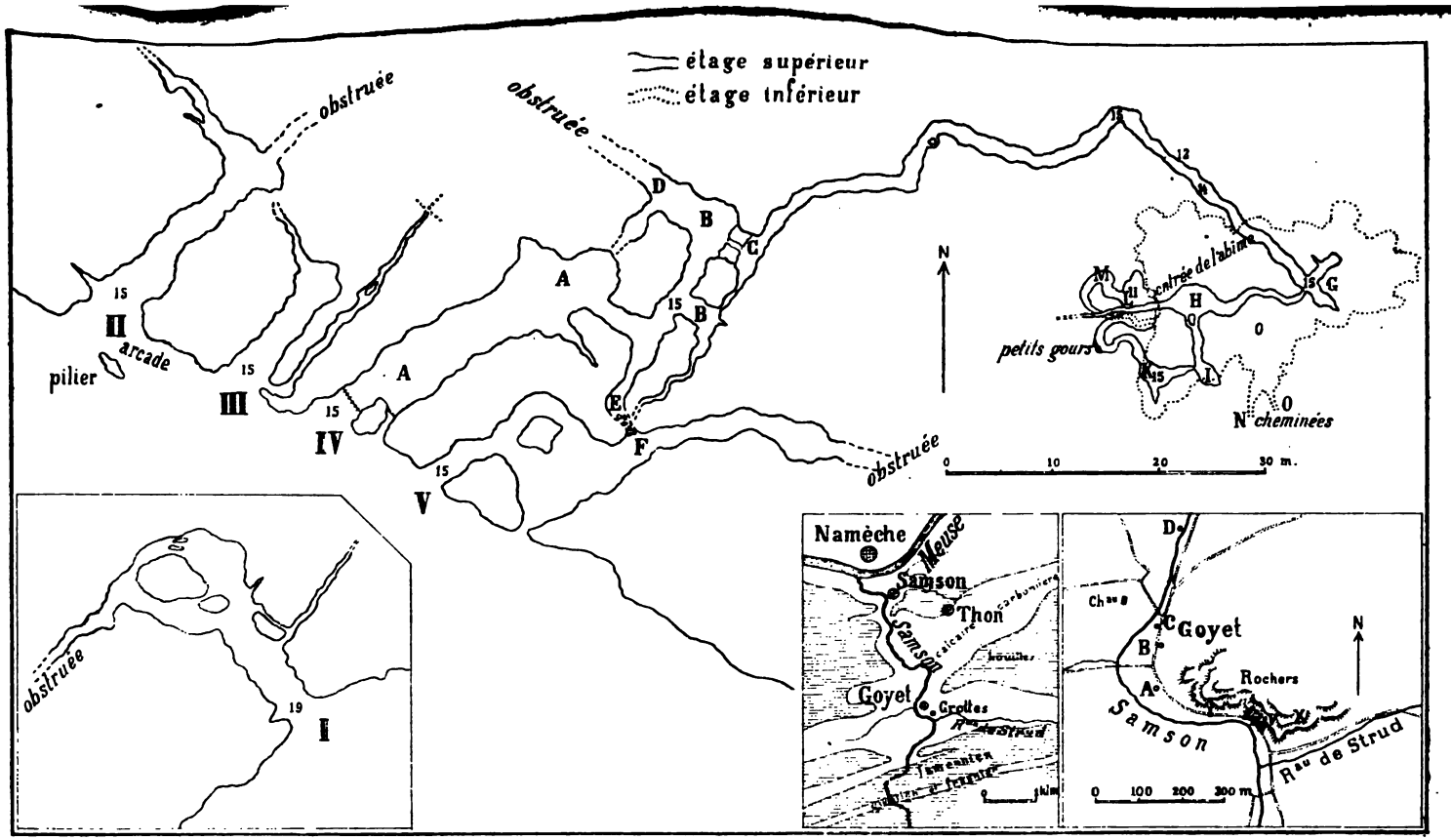


Fig. 1. — Plan des cinq grottes de Goyet et Cartes de la Région.

En octobre 1907, la température de cette source était de 11° 4 C, et, en mars 1908, à l'occasion d'une course archéologique dans ces parages, nous avons noté un degré thermométrique de 5° 5 C.

La source B, qui se trouve au village même de Goyet, sourd dans la cave d'une habitation. Le fond de cette cave est toujours inondé par cette source, sur une hauteur moyenne de 0m 50 et cette eau généralement fraîche communique sa fraîcheur au souterrain, qui, en été, est utilisé pour la conservation des boissons, etc. En période de crue, cette cave est parfois complètement remplie par les eaux souterraines. En octobre 1907, cette eau était à la température de 10° 9 C, soit un peu plus froide que la source d'amont (A) et, en mars 1808, le thermomètre y indiquait 5° 7 C.

La source C, située à 50 mètres à peine de la source B, avait, en octobre, un degré thermométrique de 11° 3 C, soit à peu près la même température que la source A et 0 4° C de plus que la source B. En mars nous avons noté une température de 5° 5 C.

La source D, jaillissant dans une prairie au bord du ruisseau de Samson, est située, contrairement aux trois sources précédentes, sur la rive gauche. En octobre, sa température était de 11° 4 C et, en mars, le thermomètre plongé dans ses eaux indiquait 10° 5 C. Ici la variation de température est beaucoup moins grande puisqu'elle n'est que de 0,9° C au lieu de 6° C, environ, noté pour les sources précédentes.

De l'ensemble de ces chiffres, on peut donc conclure que les sources A, B, C, dont nous avons constaté des variations de température de près de 6° C, constituent, très vraisemblablement, les résurgences d'un ruisseau souterrain. Ces sources ne devraient pas être utilisées comme eau potable par les habitants de l'endroit.

Au contraire, la source D, paraissant être une vraie source, et qui est indépendante des trois autres (A, B, C) devrait, de préférence, être utilisée pour les usages alimentaires. A noter ici ce fait des plus curieux : c'est que les habitants de Goyet se servent seulement des trois sources (A, B, C) impropres à la consommation, et ils n'utilisent pas la source D, c'est-à-dire la seule qui puisse offrir quelques garanties au point de vue de la santé publique.

Abordons maintenant l'objet principal de notre étude, soit celle des cavernes proprement dites, et plus spécialement celle portant le n° IV, la seule qui présente un réel intérêt spéléologique, ainsi que nous le disions précédemment.

La grotte n° I étant de peu d'importance et n'ayant, croyons-nous, aucune relation avec les quatre autres grottes de Goyet, nous ne nous en occuperons pas. Elle ne présente, du reste, aucune particularité intéressante, digne d'être mentionnée.

L'entrée de la grotte n° II est précédée, latéralement, d'une belle arcade rocheuse, reposant sur un étroit pilier, et sous laquelle on passe aisément pour atteindre cette entrée qui, agrémentée de ce portique naturel, se présente très pittoresquement. Au fond de la première galerie (altitude 15 mètres), là où elle est coupée par une diaclase transversale, accessible seulement sur une quinzaine de mètres de longueur, nous avons reconnu, à la suite d'un travail de déblai, l'existence d'une galerie assez importante. Cette galerie était complètement obstruée par des dépôts limoneux, non blocailleux et non caillouteux. Nous présumons que cette galerie est en relation avec la grotte principale (IV) par le point D de cette grotte, là où se trouve un couloir assez important qui est également complètement obstrué.

Le fond de cette grotte (A) doit aussi, très certainement, communiquer avec la grotte voisine (III) par un étroit couloir maintenant obstrué, et qui est figuré sur le plan des grottes.

La grotte n° III, plus petite que la précédente, est formée de deux galeries parallèles avec diaclases directrices nettement indiquées. L'une de ces galeries, plus large que l'autre, se termine par une petite diaclase transversale qui communique avec la grotte n° II, ainsi que nous venons de le dire. L'autre, extrêmement étroite (1 mètre de largeur, en moyenne) est exactement parallèle à la première galerie, mais sa longueur est à peu près double de celle-ci. Vers son extrémité, ce couloir devient inaccessible en raison de son étroitesse ; nous avons cependant pu noter qu'il continue, et qu'à son extrémité visible, il est coupé par une diaclase transversale.

La grotte n° IV est, de beaucoup, la plus intéressante, aussi bien au point de vue des découvertes préhistoriques qui y ont été faites, qu'au point de vue spéléologique qui seul doit nous occuper ici.

Nous nous faisons tout d'abord un devoir de remercier bien vivement ici, M. le comte de Diesbach de Belleroche, châtelain de Goyet, qui a bien voulu nous accorder toute facilité pour étudier ces cavernes, dont il est le propriétaire.

La première salle de cette caverne (voir le plan, en A, A), longue d'une trentaine de mètres et dont l'entrée est maintenant clôturée par une grille, a, comme nous le savons, été habitée par l'homme de l'époque quaternaire.

M. Ed. Dupont [1] y a reconnu cinq niveaux ossifères qui alternaient avec 6 nappes d'alluvions. Repaire de l'Ursus Spelæus et du lion des cavernes, la grotte fut aussi habitée par l'homme et plus

(1) Ed. Dupont, *L'homme pendant les âges de la Pierre dans les environs de Dinant-sur-Meuse*. Bruxelles, 1872.

spécialement dans ses trois niveaux supérieurs. On y a recueilli de nombreux ossements brisés intentionnellement (reste de repas), des silex taillés, des poinçons, des pointes de dard, etc. Le niveau supérieur était particulièrement riche en objets travaillés par l'homme. Rappelons que cette grotte a fourni le seul bâton de commandement complet qui ait été trouvé en Belgique.

Du fond de cette salle occupée jadis par nos ancêtres de l'âge de la Pierre, part un couloir qui donne accès à une deuxième salle, B. B., où l'on a retrouvé également de nombreux vestiges d'habitat par l'homme. Le service des fouilles des Musées royaux du Cinquantenaire a, tout récemment (octobre 1907), mis au jour, parmi les dépôts stalagmitiques assez abondants de cette salle, d'intéressants objets de l'industrie primitive de l'homme (du type magdalénien), mélangés avec des ossements de repas et du charbon de bois, le tout emprisonné dans la brèche concrétionnée et par conséquent en parfait état de conservation.

Le point D de notre plan indique l'emplacement du véritable repaire de l'Ours des cavernes découvert par M. Ed. Dupont. Ajoutons que cette caverne a fourni les ossements de deux cents individus appartenant à cette espèce.

Ainsi que nous le disions précédemment, de ce point D on constate l'amorce d'une galerie, maintenant obstruée, et qui, très vraisemblablement, communique avec la galerie principale de la grotte n° II, fermée aussi par des dépôts meubles.

Nous avons reconnu également que du point E au point F (voir le plan) une étroite galerie, obstruée par un éboulis de pierres, reliait les grottes IV et V. Deux personnes placées respectivement aux points E et F peuvent parfaitement s'entendre, sans pour cela devoir élever la voix.

Du point C de la 2me salle, part une diaclase assez étroite mais cependant facilement accessible et dont le niveau ne varie guère que de 3 mètres d'altitude. Après cinq coudes répartis sur une longueur d'environ 60 mètres, on aboutit au point G, là où la diaclase se termine en cul-de-sac.

En G cette diaclase est coupée perpendiculairement par une galerie qui, à gauche, se termine bientôt aussi en cul-de-sac et, à droite, se présente sous la forme d'un boyau très resserré, accessible seulement en rampant, et qui débouche dans une petite salle H. Cette salle de forme circulaire se prolonge d'un côté par une étroite diaclase, bientôt inaccessible en raison même de son extrême étroitesse, et de l'autre côté par une petite galerie basse, se terminant au point I, par une salle en cul-de-sac.

Sur le côté de cette petite salle, une très étroite ouverture circulaire — difficilement accessible pour les personnes corpulentes,

— permet d'arriver à un point (K), d'où part une galerie descendante (de l'altitude de 15 mètres à l'altitude de 11 mètres), qui est repliée deux fois sur elle-même.

A mi-chemin de cette galerie en forte pente, dans un enfoncement de la roche, on peut admirer un merveilleux ensemble de « gours » en réduction qui, maintenant à sec, constitue, mais en miniature, l'un des plus remarquables dépôts de ce genre que nous connaissions en Belgique. Les plus grands de ces gours ont à peine 7 à 8 centimètres de profondeur, et de ceux-ci descendent, en gradins, des séries de bassins de plus en plus petits et à bourrelets de plus en plus délicats jusqu'aux dimensions de $1^{m}/^{m}$ à peine.

La galerie descendante, dont nous venons de parler, débouche dans une salle qui a deux issues, aboutissant l'une et l'autre à un assez important abîme, dont nous allons nous occuper tout particulièrement.

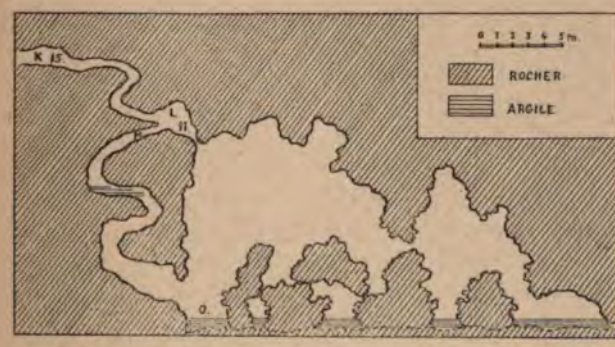


Fig. 2. — Coupe schématique de l'abîme de Goyet.

L'une des issues de la salle en question est formée d'une galerie courbe (L) à pente rapide — presque inaccessible actuellement, mais qu'il serait facile d'approprier à peu de frais — qui permet d'atteindre le fond de l'abîme, sans devoir pour cela se servir d'une échelle de corde. Cette galerie courbe constitue, avec la galerie aux petits gours, un ensemble de couloirs descendant à la manière d'un tire-bouchon sur une hauteur de 11 mètres.

La deuxième issue est l'ouverture circulaire d'un gouffre dont le diamètre est à peine suffisant pour le passage d'une personne d'un embonpoint ordinaire. A l'aide de cordages, ou mieux en utilisant une échelle de corde, on atteint assez facilement le fond du gouffre qui se trouve 11 mètres plus bas, c'est-à-dire exactement à l'altitude du thalweg du vallon de Samson, que nous avons pris pour 0 mètre (*fig. 2*).

En raison de l'important écroulement de roches, formant, sur le plancher du gouffre un fantastique chaos — un vrai labyrinthe — il nous a été impossible de dresser un plan exact de cette excavation et par conséquent nous n'avons pu en définir qu'imparfaitement les dimensions.

Sa largeur doit atteindre environ une vingtaine de mètres, sa longueur doit être assez voisine de 30, peut-être plus, et sa hauteur visible ne dépasse pas 12 mètres. Sur le plan, nous avons indiqué le pourtour de l'abîme par un pointillé; nous n'y avons pas fait figurer les écroulements afin de ne pas embrouiller le dessin déjà compliqué en ce point.

La moitié inférieure du gouffre, et plus particulièrement les parois rocheuses proches du fond de l'abîme, présentent des exemples de corrosion chimiques plus nettement accentués que partout ailleurs en Belgique, pensons-nous. Notons aussi — et le fait est des plus importants au point de vue de la démonstration du régime hydrologique de l'abîme — que le plancher de cette salle est recouvert d'une épaisse couche d'argile très pure et extrêmement tenue, pouvant être comparée à de la terre plastique. Cette argile, qui occupe toutes les surfaces du plancher, comprises entre les quartiers de rocs écroulés, est partout exactement au même niveau.

Avant notre étude de cet abîme, l'on pensait qu'un deuxième abîme devait se creuser sous les écroulements dont nous venons de parler. Notre examen attentif du plancher de la caverne nous a prouvé, d'une façon péremptoire, que le soi-disant gouffre, inférieur au premier, n'existe pas.

Les parois de la moitié supérieure de l'abîme ne présentent que beaucoup plus imparfaitement les phénomènes de corrosion chimique signalés dans les bas niveaux, et, dans ses parties tout à fait supérieures on ne remarque plus ces intenses actions dissolvantes. Par contre, on y constate, notamment dans les cheminées montantes, assez facilement accessibles (N.-O. du plan), d'assez notables dépôts stalagmitiques. Le plus important de ces dépôts est représenté par une colonne, formée d'une série de segments juxtaposés les uns sur les autres, qui ne manque pas de cachet.

Revenons à la partie inférieure de l'abîme, là où nous voyons les phénomènes de corrosion si admirablement développés. Les parois rocheuses y sont seulement hérissées d'excroissances de toutes formes et de toutes dimensions, vrai squelette de la roche — peut-on dire — représentant les portions les plus résistantes du calcaire aux actions chimiques et les matières étrangères qu'il renferme; mais, à la cassure, ces excroissances montrent nettement une structure spongieuse très accentuée.

On peut constater que l'acide carbonique contenue dans les eaux souterraines a extrait de la roche toutes les matières solubles qu'il lui a été possible d'enlever.

Cette corrosion chimique si remarquable et dont l'intensité augmente graduellement du haut en bas de l'abîme, pour atteindre son maximum au voisinage du plancher de la caverne, peut s'expliquer de la façon suivante, d'après nous :

Fig. 3. — Abime de Goyet.

Lorsque les galeries supérieures de la caverne ont été abandonnées par la rivière souterraine, en vertu de la loi bien connue et si générale de l'enfouissement progressif des eaux au sein des calcaires, il est arrivé un moment où l'abîme a également été abandonné par les eaux. Ici l'abandon a, toutefois, été très lent et les eaux ne se sont plus introduites alors dans l'abîme que par ses parties les plus basses. C'est seulement par des voies au niveau

du plancher de cette excavation — ainsi que nous avons pu nous en rendre compte de visu, à la suite d'une exploration minutieuse — que la rivière souterraine a pu alors remplir l'abîme.

La capacité de l'excavation étant assez importante et les issues inférieures, les seules par lesquelles la rivière a pu s'y introduire, étant très réduites, le courant devait y être très faible ; par conséquent les actions mécaniques des eaux étaient complètement annihilées à cette époque au profit des actions chimiques qui, seules alors, étaient en activité. Les eaux continuant leur descente, mais très lentement, il est de toute évidence que les parties basses de l'abîme ont eu un contact de beaucoup plus longue durée avec les eaux, alors à peu près stagnantes, qu'avec les parties hautes.

Il est arrivé un moment où la rivière souterraine a fini par abandonner, d'abord temporairement, puis complètement l'abîme, pour se creuser un lit plus bas encore et plus en aval dans la vallée du Samson, ainsi que nous le disions précédemment. Les points de sorties, de la rivière souterraine, seraient maintenant, selon toute probabilité, les sources que nous considérons comme des résurgences, indiquées par les lettres A, B, C, sur notre carte d'ensemble du massif de Goyet.

Pendant longtemps encore il se produisit des crues temporaires et très lentes qui inondèrent seulement les parties les plus inférieures de l'abîme. C'est alors que se déposa cette argile si tenue qui, en couche épaisse, est répandue sur le plancher de l'excavation.

On comprend aisément que ce régime hydrologique — eau à courant très faible pénétrant lentement et par les parties les plus inférieures du gouffre — a donné lieu aux remarquables phénomènes de corrosion chimique, que nous avons constatés ici.

Il ne nous reste plus maintenant qu'à donner un aperçu d'ensemble du régime hydrologique des cavernes de Goyet.

Pendant la période du creusement des vallées, les quatre salles d'entrées (II, III, IV, V), qui alors communiquaient toutes entre elles, constituaient à l'origine, pensons-nous, les seules voies de pénétration des eaux à l'intérieur du massif calcaire de Goyet. En effet, nous n'avons constaté aucune cheminée montante vers le plateau ou vers les versants, pas plus que la moindre voie d'accès à un étage inférieur à celui de ces grottes, toutes à l'altitude de 15 mètres. A part quelques faibles variantes, ce niveau reste sensiblement le même jusqu'à l'entrée de l'abîme. Jusqu'à ce point également nous n'avons remarqué ni cheminée montante ni voie d'accès vers un niveau inférieur.

Les eaux ont donc pénétré dans la caverne par quatre voies, puis, à la suite d'une succession de baisses du Samson alternant avec

des crues, la grotte fut, dans l'intervalle de ces crues, occupée cinq fois par les grands carnassiers et par l'homme, dont les vestiges d'occupation furent particulièrement nombreux dans les niveaux supérieurs.

En même temps que les eaux pénétraient dans l'abîme par l'étroite galerie que nous connaissons, de nouvelles voies se sont ouvertes sur le versant du ruisseau de Strud (point X de notre carte d'ensemble du massif). De ce côté les eaux ont rejoint le ruisseau souterrain dans l'abîme, par les cheminées N.-O (voir le plan de la grotte) qui correspondent au point X de notre carte. Nous n'avons cependant pas reconnu d'ouvertures sur le versant du vallon de Strud parce que, à cet endroit, les pentes sont couvertes d'éboulis masquant toute voie d'accès. D'après notre relevé — fait aussi exactement que possible — nous avons la presque certitude que les cheminées de l'abîme doivent déboucher à l'extérieur à une altitude de 12 à 15 mètres au-dessus du thalweg du Samson.

Par suite de l'approfondissement progressif des vallées, les eaux ont abandonné les voies de pénétration supérieure (15 mètres altitude) pour prendre celles du niveau inférieur de l'abîme qu'elles ont abandonnées aussi, mais lentement et en donnant lieu alors aux actions chimiques dont nous avons parlé plus haut.

Maintenant la rivière souterraine n'envahit plus l'abîme — au moins depuis plusieurs années — ce qui nous a été prouvé par les dates très nettement visibles inscrites avec des noms sur l'argile qui recouvre le plancher de l'abîme.

Vraisemblablement, cette rivière s'est frayé de nouvelles voies, inaccessibles à l'homme, circulant plus en aval que la grotte actuelle et débouchant dans le vallon du Samson par les trois sources A, B, C (voir le plan).

En résumé, on peut dire que cette grotte se signale plus spécialement :

1° Par ses multiples entrées toutes au même niveau, aboutissant à un abîme par une galerie unique;

2° Par les remarquables exemples de corrosion chimique que l'on constate dans les parties basses de son abîme terminal, et qui ont pour cause ici un régime hydrologique assez particulier ;

3° Par le régime hydrologique, d'une nature spéciale, dont l'abîme a été le siège.

HOTTON

LA GROTTE DE PORTE-AÏVE ET L'ISBELLE SOUTERRAINE

Le vallon pittoresque et sauvage de l'Isbelle, qui débouche dans la vallée de l'Ourthe, entre les villages de Hotton et de Hampteau (voir *fig. 4*), mérite d'être signalé pour les intéressants phénomènes spéléologiques, non encore décrits, dont il est le siège et, plus particulièrement, par son ruisseau souterrain.

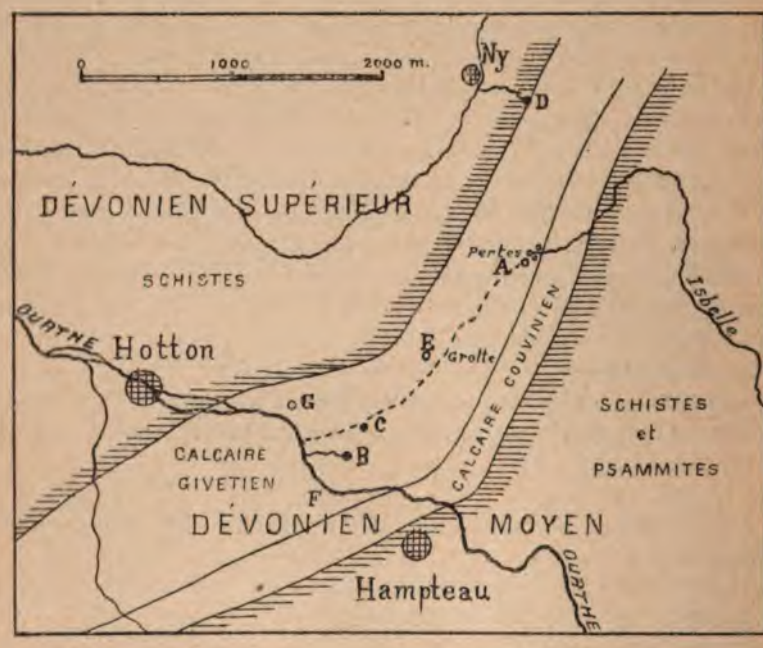


Fig. 4. — Région de Hotton.

Au point E (*fig. 4*), une grotte, fort bien située pour avoir été habitée par l'homme de l'époque quaternaire, avait été signalée au service des fouilles des Musées royaux du Cinquantenaire, par son propriétaire, M. Moureaux, instituteur communal à Hotton.

A l'occasion de ces fouilles, nous avons été à même de pouvoir étudier la région au double point de vue archéologique et spéléologique.

Nous ne nous occuperons ici que de la spéléologie des environs de Hotton, et, plus spécialement encore, d'une intéressante expérience à la fluorescéine, dont nous avons noté consciencieusement la marche, ainsi que de nos constatations sur la température des eaux de la rivière souterraine.

Ainsi qu'on peut s'en rendre facilement compte par l'examen de la fig. 4, une bande de calcaire givétien (Dévonien moyen), d'une largeur moyenne d'environ 1 kilomètre, traverse l'Ourthe entre Hotton et Hampteau ; c'est cette bande calcaire qui est le siège des phénomènes dont nous allons parler ici.

Grotte dite de « Porte-Aïve ».

La grotte de Porte-Aïve, située sur le versant du vallon de l'Isbelle, à une altitude de 48 mètres au-dessus du thalweg du

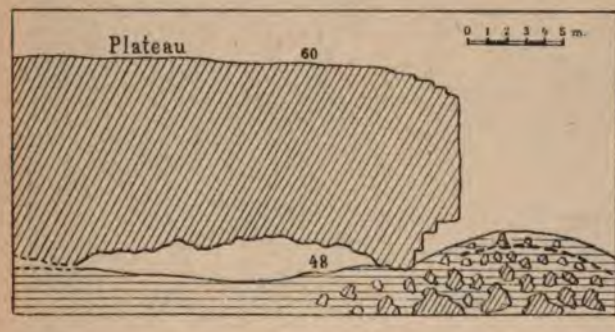


Fig. 5. — Coupe longitudinale de la Grotte de Porte-Aïve.

ruisseau, et qui est précédée d'une terrasse, n'est guère connue. Depuis longtemps, une importante accumulation d'éboulis rocheux et de terres descendues du plateau recouvrant, en clôturaient complètement l'entrée (*fig. 5*).

Sous la terrasse, à une profondeur moyenne de 1 mètre, le service des fouilles des Musées royaux du Cinquantenaire a mis au jour un ossuaire néolithique avec pointes de flèches et fragments de poteries. Sous ce niveau, on a reconnu la présence d'un vaste écroulement de rochers, dont les blocs augmentent d'importance en raison directe de la profondeur. Très vraisemblablement, c'est la présence de ce formidable chaos de roches, produit à une période très ancienne, qui est cause que la caverne n'a pas été habitée par l'homme à l'époque quaternaire.

Cette grotte présente cette particularité-ci : c'est qu'elle s'ouvre perpendiculairement aux bancs rocheux, ici redressés verticalement.

La salle d'entrée que nous représentons en coupe (*fig. 5*) — la seule actuellement connue mais qui, à n'en pas douter, se continue au sein du massif — est à peu près de forme circulaire, mais

Fig. 6. — Hotton. Tronçon de caverne suspendu au-dessus de l'Ourthe.

elle serait de grandeur et de capacité beaucoup plus notables si elle était vidée des dépôts meubles et autres qui l'obstruent en grande partie.

Nous pensons que cette grotte a été creusée aux dépens d'une diaclase horizontale. Comme la voûte n'est que très faiblement cintrée et qu'elle est très basse, même tout à fait inaccessible en nombre de points, nous n'avons pu déterminer si cette diaclase se continue suivant une même direction.

Au point G (voir la carte de la région, fig. 4, c'est-à-dire non loin du confluent de l'Isbelle avec l'Ourthe, existe un tronçon de caverne curieusement suspendu, à une altitude de 30 mètres environ au-dessus de la rivière (*fig. 6*).

De ce tunnel naturel — fragment d'une galerie de caverne — long de quelques mètres à peine et qu'on atteint facilement en suivant un sentier qui serpente dans les flancs de la montagne, la vue s'étend agréablement sur la superbe ligne des rochers de Hotton, couronnés par un oppidum belgo-romain dit le « Ty-Château. »

Isbelle souterraine.

Abordons maintenant l'étude de l'Isbelle souterraine, c'est-à-dire du phénomène spéléologique le plus intéressant que renferme la bande calcaire de Hotton.

Après un parcours sinueux de plus de 8 kilomètres sur les terrains imperméables du Dévonien inférieur et du Dévonien moyen, l'Isbelle franchit une étroite bande de calcaire couvinien sans y subir de pertes visibles.

Dès son premier contact avec le calcaire givétien, qu'elle atteint immédiatement après la traversée du couvinien, l'Isbelle disparaît sous terre par de multiples points d'absorption (A, de la *fig. 4*). Parmi ces multiples points, il en est un — plus important que les autres — qui n'est presque jamais dépassé par les eaux, sauf à la suite de pluies torrentielles d'une abondance tout à fait exceptionnelle.

A environ 2 kilomètres en aval de ces points de perte, non loin des bords de l'Ourthe, existent deux sorties d'eaux (B et C), dont l'une (B), d'un débit permanent, est connue sous le nom de « fontaine de Thot (*fig. 7*).

A un peu plus de 1100 mètres au Nord des pertes du ruisseau de l'Isbelle, existe, dans un vallon parallèle à celui de l'Isbelle, une venue d'eau qui sourd à la bordure de la même bande de calvaire givétien, non loin du hameau de Ny (D de la *fig. 4*).

Avant de faire une expérience à la fluorescéine, dans le but d'étudier le cours souterrain de l'Isbelle, nous avions à nous assurer si les eaux engouffrées en A, pouvaient, avec quelques chances de probabilité, revenir au jour par la source de Ny (point D, de la carte). Le 2 avril 1907, les eaux de cette source étaient à la température de 9° C.

Deux levées altimétriques absolument concordantes nous ont montré que la source de Ny se trouve à un niveau supérieur de 5 mètres à celui de l'engouffrement des eaux de l'Isbelle. Par

conséquent, il a été nettement établi qu'aucune relation ne pouvait exister entre les pertes de l'Isbelle et la source de Ny.

Il était donc à présumer que la résurgence du ruisseau disparu en A, devait se produire vers les bords de l'Ourthe, c'est-à-dire à la fontaine de Thot (point B), qui se trouve à un niveau de 27 mètres inférieur à celui des pertes.

Fig. 7. — Fontaine de Thot.

Résurgence permanente de l'Isbelle.

Le 2 avril 1907, à 12 heures, nous avons versé 500 grammes de fluorescéine aux pertes de l'Isbelle (perte principale). La température des eaux était alors de 11° C.

Le même jour, le thermomètre plongé dans la fontaine de Thot indiquait 6° 7 C.

Nous avons ensuite prélevé nous-même et, en notre absence, M. Moureaux a bien voulu prélever pour nous des échantillons

d'eau à la fontaine de Thot — plusieurs fois par jour — à partir du 2 avril (commencement de l'expérience) jusqu'au 5 avril.

L'échantillon d'eau prélevé le 3 avril à 7 h. 30, indiquait la présence de fluorescéine, mais la coloration, encore très faible alors, n'était appréciable — mais très nettement cependant — qu'au fluoroscope.

Nous pouvons donc présumer que les premières traces de coloration verte ont apparu à la fontaine de Thot vers 7 heures. La fluorescéine, en solution dans l'eau du ruisseau souterrain, a donc mis une durée de 19 heures pour franchir la distance de près de 2 kilomètres — en ligne droite — comprise entre les pertes de l'Isbelle et la fontaine de Thot, reconnue donc avec certitude maintenant comme la résurgence des eaux disparues en amont.

L'échantillon prélevé ce même jour à 10 heures — comme du reste le ruisseau entier, depuis la fontaine jusqu'à l'Ourthe — était nettement teinté en vert. La coloration des eaux était alors assez forte pour attirer vivement l'attention des habitants de l'endroit.

A 12 heures, à 15 heures, à 17 heures 30, la coloration verte avait conservé sa même et très forte intensité.

En résumé, les divers échantillons d'eau de la source de Thot, prélevés dans la journée du 3 avril, étaient, depuis 10 heures, tous très fortement teintés en vert.

Le 4 avril à 7 heures, la résurgence ne présentait plus de traces visibles de fluorescéine ; mais un échantillon d'eau examiné au fluoroscope nous a prouvé, avec une certitude absolue, qu'elle contenait encore des traces de matière colorante.

Ce même jour, vers 12 heures, le fluoroscope nous a donné l'indication que la fluorescéine avait alors été éliminée complètement par la source de Thot.

Nous avons continué à examiner des échantillons d'eau pendant toute la journée du 4 avril, afin de nous assurer s'il n'y avait pas d'interruption dans la venue de la matière colorante; ce qui peut se produire lorsqu'un siphon intermittent est intercalé sur le parcours d'un ruisseau souterrain. Cette intermittence, ajoutons-le, a été constatée par nous à Remouchamps.

Ainsi que nous le disions plus haut, la matière colorante a mis 19 heures pour franchir le trajet souterrain, depuis les pertes de l'Isbelle jusqu'à la résurgence. L'intensité de la coloration a été à peu près égale pendant toute une journée, et, 44 heures après le jet de la fluorescéine, toute trace de matière colorante avait disparu à la fontaine de Thot. Cette fausse source a donc été teintée pendant 27 heures.

Cette résurgence — permanente, ainsi que nous le disions précédemment — qui débouche sur le versant de la vallée de

l'Ourthe, se produit par de très minimes fissures. Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'entourage immédiat de la sortie d'eau pour se rendre compte que cette résurgence est de formation relativement récente (voir *fig.* 7).

Un autre regard de sortie des eaux souterraines, situé non loin de la fontaine de Thot et à une altitude de 2 mètres supérieure à

Fig. 8. — Résurgence temporaire de l'Isbelle.

celle-ci, se remarque plus en amont, dans le vallon de l'Isbelle et à quelques mètres de la chavée de ce ruisseau (Point C de la *fig.* 4).

C'est là l'ancienne résurgence du ruisseau souterrain, qui, de nos jours, n'est plus en activité qu'à la suite de pluies copieuses (*fig.* 8). Elle se présente sous l'aspect d'une petite grotte à pente descendante vers l'intérieur du massif calcaire et qui n'est accessible, mais en rampant, que sur une longueur de 3 à 4 mètres. Une nappe d'eau, que l'on rencontre alors, et le peu d'élévation

de la voûte ne permettent pas de pouvoir s'assurer jusqu'où s'étend la caverne.

Lors de notre expérience à la fluorescéine nous avons pu, et non sans peine, recueillir des échantillons d'eau en ce point. Il nous a été donné de constater alors, qu'aux basses eaux — comme elles l'étaient à cette époque — le flot coloré de la rivière souterraine n'avait pas atteint la nappe d'eau, alors stagnante, nous a-t-il paru, de la résurgence temporaire.

La température des eaux n'était pas non plus identique alors aux deux résurgences. Tandis que la fontaine de Thot avait un degré thermométrique de 6°,7 C., la température des eaux à l'autre résurgence était de 5°,4 C.

Le 18 avril, soit quinze jours après, la fontaine de Thot marquait 7°,0 C., c'est-à-dire 0°,3 C. de plus que le 2 avril, et la résurgence temporaire avait alors une température de 5°,6 C., soit 0°,2 C. en plus que le 2 avril.

Pendant les trois premières semaines d'avril, nous n'avons constaté aucun déversement par la résurgence temporaire.

Le 26 août de la même année, nous avons pu voir la résurgence temporaire en pleine activité et nous avons noté alors que la température des eaux était de 11° 8 ou 6° 4 C de plus qu'au commencement d'avril. La fontaine de Thot avait un débit plus abondant qu'en avril et, comme l'autre résurgence, elle était alors très légèrement trouble. Sa température était de 12° 5 C où 5° 8 de plus qu'en avril. La différence de température de ces deux résurgences — celle de Thot 0° 7 C de plus que l'autre — nous montre donc, une fois de plus, une certaine indépendance des eaux souterraines qui arrivent aux résurgences par des bras distincts.

Fait des plus intéressants à noter ici : c'est que, le *18 août*, il plut très abondamment dans le pays environnant et durant la journée entière. C'est cette pluie des plus copieuses qui a mis en activité la résurgence temporaire depuis le 19 août, soit un jour après cette importante chute d'eau, seule capable, à cette époque, de la faire fonctionner.

Deux jours après, le 28 août, nous constatons que la résurgence temporaire a cessé de fonctionner et que les eaux de la nappe d'eau souterraine s'étaient refroidies de 0° 2 C, soit 11° 6 C. La fontaine de Thot (température de 12° 5 C, comme le 26 août) avait un débit un peu inférieur à celui du 26, mais ses eaux étaient encore très légèrement troubles.

Comme aucune forte pluie ne s'est produite — dans la région de l'Isbelle — entre le 19 et le 28 août, nous pouvons donc dire, d'après les données ci-dessus, que les eaux engouffrées aux pertes de l'Isbelle pendant la journée du 18 août (pluie torrentielle) ont

dû remplir un important réservoir souterrain, puisque ces eaux se sont écoulées abondamment par la résurgence temporaire (en plus de la résurgence permanente) pendant 8 à 9 jours.

A l'occasion d'une course archéologique à Hotton, le 17 février 1908, nous avons pu faire une dernière et assez intéressante constatation qui semble corroborer l'hypothèse de l'existence d'un assez notable réservoir souterrain au sein du massif calcaire étudié.

Nous avons vu fonctionner les deux résurgences avec un débit *de beaucoup supérieur* à celui constaté en août 1907, et, plus particulièrement, la résurgence temporaire qui formait alors un *très gros* ruisseau.

Fait des plus curieux, les eaux des deux résurgences étaient alors à une très basse température; celle de Thot, de 3°,6 C et celle de la résurgence temporaire de 3°,5 C.

Les eaux de l'Ourthe avaient alors la température de 2°,5 C.

Cette température très basse — que nous n'avons jamais notée aux résurgences de ruisseaux souterrains en Belgique, ayant un trajet de 2 kilomètres — paraît indiquer qu'un très notable volume d'eau glacée (à 2°,5 C environ) s'est accumulé, au sein du massif, dans un important réservoir. En raison de leur volume, ces eaux n'ont pu que se réchauffer très faiblement jusqu'à leurs points de sortie.

En résumé, le ruisseau souterrain de Hotton mérite d'être signalé tout particulièrement pour la température parfois très basse de ses eaux.

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 52. — JUIN 1908

COURS D'EAU SOUTERRAINS

DU CAMMON AU LAOS

PAR

M. PAUL MACEY

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

34, RUE DE LILLE, 34

1908

COURS D'EAU SOUTERRAINS, ETC.

DU CAMMON AU LAOS

Avant-propos.

Sur les instances de M. Pavie, Ministre plénipotentiaire, dont nous fûmes, jadis, un des collaborateurs en Indo-Chine, les notes qui suivent ont été extraites de carnets de tournées et complétées. Et cela pour satisfaire à un désir exprimé par M. E.-A. Martel, soucieux de faire connaître nos recherches spéléologiques, en Indo-Chine.

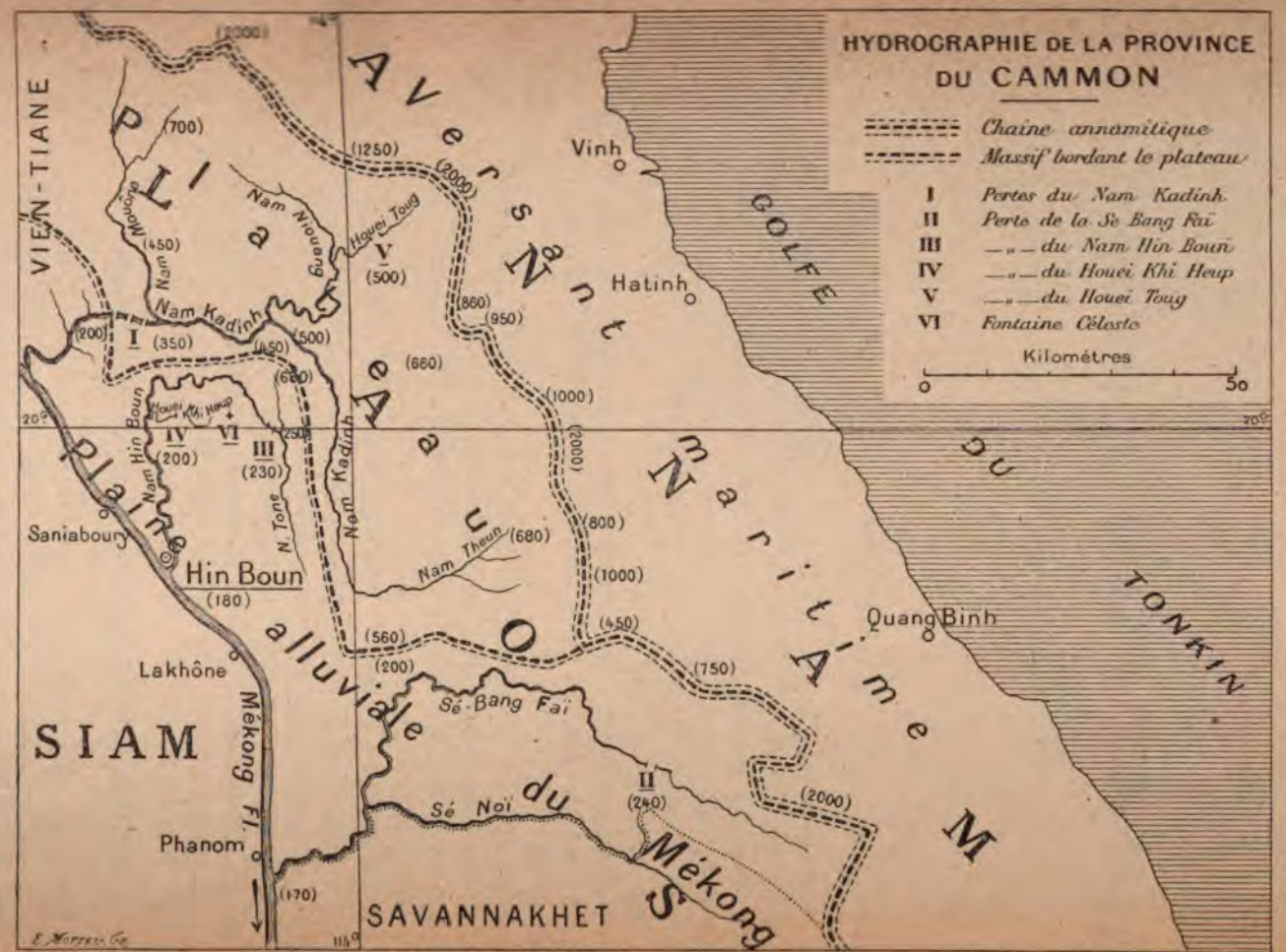
Malheureusement, les moyens dont nous disposons n'ont point permis que ces notes fussent accompagnées de photographies.

Bien que les curiosités souterraines soient fort nombreuses et variées, au Laos, nous nous bornerons à décrire les principales de celles qui existent dans la Province du Cammon que nous administrons depuis 1901.

Déjà, en l'année 1905, les pertes de rivières de cette province firent l'objet d'une brève communication à la Société de géographie commerciale de Paris. Elles furent, alors, examinées, non au point de vue pittoresque, mais en prévision de leur utilisation industrielle, comme potentiels importants d'énergie hydro-électriques ou sources de houille blanche.

Superficie de la province du Cammon et son orographie.

La province du Cammon (voir la carte ci-jointe), dont la superficie égale 30.000 kilomètres carrés, soit un peu plus que celle de la Belgique, est constituée par une portion de la plaine alluviale du fleuve Mé Kong et par un vaste plateau, doucement



Chaine annamitique — Massifs bordant le plateau

incliné vers ce fleuve. Le plateau s'appuie, au Nord et à l'Est, à la chaîne Annamitique, dont les sommets dépassent 2.000 mètres, et où s'ouvrent des cols de 450, 850, 950, 1.000 et 1.200 mètres.

Dans la plaine alluviale, comme sur le plateau, on rencontre de très nombreux et importants massifs formés de calcaires anciens, parfois stratifiés, à la base desquels se voient des dykes de lave.

Ces massifs se présentent, pour la plupart, complètement dégagés des formations schisteuses ou gréseuses, qui les entouraient; lesquelles ont été érodées, désagrégées, par les eaux sauvages et les agents atmosphériques, au cours des âges géologiques.

Les masses rocheuses, parmi lesquelles pointaient primitivement les crêtes des calcaires, furent ainsi réduites en particules ténues qui servirent à colmater les dépressions du sol, niveler les plaines; le surplus fut entraîné, au loin, par le grand collecteur de la région, le Mé Kong.

Plus tard, le régime des eaux ayant subi de profondes modifications, par suite de l'apparition des forêts touffues, les grands lacs tumultueux de jadis eurent, d'abord, des étiages annuels, maxima et minima; puis, ayant progressivement diminué de surface, ils se rétrécirent, se muèrent en lagunes ramifiées, et devinrent, finalement, les cours d'eau que nous voyons couler, aujourd'hui, dans leurs alluvions lacustres au lit si exigu.

Formation des pertes, souterrains, grottes et cavernes.

Là où les lignes des thalwegs secondaires se sont trouvées, à une certaine période, barrées par des massifs de roches dures, calcaire ou dolomie, les eaux sauvages renforçant les rivières en formation les ont perforés pour se créer un passage afin d'aller rejoindre le grand thalweg inférieur du bassin, c'est-à-dire le lit du Mé Kong.

Ces percées constituent les pertes de rivières dont nous nous occupons ici.

D'autres attaques n'ont pu parvenir à perforer entièrement les massifs. Alors ont été creusées des grottes, des cavernes, plus ou moins profondes et plus ou moins vastes, de formes

variant à l'infini que l'on voit au niveau du sol et même aux flancs abrupts des massifs, à différentes hauteurs. Les unes sont des grottes sans autres issues que celle d'entrée, ou avec des prolongements en boyaux étroits qui les font communiquer avec d'autres cavités. Certaines montrent des crevasses, des cassures, des cheminées, qui accèdent à l'air libre, au sommet des massifs.

Ces pertes, ces grottes, ces crevasses, ces cheminées montrent bien que l'attaque des eaux servant de véhicule et de moteur à des blocs de roche dure, aux arêtes vives, s'est produite aussi bien dans le sens vertical que dans le sens horizontal.

De tels instruments de perforation, ayant les formes les plus étranges et les plus variées, agissant sur et à l'intérieur des massifs, où le dynamisme puissant des eaux les maniait, ont produit des érosions, des cassures, des perforations d'aspects divers, dont on ne peut se faire une idée, sans les avoir vus !

C'est une œuvre chaotique dans tout ce qu'elle peut avoir d'imprévu, de bizarre et de grandiose.

Énumération des curiosités spéléologiques de la province du Cammon.

Les grottes et cavernes à une seule issue, ou avec, en plus, des crevasses ou des cheminées ascendantes, sont trop nombreuses et trop disséminées, pour que nous songions à en donner une description complète. Mentionnons simplement leur existence, leur variété, en escomptant, au mieux, les surprises et l'admiration qu'elles peuvent réserver à leurs explorateurs.

Les pertes de rivières sont, dans cette province, au nombre de sept; situées sur cinq cours d'eau différents, affluents ou sous-affluents du Mékong. Ces pertes développent, en souterrain, une longueur totale de 19 kilomètres environ, dont la plupart ont été parcourus, parfois au grand effroi des indigènes qui redoutaient la vengeance des Phé Thame et des Phé Nam (1).

Par ordre d'importance des cours d'eau, les pertes se classent ainsi :

(1) Esprits, génies des grottes (Thame) et des eaux (Nam).

— 1° Celles du Nam Kadinh (Kadigue), au nombre de trois, passant de l'altitude de 350 à celle de 200 mètres, sous le massif Pou Tiong (montagne ondulée), dans le Thame Keng Kadinh (1).

La longueur totale de ces trois pertes qui sont encore inexplorées, serait d'environ 7 kilomètres?

— 2° La perte de la Sé Bang Faï, passant sous le Pou Pa Koue Ki Thame (massif calcaire qui est au-dessus de la grotte).

Sa longueur est de plus de 4.000 mètres.

Entièrement explorée.

— 3° La perte du Nam Hin-Boun sous le Pou Kong L'lô, (montagne où on a fondu un gong en cuivre).

Sa longueur est d'environ 4 kilomètres, entièrement parcourus.

— 4° La perte du Houei Khi Heup (petite rivière des stalactites), qui passe sous le Pou Thame Khi Heup (montagne, grotte, stalactite), sur une longueur de 2.000 mètres.

Entièrement parcourue.

— 5° La perte du Houei Thong (petite rivière du cuivre), passant sous le Pou Nam Pané (montagne aux mille cours d'eau); d'une longueur de 2 kilomètres.

Inexplorée pour cause d'impraticabilité.

— 6° La Hang Nam Thiéng (Jarre à l'eau céleste), située dans le Pou Pa Hang Nam Thiéng (montagne calcaire isolée de la Hong, etc.).

Pertes du Nam Kadinh.

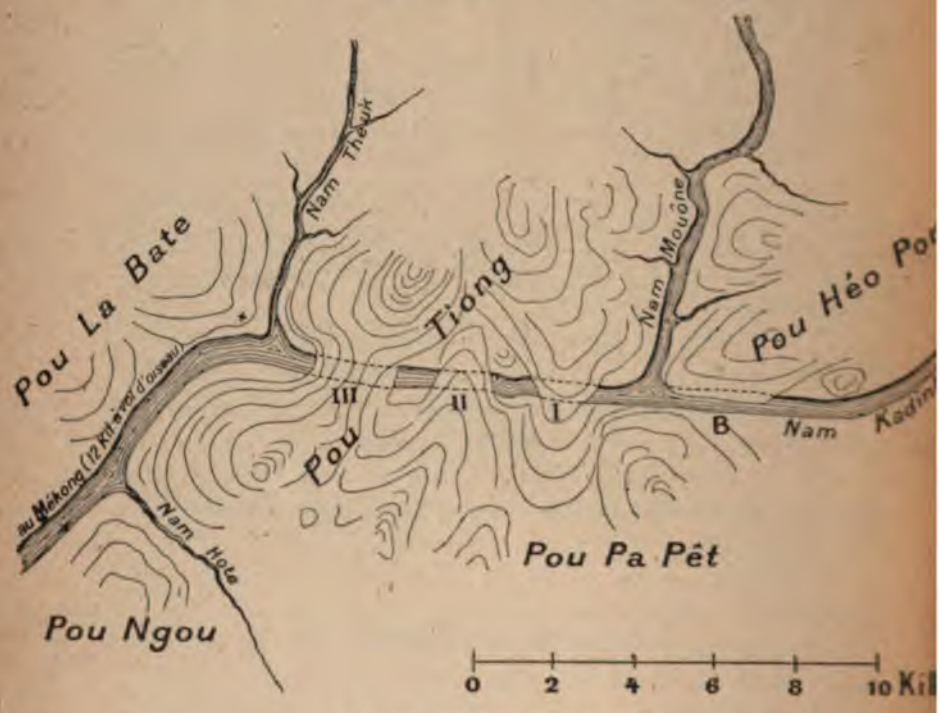
Le Nam Kadinh (nommé Nam Theun' dans son haut cours) a une longueur de 250 kilomètres environ. Il prend sa source dans la chaîne Annamitique, se dirige successivement S.-O., O., puis N, et revient O, puis S.-O. pour confluer avec le Mé Kong, dont il est un des gros affluents, à 100 kilomètres en amont du centre de Hin-Boun, chef-lieu de la province du Cammon.

Encombré de nombreux hauts-fonds et de barrages rocheux, ce majestueux cours d'eau n'est malheureusement point navigable, sauf dans quelques biefs de très peu d'étendue.

(1) Pou : montagnes; Tiong : ondulé; Thame : grotte, caverne; Kông, rapide, cascade; Kadinh, qui rend le bruit des clochettes d'éléphants.

Le thalweg du Nam Kadinh se trouvant à courte distance des crêtes des Pou Hak, Pou Haï, et Pou Pa Pêt, qui forment le rebord du plateau au-dessus de la plaine alluviale du Mé Kong, fait de ce cours d'eau le collecteur des eaux de la plus grande partie de la province.

A une distance de 45 kilomètres avant d'atteindre le Mé Kong, le Nam Kadinh rencontre un massif nommé Pou Tiong,



Plan des pertes du Nam Kadinh.

qu'il traverse en trois souterrains successifs d'une longueur totale de 7 kilomètres.

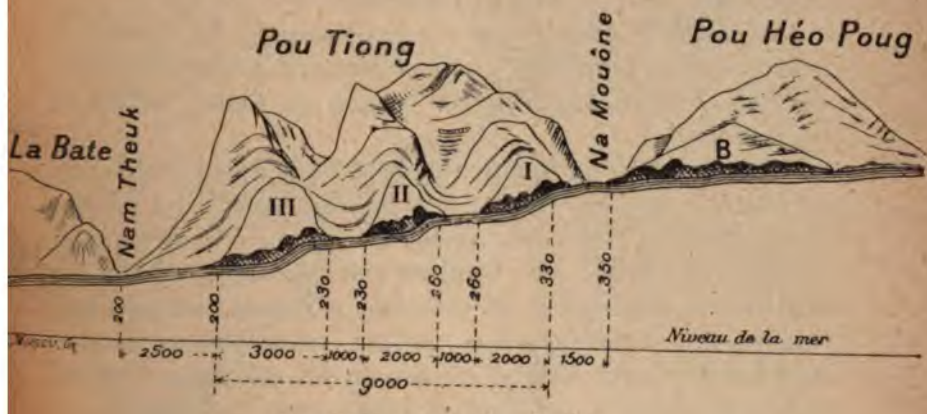
Anciennement, il devait même exister une quatrième perte, car on constate, sur la rive droite près du confluent du Nam Monône, en amont de la première perte, les traces d'un souterrain, dont la partie gauche est éboulée, laissant, à droite, une baume; d'où la montagne au pied de laquelle elle se trouve, a pris son nom de Héo Pong (au flanc percé, érodé). (Voir le croquis I et II.)

La première perte (I) en suivant le cours de l'eau, est située

peu après le confluent de Nam Monône; elle a une longueur de 2.000 mètres.

Ensuite, viennent, une portion en eau libre, puis la seconde (II) et la troisième perte (III), séparées par de l'eau libre, et de longueurs respectives de 2 et de 3 kilomètres.

La dénivellation de thalweg, depuis l'entrée de la première perte jusqu'à la sortie de la troisième, est de 150 mètres, soit, pour une distance de 10 kilomètres, une pente générale théorique de 15 millimètres par mètre. En réalité, cette pente se divise en trois gradins étagés, dans les souterrains dont les parties en eau libre forment les paliers.



Coupe des pertes du Nam Kadinh.

Le régime du Nam Kadinh, du fait des entraves apportées à son écoulemen normal par le passage de ses eaux dans des souterrains resserrés, est tout particulier et mérite d'être décrit.

En temps ordinaire, c'est-à-dire au cours des saisons pluvieuses, où la précipitation d'eau ne dépasse pas une certaine moyenne dans le bassin du Mé Kong, l'écoulement des eaux et des bois flottés s'effectue assez facilement dans les souterrains.

Il n'en est pas de même dans le cas de crues exceptionnelles (1904-1905-1907), quand le Mé Kong atteint la cote de plus de 13 mètres au-dessus de l'étiage, et quand la tombée d'eau sur le plateau est plus considérable que de coutume.

Alors, le niveau du Nam Kadinh monte rapidement; les bois flottés qu'il charrie se pressent en si grande quantité dans les souterrains qu'ils s'enchevêtrent les uns dans les autres et ra-

lentissent fortement l'écoulement de la rivière, dont le cours inférieur, en aval de la dernière perte, est lui-même refoulé par le grand courant du Mé Kong.

A ce moment, le Nam Kadinh se gonfle, en amont des pertes, il sort de son lit, refoule ses affluents qui débordent eux-mêmes, et des inondations se produisent sur le plateau.

On a peine à se figurer quel chaos doivent présenter, dans des cas pareils, les souterrains, où les eaux furieuses grondent, bouillonnent, écument en véritables cascades, au milieu de milliers de troncs d'arbres et de débris de bois enlacés, qui se tordent de mille façons, se brisent, et finissent par revoir le jour sous la forme de simples esquilles !

Les indigènes connaissant ces particularités, les amplifiant même dans leur esprit, il n'y a rien d'étonnant à ce que les pertes du Nam Kadinh soient encore vierges de toute exploration de leur part.

Même en faisant abstraction de leurs craintes superstitieuses, de l'horreur que leur inspire le monde souterrain, les moyens divers dont ils disposent, l'éclairage surtout les détournent de telles entreprises. Les Laotiens n'ont entrepris ailleurs des explorations semblables, qu'entraînés par nous, stimulés par l'appât de pêches fructueuses, ou bien encore, lorsque la chose était possible, pour utiliser la veine liquide souterraine comme moyen de véhiculer des produits lourds, plus facilement qu'en franchissant les massifs, les barrages, par leur crête, à l'air libre !

Faute de temps, de compagnons bénévoles et hardis, faute aussi de moyens spéciaux et d'outillage approprié, nous n'avons pu, nous-même, entreprendre encore l'exploration des pertes du Nam Kadinh.

Perte de la Sê Bang-Faï.

La Sé Bang Faï (rivière de la fusée) est un des principaux affluents du Mé Kong, dans la province du Cammon.

Prenant sa source dans la chaîne Annamitique, à hauteur du 17° parallèle, cette rivière coule entre deux contreforts, inclinés N.-O., rencontre un massif transversal de calcaire stratifié, qu'elle traverse en souterrain, puis prend une direction sensi-

blement E.-O. Enfin, abordant la plaine du Mé Kong, entre des collines et des massifs isolés, elle rejoint ce fleuve, par une direction S.-O., en de majestueux méandres, après un cours de plus de 330 kilomètres.

Cette magnifique rivière, au cours paisible, arrose une des circonscriptions les plus riches de la province, au point de vue

Plan de la perte de la Sé Bang-Faï.

de l'élevage des Bovidés et de la culture des céréales. On y pratique, annuellement, la capture des éléphants sauvages, qui sont domestiqués et vendus ensuite, au Siam, pour l'exploitation des forêts de Tecla.

La Sé Bang Faï fut remontée, en août 1904, par le « Lagrandière », vapeur de la flottille du Laos, sur une distance de 250 kilomètres, jusqu'à l'ouverture de sortie de la perte. En arrivant à ce point terminus de la navigation à vapeur aux hautes eaux, une volée de mitraille fut dirigée dans le souterrain, pendant que la sirène du « Lagrandière » meûglait éperdument. Le tin-

tamarre produit par le canon et la sirène amena des répercussions d'échos, inconnus jusque-là. Il marqua notre intention d'arracher au Thame Nam Sé ses secrets gardés, si longtemps, par les Génies de la montagne et des eaux !

Cette intention, manifestée bruyamment, ne fut pas sans causer un gros émoi parmi la population environnante, qui refusa de nous prêter son concours, pour l'exploration du souterrain. Les indigènes craignaient, s'ils nous aidaient, d'être victimes de la vengeance des Plei Thame et des Phi Nam, qui les auraient fait périr en déchaînant sur le pays les pires calamités : famine, variole, choléra, etc. !

Nos bons Laotiens croyaient que nous allions pénétrer dans le souterrain avec le « Lagrandière » et ils s'attendaient, pleins d'effroi, à voir tomber sur nos têtes d'énormes quartiers de roche que les Génies auraient détachés de la voûte, pour nous punir d'une telle audace !

Pour diverses raisons, notamment la grande hauteur des eaux, l'exploration de la perte de la Sé Bang Faï fut remise au mois de mars 1905, à l'époque où les eaux sont les plus basses. Dans l'intervalle, il nous fallut user de beaucoup de persuasion pour obtenir la promesse du concours éventuel de quelques hommes, plus hardis que la masse de leurs congénères, et confiants dans la supériorité des Pis Farangs (Génies Français), sur les Pis Lao (Génies du Laos).

Nous étions confiants dans la légende, ou plutôt la tradition, suivant laquelle le parcours du souterrain était considéré comme impossible ! Que, jamais, par crainte des Phis, personne n'avait osé s'y aventurer plus loin que la partie éclairée par l'ouverture, etc., etc.

Eh bien, tout cela était faux, en partie.

Il fut établi, par des indiscrétions, non gratuites, que le lit de la Sé Bang Faï, très poissonneux dans le souterrain, était, partiellement au moins, parcouru et exploité, à certaine saison, en cachette, il est vrai, par trois habitants — des braves — du village le plus voisin.

Donc, un égoïsme conservateur avait inspiré nos pêcheurs spéléophiles qui craignaient, en nous guidant dans le souterrain, de voir se tarir la source de leurs gains.

Une fois la légende détruite, tout fut relativement facilité. Grâce au sacrifice préalable, offert aux Phis, d'un porc et de

que ques poulets, nous pûmes trouver l'aide nécessaire, en y ajoutant, toutefois, la promesse formelle de la protection des Phi Farangs.

Pour l'explorat on, on dut confectionner d'une façon toute spéciale un petit radeau de bambous, préférable à une pirogue, même de dimensions réduites, en prévision des portages éventuels.

En outre, il fallut se munir de lanternes à pétrole (genre tempête), de torches résineuses, de cordes en rotin, de perches à crochets, de sondes, de vivres pour plusieurs jours, de caisses étanches pour vêtements secs, sans compter une bonne dose d'énergie, de patience et de ténacité.

Le mois de mars est le plus favorable pour l'exploration. Les eaux étant à l'étiage, le mouillage moyen sur les hauts-fonds, dans le souterrain, varie entre $0^{m}80$ et $1^{m}50$; mais comme le radier est loin d'être plan, l'eau y atteint dans des dépressions que les indigènes nomment : « Vang », une profondeur de 8 mètres. Sur certains points, se présentent des bancs de sable, ou des banquettes rocheuses latérales, restes d'une première érosion, qui permettent de cheminer à pied sec, mais non sans peine, en remorquant le radeau à la cordelle.

Toutefois, des crues subites sont à craindre. C'est ainsi qu'ayant parcouru quelques centaines de mètres en plus d'une heure de temps, il arriva que, par suite d'un orage, le niveau de l'eau monta subitement de plus d'un mètre, et un violent courant s'établit qui refoula le radeau, en quelques minutes, jusqu'au point de départ !

L'orage, cause de cette crue, s'étant prolongé pendant vingt-quatre heures, il fallut attendre trois jours avant que l'eau du souterrain eût repris son niveau d'étiage.

Cela semble exclure toute tentative de parcours, lorsque l'eau est au-dessus de l'étiage à cause du courant que ne pourrait vaincre une embarcation mue à bras d'hommes !

Un canot automobile ou à moto-godille serait nécessaire; encore serait-il prudent de lui faire remorquer un radeau de secours, en cas d'accident.

La sortie de la rivière qui, pour l'explorateur, est l'entrée du souterrain, représente une énorme cassure triangulaire.

Voici l'horaire du cheminement.

— *Le* 30 *Mars* 1905. — A 8 heures du matin, entrée dans le

souterrain. Largeur, 30 mètres, hauteur de la voûte, 15 mètres, profondeur de l'eau, 8 mètres.

Aucun courant ne se fait plus sentir après avoir franchi 300 mètres.

Un peu plus loin, la lueur d'un joli vert tendre, qui éclairait encore la galerie, même après un tournant brusque, cesse d'être suffisante; on allume les lanternes et les torches.

— 9 heures du matin. — La galerie s'élargit à 100 mètres et le plafond s'élève à plus de 30 mètres, si l'on en juge par la difficulté que l'on a de l'apercevoir avec l'éclairage imparfait dont on dispose ! C'est un double phare d'auto, qui serait utile avec deux foyers dirigés l'un en haut et l'autre horizontalement !

Remonté plusieurs vangs, dont l'eau remplit tout le radier, sur une largeur de 40 mètres et avec une profondeur de 4 mètres.

— 10 heures du matin. — Après un resserrement des parois, on franchit le septième vang.

Un rapide, long de 120 mètres, oblige de démonter le radeau pour en transporter les éléments, en amont, en marchant sur une banquette de roche, aux saillies aiguës et coupantes.

— Midi. — Après avoir remonté le radeau on se remet en route ; on franchit le huitième vang, en eau calme, profondeur 6 mètres. Le souterrain s'élargit à 60 mètres. Au milieu de l'eau, se dresse un bloc de calcaire qui dépasse le plan d'eau de 8 mètres.

Déjeuner et première halte de repos, sur une étroite banquette de roche.

— 5 heures du soir. — On repart.

Le souterrain se rétrécit à moins de 30 mètres. L'eau a une profondeur de 4 mètres, avec un courant très vif que le radeau a beaucoup de peine à vaincre. Ensuite, survient un véritable étranglement, d'une longueur de 40 mètres. Là, en raison du courant, on ne peut progresser qu'en s'aidant de perches à crochet et des mains, aux aspérités de la paroi. Des têtes de roches menaçantes d'aspect, se voient sous le glauque de l'eau.

On doit marcher avec la plus grande prudence en sondant constamment en avant, afin d'écarter les causes de tout accident possible : bris de radeau, perte du luminaire, des vivres, et, surtout, éviter toute chute à l'eau qui serait mortelle. Les roches qui s'estompent au fond présentent les formes spéciales de la cassure des calcaires et leurs arêtes, tout en angles aigus

ou en croissants, sont coupantes, comme des lames bien affutées.

Le temps a passé, il est 9 heures du soir, la fatigue se fait sentir.

Le souterrain reprend sa largeur normale de 30 mètres. On franchit le neuvième vang, eau calme, profondeur 6 mètres, après lequel se présente un rapide qui oblige à démonter le radeau, pour le porter péniblement en amont, bambou par bambou, sur une banquette latérale de plus de 100 mètres de long.

— 10 heures du soir. — On a pris un peu de nourriture, car on ignore quel sera le terme de la course, et il est décidé, non sans peine, que l'on marchera, sans relâche, par crainte d'une crue, jusqu'au moment de revoir le jour à l'autre extrémité du souterrain.

— 11 heures et demie du soir. — Les neuvièmes et dixièmes vangs sont franchis.

— Minuit. — On arrive au onzième vang, largeur 70 mètres, profondeur 6 mètres. Grâce à une fusée de poudre, le plafond apparaît un instant, à environ 40 mètres, par le scintillement des stalactites.

Le 31 *Mars* 1905. — 1 heure du matin. — Le plafond s'affaisse brusquement à 10 mètres : on croit arriver à proximité de l'extrémité amont du souterrain.

Un petit rapide se présente; on le franchit, puis, également le douzième vang, profond de 8 mètres, large de 40 mètres.

1 heure et demie du matin. — On aborde le treizième vang qui forme une expansion du plan d'eau.

Le souterrain s'élargit à 200 mètres. Un pilier rocheux soutenant la voûte s'élève dans l'axe et partage le souterrain en deux passages de 40 à 50 mètres de largeur. Celui de gauche a près d'un mètre d'eau, sur fond de sable; celui de droite est à sec en ce moment.

Le pilier central, qui s'avance en éperon aigu, peut mesurer de 80 à 100 mètres dans sa partie médiane qui est renflée, sur une longueur de 500 mètres.

On emprunte la branche liquide et on arrive au-delà du pilier.

2 heures du matin. — Le souterrain a repris sa largeur moyenne de 30 mètres, le plafond est toujours invisible.

On franchit deux nouveaux vangs en eau calme, profondeur 6 mètres.

— 2 heures et demie du matin. — Par des fissures du plafond, tombent des gouttes d'eau, nombreuses et pressées, qui donnent la sensation d'une petite pluie.

On franchit le quinzième vang, puis le seizième, largeur 50 mètres, profondeur 7 mètres : auprès duquel un banc de sable fin semble inviter au repos.

Tout le monde est harassé, le sang coule d'écorchures nombreuses ; aussi, malgré la crainte d'une crue, prend-on un peu de nourriture, puis quelques heures de repos, auprès d'un grand feu, dû à un tronc d'arbre mort, dont l'éclat nous fait voir le souterrain dans toute sa beauté !

Oui ! mais il est bien long !

— 7 heures du matin. — On reprend la marche après quatre heures de repos. Elle est lente et pénible, il faut remonter le moral du personnel pour lui faire continuer la route.

Un haut fond se présente, où le chenal est réduit à quelques mètres de largeur.

Le souterrain mesure de 40 à 50 mètres, plafond invisible.

On franchit les vangs étroits : de 20 à 25 mètres, qui complètent leur nombre à vingt et un.

On entend les cris des hirondelles de roches (Nok Héne Thome), qui tournoient là haut, près du plafond.

Après un peu de temps, le plafond s'abaisse à 20 mètres.

Le vingt-deuxième vang, large de 60 mètres, est franchi, puis on aborde un rapide avec fort courant, large et long, dont le chenal est encombré de têtes de roches aiguës et menaçantes.

Démolition du radeau, portage sur une longueur de 150 mètres et reconstruction.

— 9 heures du matin. — Franchi le vingt troisième vang, large de 8 mètres, profond de 2 mètres et long de 40 mètres. Passage difficile en raison des pointes de roches qui gênent la marche.

On a le sentiment que le radier s'aplanit et prend une pente sensible vers l'amont.

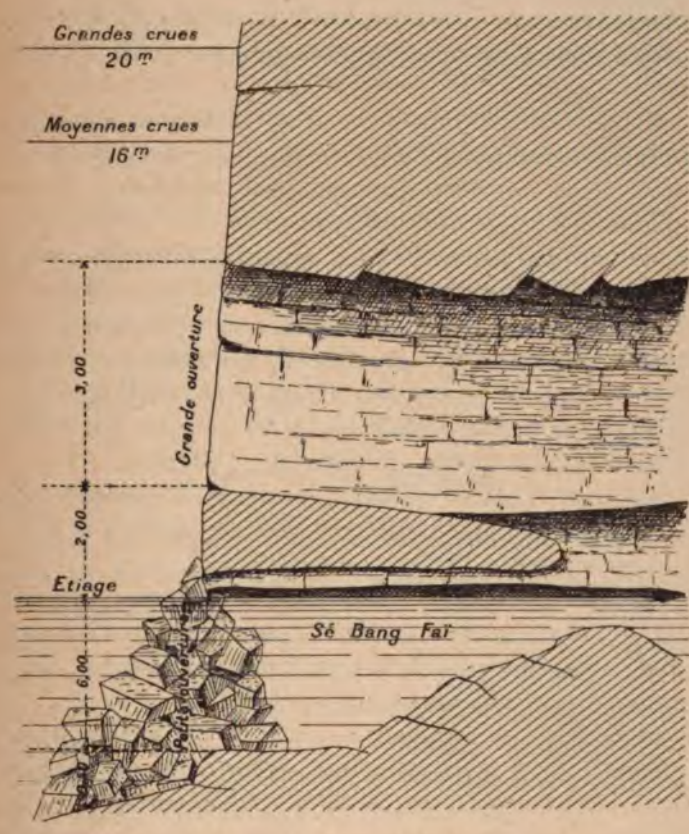
— 10 heures du matin. — Un rapide, de peu de profondeur, où l'on peut conduire le radeau à bras, les jambes dans l'eau.

Sur la droite, un banc de sable de 300 mètres de long et de 8 à 10 mètres de largeur. Le chenal n'a plus que quelques

mètres et, de chaque côté, le sol est hérissé de bandes de roches taillées en couteaux.

Passé les vingt-quatrième et vingt-cinquième vangs, puis un petit rapide sur haut-fond, franchi en halant le radeau à bras.

— 11 heures du matin. — La navigation continue. Un souffle



Coupe de l'entrée de la porte de la Sé Bang Faï.

d'air vif nous arrive de l'amont; bon espoir; le courage renait!

On franchit encore deux vangs de moins en moins profonds, après des hauts-fonds où il n'y a pas plus de 50 centimètres d'eau.

— 11 heures trois quarts. — Enfin, on revoit la lumière du jour, quoique bien atténuée, il est vrai ; elle nous arrive teintée de vert, par une large cheminée oblique, qui se trouve à droite et débouche au sommet du massif.

— Midi. — On aborde un rapide large de 20 mètres, avec fond de 4 mètres, encombré de roches. Il faut démonter le radeau et effectuer un portage.

— 1 heure du soir. — Franchi le vingt-huitième vang.

Le plafond s'abaisse sensiblement et le souterrain reprend sa largeur moyenne de 30 mètres.

Nous sommes à hauteur de la cheminée.

De forme presque circulaire, cette cheminée s'élève en une pente assez praticable à ceux qui ont quelque habitude de l'Alpinisme.

— 1 heure et demie du soir. — A 40 mètres en amont de la cheminée, se présente un petit rapide, puis le vingt-neuvième et dernier vang, qui sont promptement franchis.

Le plafond s'abaisse à 20 mètres.

Des lueurs d'un beau vert pâle apparaissent en amont; elles blanchissent peu à peu; nous approchons du but. Les Laotiens font des gambades; ils rient; ils chantent, en proclamant la supériorité des Phi Farangs, qui les ont protégés des nombreux Phi-Thome, tapis au creux des vangs, leur cauchemar!

— 2 heures et demie du soir. — Enfin, c'est le clair soleil qui nous arrive par l'ouverture d'entrée du souterrain.

Au-dessous de l'entrée aérienne, on aperçoit, presque remplie par une eau limpide qui laisse voir le fond, éclairé par le soleil, une seconde ouverture (Voir le croquis, p. 17.)

— 3 heures du soir. — Nous sommes au terme du voyage; les fatigues, les dangers sont oubliés. Les nombreuses écorchures, dont tous sont couverts, deviennent moins cuisantes; on pardonne aux roches qui les ont causées.

Le parcours qui se termine ici mesure 4.200 mètres, approximativement. Il a nécessité vingt-et-une heures de marche effective ; c'est-à-dire lentes, pénibles, avec des dangers certains!

Arrivés au but et assurés de pouvoir sortir du souterrain, soit par la cheminée, soit par l'ouverture aérienne, les explorateurs ne songent plus qu'à se restaurer, et à dormir sur un lit de sable fin, doucement incliné, que la nature semble avoir placé là tout exprès!

Le 1er *Avril* 1905. — La grasse matinée est paresseusement prolongée jusqu'à 10 heures. A ce moment, des reflets mordorés et fuyants étant apparus dans le chenal, une pêche s'organise et, malgré la date de circonstance, elle n'est pas un leurre!

— Midi. — Sortie du souterrain par la grande ouverture aérienne, grâce à une gymnastique assez risquée.

Nous avons tout loisir pour examiner l'envers du massif Pa Khi Thame qui vient d'être traversé de part en part.

On a lieu de s'étonner, étant donné les dimensions intérieures du souterrain, de la petitesse relative des ouvertures qui permettent à l'eau de s'y introduire, et par lesquelles jadis ont eu accès les agents solides d'érosion qui l'ont creusé.

Sur la paroi externe, des traces limoneuses montrent que le niveau de la Sé Bang Faï, en amont de la perte, s'élève, aux époques de crue, jusqu'à plus de 20 mètres au-dessus du plan d'eau actuel; soit à 10 mètres plus haut que le sommet de la grande ouverture, aérienne en ce moment.

En ce point, la rivière a une largeur de 80 mètres. Elle est encaissée entre deux parois presque verticales, prolongement du massif, qui s'étendent, en amont, sur 2.000 mètres à gauche à 200 mètres à droite. Au-delà des collines à pentes douces bordent la Sé Bang Faï qui sort, à près de 80 kilomètres au S.-E. du Pou Hène.

Perte du Nam Hin-Boun.

Le Nam Hin-Boun qui coule entièrement dans la plaine alluviale du Mé Koňg, prend sa source dans les contreforts du massif Pou Haï qui borde le plateau. Il descend, d'abord, sensiblement Sud, reçoit un premier affluent, le Nam Tone, et traverse, presque aussitôt, le massif dit Pa Kong L'lô (où l'on a fondu un gong en cuivre), en un souterrain de 4000 mètres, environ. Ensuite, par une vaste courbe irrégulière, il revient d'une direction sensiblement E. puis S.-E. et se jette dans le Mé Kong, après un cours d'à peu près 180 kilomètres.

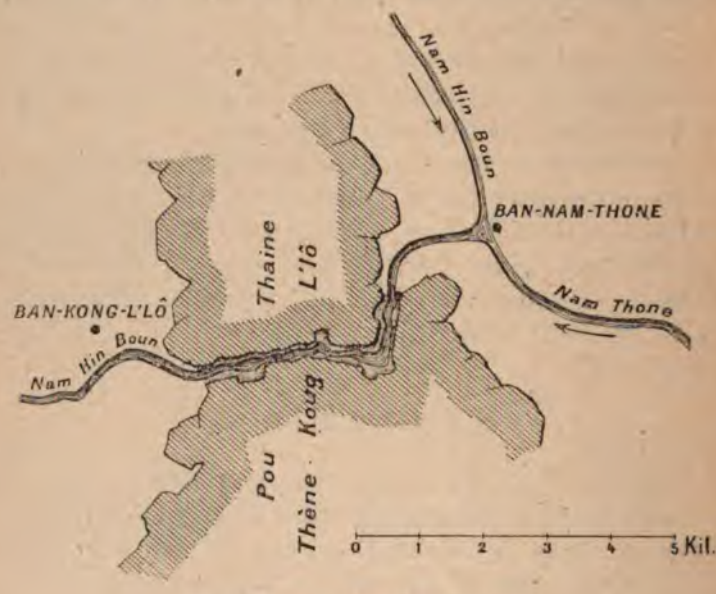
A la saison des hautes eaux, et même avec une crue d'un mètre au-dessus de l'étiage, ce cours d'eau peut être remonté par des chaloupes à vapeur de 100 à 150 tonnes, sur 120 kilomètres, jusqu'au point nommé Kéng Tièk. A l'étiage, un vapeur de 20 à 25 mètres, avec un tirant d'eau de 50 centimètres pourrait y circuler, sur 50 kilomètres, jusqu'au rapide Kéng Nong.

L'entrée du Nam Hin Boun, dans le souterrain, s'effectue par N.-S., et la sortie par E.-O; c'est dire que le chenal présente un coude assez prononcé.

Ici, rien d'imprévu ! On se trouve en présence d'une voie liquide souterraine, utilisée assez fréquemment, dans la saison des basses eaux, par les habitants des villages voisins.

A l'époque des pluies, le souterrain est impraticable, à cause de la masse des eaux qui s'y engouffrent, et bouillonnent en produisant un bruit terrifiant.

L'entrée étant à la cote 250 à 280 mètres, et la sortie à celle de 230 mètres, le radier du souterrain présente donc une déni-



Plan de la perte du Nam Hin Boun.

vellation de 30 à 50 mètres répartie sur une longueur de 4.000 mètres, en plusieurs gradins, séparés par des paliers. Cette disposition donne naissance à plusieurs rapides qui obligent à des portages de l'embarcation qu'on emploie, même à la descente.

Le parcours se fait en pirogue, mais à la condition que l'embarcation soit petite, légère, et garnie de faisceaux de bambous sur chaque bord.

A la descente, la traversée du souterrain demande de deux heures et demie à deux heures trois quarts, tandis qu'à la montée on compte une bonne journée.

L'intérieur du souterrain présente des parties rectilignes, des coudes, des évasements, etc., avec des hauteurs variables

du plafond, et toutes les bizarreries de formes, de structure que l'on peut imaginer.

Sur la grande partie du parcours, aux basses eaux, des banquettes latérales ou des bancs de sable, de galets, permettent de cheminer à pied. Toutefois, les aspérités des rochers offrent de telles difficultés pour la marche que l'on préfère employer la voie liquide, même à la montée, en n'empruntant banquettes et bancs de sable qu'aux endroits où des rapides nécessitent des portages de l'embarcation.

Perte du Houei Thame Khi Heup
(Rivière de la grotte aux stalactites et stalagmites).

Le Houei Thame Khi Heup, appelé couramment Houeï Khi Heup ou simplement Houeï Thame, est un modeste affluent de gauche du Nam Hin-Boun, d'une longueur de 20 à 25 kilomètres, qui traverse en souterrain, sur une longueur de plus de deux kilomètres, un massif de calcaire, un peu avant son confluent.

Le Thame Khi Heup fut parcouru par nous, en 1902; c'est-à-dire le premier en date. La description ci-dessous peut donc s'appliquer aux autres souterrains, en ce qui regarde la partie pittoresque; ceci dit, pour éviter des répétitions, en raison du classement de ces notes, où les souterrains ont été rangés suivant l'importance des cours d'eau qui les parcourent et non d'après les dates d'exploration.

La direction du souterrain, de l'entrée à la sortie de la rivière, est sensiblement E. O. Un coup d'œil au croquis p. 22 peut confirmer cette indication, mais ne peut donner qu'une idée imparfaite du caractère grandiose du souterrain dans lequel on marche de surprise en surprise.

Tous les cinquante pas, le luminaire dont nous disposons, bien que fort imparfait, nous montre des motifs nouveaux et variés! Ce sont des chaires; des fortins; des silhouettes d'animaux fantastiques ou grotesques; des orgues géants avec des tuyaux énormes; des gradins d'amphithéâtre; des chaises curules pour titans; des piliers élégants et des voûtes majestueuses qu'on croirait transportées de quelque cathédrale gothique, etc. En outre, la lumière se reflète, se multiplie aux mille facettes des

cristaux de stalactites et de stalagmites aux formes les plus imprévues! Ce sont encore des retraits bizarres; des fissures drôlement contournées; des grottes, des cavernes, et, par instants, des coups de lumière d'un vert de rêve provenant de déchirures du roc mais que l'on ne peut apercevoir.

A la saison des basses eaux, le mouillage du Houei Khi Heup, dans le souterrain, varie de 40 centimètres à plus de 2 mètres, suivant les endroits, en raison des ondulations que présente

Plan de la perte du Houei Khi Heup

le radier; ce qui oblige à faire certaines parties du parcours à la nage.

Au moment des hautes eaux, il y a de trois à quatre mètres d'eau au-dessus de l'étiage, et l'on peut naviguer en pirogue sans aucune difficulté; la pente étant alors presque nulle, à ce moment.

L'entrée des souterrains, à l'Est dans le sens du courant de la rivière, a une hauteur de 20 mètres sur une largeur de 30 mètres.

Un éboulement du massif a obstrué une partie de cette entrée, de sorte que le cours d'eau qui, précédemment, se divisait en

deux branches, à l'intérieur du souterrain, s'engage maintenant dans la seule branche de gauche, restée libre, en bondissant et grondant formidablement.

A l'époque des crues, le Houei Khi Heup refoule une partie de ses eaux dans la branche de droite, au travers des blocs éboulés; mais l'eau ne dépasse pas un certain point (x, du croquis). Encore les eaux n'atteignent-elles ce point que lors des crues exceptionnelles; car entre le point X et le point R, se dresse un énorme pilier, perforé d'un couloir coudé, de moins de deux mètres de large, dont le radier est élevé de plusieurs mètres au-dessus des crues modernes. Ce couloir sert de passage aux piétons, et, comme ce fut notre cas, aux chevaux.

A hauteur du point X la paroi Nord du souterrain présente une cheminée oblique, qui débouche à l'air libre, au sommet du massif.

Bien moins majestueuse est la sortie de l'eau sous une voûte en forme d'arc surbaissé, de 8 mètres de flèche.

Ce souterrain, remarquable par sa structure et les beautés qu'il renferme, peut être parcouru, sans danger, en moins d'une heure, aux basses eaux, et en quelques minutes à la saison pluvieuse, en pirogue, avec faculté d'explorer à loisir les cavernes latérales et même d'y séjourner plusieurs jours, au besoin.

Hang Nam-Thieng (Jarre d'eau céleste).

Bien que devant nous borner à parler, en détail, des pertes de rivières, nous intercalerons, ici, une description de la Hang Nam-Thiéng, qui n'est par dépourvue d'intérêt.

Il s'agit, non d'une perte de cours d'eau, mais d'une grotte, d'une caverne, située au sommet d'un massif calcaire, et qui fut, jadis, suivant la tradition, une sorte de « Lourdes » Laotienne! Cette particularité est due à une cavité, dans laquelle l'eau se maintient à un niveau constant, quelle que soit la quantité que l'on en retire. De là, le nom qu'on lui a donné : Hang Nam-Thiéng (jarre d'eau céleste), en considérant le fait comme miraculeux.

Voici l'historique de la « fontaine céleste ».

Jadis, en l'année 1090 de l'ère Laotienne (1728), un vieux bonze, nommé biêm, et portant le titre religieux d'Atgna Kou Khoune, désireux de se retirer du monde pour vivre en ana-

chorète, vint dans la vallée du Houei Khi Heup, et s'installa dans une grotte du massif Pa Tiong, situé à deux kilomètres, à l'Est, du Thame Khi Heup.

Là, il découvrit un bassin naturel, aux trois quarts plein d'eau, limpide et fraîche, dont il se servit pour son alimentation.

Ayant observé que le niveau de l'eau, dans ce bassin, restait toujours le même, d'un bout de l'année à l'autre, quelle que fût la quantité de liquide que l'on y puisât, l'Atgna Kou eut comme une révélation.

Ne connaissant rien en physique, le vieux bonze conclut que la découverte qu'il avait faite était une manifestation éclatante de l'attention des Thevadas (anges), en sa faveur.

En conséquence, il baptisa le bassin Nam Thiéng, et le massif qui le contient devint le Pa Hang Nam Thiéng.

Ayant convoqué les habitants des villages voisins, l'Atgna Kou leur fit voir la jarre miraculeuse, et leur prédit que son eau céleste amènerait, dans le Royaume de Vien-Tiane, et surtout dans la région environnante, une ère de bonheur et de prospérité.

Pour commencer, notre bonze se mit à distribuer l'eau miraculeuse, que les Laotiens crédules employèrent comme une sorte de panacée, pour guérir toutes les maladies, et même pour aider leurs affaires à prospérer.

Atgna Kou Koune Diém avait trouvé sa voie.

Toutefois, la vogue populaire de la jarre miraculeuse ne suffisant plus à son ambition, son protagoniste pensa à lui faire donner l'estampille royale. Il se rendit donc à Vien-Tiane, la capitale; il enthousiasma par ses récits, le Roi, Tiao Ong Huèy, et lui persuada que l'eau de la Hang Nam Thiéng, présent du Ciel, était appelée à régénérer le Royaume.

Les choses marchèrent rondement. En l'année Pi Koune (année du Porc) du dix-septième grand cycle de 60 ans, et 1093 de l'ère vulgaire (1731), le Roi décréta qu'une Pagode serait construite dans la vallée du Houei Khi Hengo, à proximité de la fontaine Céleste, et que, dorénavant, la seule « Eau du Serment » qui serait bue à Vien-Tiane, et dans les Pagodes, serait celle de la Hang Nam Thiêng.

Les ruines de cette Pagode attestent qu'elle fut d'une construction artistique, riche et soignée; toutes choses que faci-

litèrent grandement les largesses du Roi et le zèle pieux des fidèles.

Deux fois par an, au cinquième et au douzième mois (Avril et Octobre) des dignitaires de Vien-Tiane venaient, en grande cérémonie, pour puiser à l'aide de vases en or massif l'eau de la Hang Ham Thiéng qui devait servir aux Petit et Grand Serments après que les armes du Roi y eussent été préalablement trempées.

Quoi qu'en ait dit le Vieux Bonze, on découvrit après sa mort, survenue en 1098 (1736), que, si l'on puisait dans la jarre Céleste une certaine quantité d'eau dépassant une mesure donnée, le niveau tardait quelque peu à se rétablir. Malgré cela, la fontaine conserva sa vogue, et les irrégularités de son débit furent même expliquées tout à l'avantage de sa puissance, soi-disant surnaturelle.

On remarqua, par la suite, que les irrégularités du fonctionnement de la fontaine Céleste correspondaient à des époques de calamités publiques : choléra, variole, sécheresse, disette, épizootie, guerre, danger pour le pays, etc.

C'est ainsi qu'en 1827, l'eau de la Hang Ham Thièng ayant baissé de plus de trois travers de doigt, le Royaume de Vien-Tiane fut envahi par les Siamois et démembré.

Depuis lors, on laissa reposer l'eau Céleste en son bassin, et ce n'est qu'en 1902, à la demande de la population de cette province, que nous avons fait revivre la coutume de l'employer, exclusivement, pour la célébration du double serment annuel.

Description de la grotte de la Hang Nam-Thieng.

Bien que le massif calcaire qui recèle la grotte en question soit, à vol d'oiseau, distant de 2 kilomètres de l'entrée du souterrain Thiame Khi Heup, le chemin qu'il faut parcourir, pour y parvenir de ce point, dépasse 3000 mètres.

Le chemin, non entretenu depuis près de 70 ans, est en fort mauvais état; barré, en certains endroits, d'éboulements détritiques et fort dangereux sur le sommet, où il faut franchir des crevasses larges et profondes aux parois hérissées de pointes menaçantes.

Tout d'abord, on doit suivre le lit du Houei Khi Heup dans

l'eau jusqu'au-dessus de la ceinture, en saison sèche; puis on grimpe en lacets sur un cône d'éboulis aux arêtes coupantes pour arriver au pied du massif. Ensuite, par une rampe fort raide et pierreuse, on monte sur la crête S.-E. et on atteint le sommet que l'on suit jusqu'à une sorte de col.

Arrivé là, on aperçoit en face de soi l'entrée de la grotte qui forme un couloir sans autre issue; long de 80 mètres, haut de 12 mètres et large de 15 à 18 mètres.

La Hang Nam Thiêng se trouve sur la gauche, à 3 mètres de la paroi et à 60 mètres environ de l'entrée.

Cependant, il se pourrait que, depuis sa consécration comme fontaine miraculeuse, la main de l'homme soit intervenue pour retoucher l'œuvre de la nature.

Il semble que l'on ait aplani et dressé les bords de l'orifice sur lequel est posé, comme un couvercle, un éclat de calcaire de forme triangulaire également bien dressé sur sa face inférieure.

Il faudrait attaquer et détruire la roche autour de la citerne pour se rendre compte du phénomène naturel par suite duquel se produit son remplissage automatique, c'est-à-dire comment l'eau y revient à son niveau lorsqu'on en puise une certaine quantité.

Cela n'est pas une chose à faire, car ce serait porter atteinte aux croyances de la population et l'indisposer contre nous : à quoi bon, d'ailleurs, démontrer l'inanité de la légende? L'importance scientifique de la constatation à faire ne justifierait pas le préjudice moral à causer et les dépenses à consentir.

Nous pensons que ce bassin est, en réalité, le récipient intermédiaire d'une sorte de siphon, ou fontaine intermittente, comme on en trouve parfois dans les calcaires affouillés par les eaux, et qu'il entre en communication avec les autres parties du système, au moyen de fissures étroites ou de canaux capillaires qui échappent à la vue.

La contenance de la Hang Nam Thiêng ne dépasse pas douze à quinze litres d'une eau limpide, fraîche et sans saveur spéciale.

L'orifice du bassin, presque circulaire, mesure de 0^m 12 à 0^m 15 et, de là, l'intérieur va en s'évasant vers le fond, lequel se relie par une gorge à la paroi.

Perte du Houei-Tong.

Nous mentionnerons cette perte pour mémoire, attendu qu'elle est inexplorable, sauf pour les poissons à bouche en forme de ventouse, qui remontent les torrents et les rapides les plus accidentés.

Le Houei Tong est un sous-affluent de gauche du Nam Kadinh, d'une longueur d'environ 20 kilomètres, qui coule à une altitude de 500 mètres et dont la profondeur, en saison sèche, peut être, à sa sortie de la perte, sous le Pou Nam Pane, de quelques décimètres seulement.

Hin Bonn. Février 1908.

P. MACEY.

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

)CIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 53. — NOVEMBRE 1908

LES

GROTTES DE SABART

(ARIÈGE)

AUX ET LES DESSINS PRÉHISTORIQUES

(ARIÈGE)

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, RUE DE LILLE, 34

1908

LES

GROTTES DE SABART (Ariège)

NIAUX ET LES DESSINS PRÉHISTORIQUES

(ARIÈGE)

LES GROTTES DE SABART (Ariège)

A quelques centaines de mètres au Sud de Tarascon, au confluent du Vicdessos et de l'Ariège, le petit massif de Sabart s'avance comme un coin entre les deux rivières. Nettement limité à l'Ouest et à l'Est par ces cours d'eau, il est séparé du massif de Larnat, qui lui fait suite au Sud, par la dépression et le plateau d'Arbiech. Au Nord il se termine assez brusquement au-dessus de l'antique chapelle et du hameau de Sabart par de roides escarpements.

Ce massif est en réalité de proportions bien modestes; à vol d'oiseau, il mesure seulement 1.900 mètres dans sa plus grande longueur, de Sabart au plateau d'Arbiech, et à peine 2.300 mètres dans sa largeur maxima, de Niaux à Ussat-les-Bains. Son point culminant est à 1.190 mètres au Cap de la Lesse. Sa hauteur relative ne laisse pas cependant d'être assez considérable, car les trois sommets du triangle qu'il dessine ont comme altitude moyenne : Sabart 490 mètres, Niaux 545 mètres, Ussat-les-Bains 485 mètres. Et si l'on tient compte de la petite distance qui, en projection horizontale, sépare ces sommets du point culminant (respectivement 1.300 mètres, 1.500 mètres et 1.200 mètres), on s'explique les beaux escarpements à pic que présente le massif, pour racheter, sur d'aussi faibles étendues, des différences de niveau de près de 700 mètres.

Aux pieds de ces escarpements, — dont quelques-uns en surplomb, — sont de nombreux talus d'éboulis; partout, les pentes sont généralement très dures, en sorte que les parcours extérieurs sont presque toujours pénibles, et même, en maints endroits, dangereux.

Malgré son peu d'amplitude, le massif de Sabart n'en est pas moins un des plus remarquables au point de vue spéléologique. Dans cet étroit espace, en effet, se trouvent groupées trois des plus belles et des plus vastes grottes des Pyrénées (Grotte de Sabart ou du Pounchut, grotte de Niaux ou de la Calbière, grotte d'Ussat ou de Lombrive), deux abîmes, les plus considérables peut-être des Pyrénées, sinon par leur profondeur, du moins par leurs autres éléments et qui son tencore, pour ainsi dire, totalement inconnus (le Petit et le Grand Ponsail), enfin, de nombreuses grottes de toutes dimensions, les unes connues, les autres inexplorées, mais qui, pour quelques-unes, paraissent et, en tout cas, me sont restées inabordables, malgré mes tentatives.

Pour si intéressant qu'il soit au point de vue spéléologique, le massif de Sabart ne l'est pas moins sous le rapport de la préhistoire. En dehors, en effet, des magnifiques collections d'objets préhistoriques qu'ont retirées de ses grottes MM. Adolphe Garrigou, le docteur Félix Garrigou, Noulet, Filhol, Rames, Regnault, Marty, etc., nous avons à notre tour découvert, mes fils et moi, le 21 septembre 1906, les beaux dessins de la Rotonde dans la grotte de Niaux, dessins que, sur mon invitation transmise par le docteur Garrigou, M. E. Cartailhac vint voir dès le 28 septembre, et qu'il s'est ensuite chargé de faire connaître au monde savant de concert avec M. l'abbé Breuil.

Le massif de Sabart mérite donc, à tous égards, de sortir de la demi-obscurité dans laquelle il est resté plongé jusqu'à ce jour, car si la grotte de Lombrive était universellement connue, celle de Niaux l'était beaucoup moins, récemment encore, celle de Sabart ne l'est pour ainsi dire pas; quant aux si étranges abîmes du Petit et du Grand-Ponsail, en dehors des gens du pays, qui donc en a seulement entendu parler?

Et maintenant que je vous ai présenté le massif de Sabart, nous allons en visiter une des principales beautés souterraines : la grande grotte de Niaux ou de la Calbière. Mais qu'il me soit permis avant tout, — en raison des plaisirs, des satisfactions et

des émotions de tout genre que m'ont procurés mes recherches et explorations souterraines, — d'exprimer ma plus vive reconnaissance à M. E.-A. Martel, dont les ouvrages ont fait de moi un passionné de spéléologie, et à l'excellent docteur F. Garrigou dont les conseils, les encouragements et la si amicale bienveillance me sont un si précieux secours.

On voudra bien me pardonner si l'on ne trouve pas dans ces notices tous les développements et conclusions scientifiques qu'elles comporteraient. Beaucoup plus riche, en effet, de bonne volonté que de science, je me suis borné à faire de mon mieux, dans l'espoir que d'autres, plus autorisés, voudront bien compléter et préciser ces essais. C'est pourquoi, s'il m'arrivait de laisser échapper quelque hérésie scientifique, je compte sur toute l'indulgence de mes collègues de la Société de spéléologie pour vouloir bien l'excuser. Je leur apporte simplement le concours de ma bonne volonté avec l'espoir de faire mieux un jour, si Dieu me prête vie et santé (1).

LES DESSINS PRÉHISTORIQUES DE NIAUX

La grande galerie se termine par une véritable Rotonde, de 20 à 25 mètres de diamètre environ, dont la voûte la plus basse s'ouvre en une large cheminée. L'entrée de cette salle est marquée et rétrécie par deux avancées du rocher et d'énormes blocs détachés du plafond. Le sol compact, argilo-sablonneux, en était assez bizarre; dans sa majeure partie il était formé de monticules bas, séparés par de belles cuvettes; on eût dit — très en petit — ces trous de loup dont on couvre les abords d'une fortification (2).

Nous sommes ici sur le lieu de notre découverte des dessins préhistoriques.

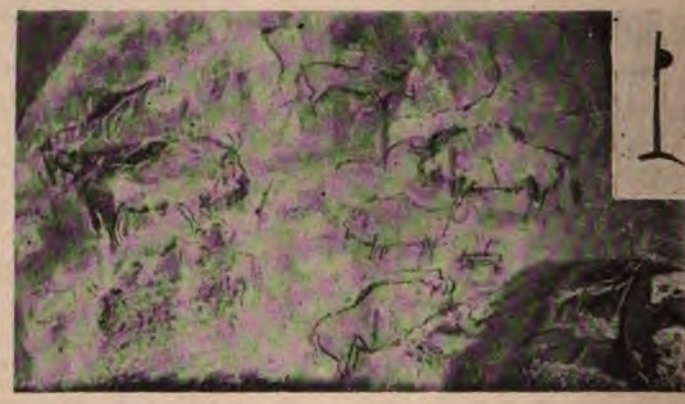
(1) Ce vœu ne devait pas être exaucé! Le 27 avril 1908, le commandant Molard était brutalement ravi, par une courte maladie, à l'affection de sa nombreuse famille. Je tiens à exprimer ici les sentiments et le souvenir que je conserve de deux jours passés avec lui en juillet 1907. Un plus sympathique et plus élevé caractère est impossible à rencontrer; pieusement, ses fils ont rempli la promesse qu'il m'avait faite, de nous fournir le récit qu'on va lire et les beaux plans qui y sont annexés. C'est l'authentique procès-verbal des découvertes de Niaux. Quant aux plans, ils sont l'œuvre d'un topographe éminent, et marqués au coin d'une précision qui constitue, dans les cavernes, un labeur de premier ordre! Malgré sa brièveté (ou peut-être à cause de cette brièveté), la notice de M. Molard doit être considérée comme une des meilleures de notre collection. E.-A. Martel.

(2) Je suis obligé d'employer ici le *passé*, on verra plus loin pourquoi.

« C'est dans la galerie latérale droite, tout au fond, à 800 mètres du jour que le Commandant Molard et ses fils aperçurent les premières figures noires dessinées sur la muraille, qui amenèrent M. Cartailhac à explorer la caverne le 28 septembre 1906 et à communiquer à l'Académie la découverte du Salon Noir » (1).

On m'excusera d'apporter ici quelque précision et un peu plus de détails.

En levant le plan de la grotte, mon fils Paul et moi pénétrons pour la première fois dans la rotonde le 21 septembre 1906, vers les 10 heures. J'installe ma planchette au milieu afin de prendre les diverses directions que Paul mesure ensuite au décamètre.



Dessins préhistoriques de Niaux

Arrivé à la paroi du fond, il m'annonce : « 20 mètres ». Je n'ai pas le temps de répéter cette distance, car aussitôt il ajoute : « des dessins ».

— Tu dis?

— Des dessins, toute la paroi en est couverte.

J'abandonne vivement sur ma planchette (et je crois bien, même à côté) double décimètre, crayon, etc., et je cours vers lui. C'est merveilleux.

Sur près de 40 mètres de muraille, s'étale une longue théorie d'animaux (cinquante à soixante), aurochs, chevaux, bouquetins, cerfs, tout simplement tracés en noir, sans ombres et généralement sans hachures; il y en a de toutes tailles et de toutes dimen-

(1) E. Cartailhac et Abbé Breuil. *Une Seconde Campagne aux Cavernes ornées de Niaux et de Gargas.* (C. R. de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Avril 1907).


Galerie d'Entre deux Lacs
Pts Salle
Puits
Eboulis
Salle des Pas-perdus
Grand Eboulis
galerie latérale
Point culminant de l'éboulis au dessus voûte immense ou cheminée
Gd Lac du Fond
Stal. (Eléphant gris)
Pt Lac
N
S
Voûte movillante
Points rouges et pointes de rouges
Grille rouge et nts rouges et noirs
le Lac du Fond Plan au 1/1000
Voûte movillante vue du bord du Lac du Fond

ons, enchevêtrés ici, bien isolés là, quelques-uns admirable-
ıent campés, alors que d'autres ne sont que des ébauches gros-
ères. Et tout cela, d'un dessin ferme, sans retouches, le trait
ussi net, aussi brillant que s'il venait à peine d'être achevé.

DÉTAILS DU PRÉCÉDENT CLICHÉ

Et il y en a partout.

Ici, en arrivant près du sol, la paroi se recourbe et se surbaisse,
ssant, entre elle et lui, un vide d'à peine quelques décimètres;
elle se replie en niches que l'on devine plus qu'on ne les voit,
où il semble qu'on ne peut accéder; et cependant, sous ce vide,
ns ces niches, les artistes préhistoriques se sont infiltrés pour
ssiner leurs bêtes. Et nous faisons comme eux; et tantôt debout,

tantôt sur le dos, sur le côté, etc., nous admirons presque autant les dessins que certains de leurs emplacements.

Sur quelques aurochs sont, grossièrement tracées en noir (exceptionnellement en rouge), des pointes de flèches ! Mais ce qui est le plus extraordinaire, c'est la perfection, le vécu de quelques-uns de ces dessins, la connaissance anatomique qu'ils révèlent; un entre autres, d'à peine 30 centimètres de long, représente l'animal lancé en plein galop, dans un mouvement si juste, si précis, particulièrement de l'arrière-train, qu'il ne semble pas possible de faire mieux. L'unique cerf figuré ici est également remarquable; fièrement dressé sur ses pattes, la tête haute, il est comme figé dans une position hiératique. Quant aux chevaux — sauf un tout petit admirablement esquissé — ils sont d'un dessin généralement grossier, mais tous du même type : on dirait la race mongole; le corps est long, épais, bas sur pattes, l'encolure courte, ramassée, la tête petite et massive.

Tout de suite une remarque s'impose. Les animaux représentés appartiennent à des espèces qui, bien que n'existant plus en général dans les Pyrénées, sont actuellement encore vivantes en Europe.

L'aurochs se trouve en Lithuanie, dans la forêt de Biélovège et (sous le nom de bison) dans les forêts du versant septentrional du Caucase; le cerf n'aurait disparu des Pyrénées que vers le XVIe siècle; quant au bouquetin, il y subsiste toujours, mais assez rare et sur le versant méridional seulement.

Il n'y a donc ici nul représentant des races disparues, on n'y voit même pas le renne. Faut-il en conclure que lui aussi était déjà remonté vers le Nord à l'époque où ces gravures furent faites? Et serait-ce une justification de la théorie de MM. Alph. Milne-Edwards et Lartet, qui fut, un moment aussi, celle du Dr Garrigou et qui voyait dans les Pyrénées un *âge de l'aurochs* postérieur à celui du renne? (1)

C'est là une question dont la discussion excède ma compétence.

Tandis que nous poursuivons notre examen, il nous semble reconnaître que ces dessins ont été d'abord tracés en rouge, puis repassés en noir. Cette opinion nous est à peu près confirmée par la découverte, que nous faisons vers l'extrémité gauche de cette paroi, d'un aurochs à peine visible et uniquement au trait

(1) Cf. Dr Garrigou et L. Martin. — *Age de l'Aurochs et âge du Renne dans la grotte de Lourdes* — Compte rendu Ac. Scie. Mai 1864.

rouge. Alors un doute des plus désagréables nous prend, qu'avive la fraîcheur du trait noir : quelque visiteur se serait-il amusé, jadis, à repasser au charbon ces dessins qui, incontestablement, au moins pour la plupart, ont été primitivement tracés en rouge? (1)

Quelques jours après, M. Cartailhac devait heureusement lever nos doutes et nous montrer que le trait noir était bien authentique; il ne partageait pas, du reste, notre opinion en ce qui concerne le tracé primitif en rouge. Je m'y tiens cependant malgré sa haute autorité, et je crois qu'aujourd'hui il serait moins affirmatif.

BISON BOUQUETIN

Tout cela était d'autant plus intéressant, d'autant plus prenant, si je puis m'exprimer ainsi, qu'on le voyait alors dans le cadre même où ce fut exécuté, comme nous pûmes nous en convaincre quelques jours après. Dans son ensemble et dans tous ses détails, la Rotonde était telle, en effet, qu'elle se trouvait le jour où — il y a des centaines de siècles — les artistes préhistoriques l'avaient quittée. Le sol lui-même en était absolument vierge de tout remaniement. Le visiteur posait son pied sur la

(1) Ici je dois préciser. Si nous sommes les *premiers*, mon fils et moi, qui ayons *reconnu* ces dessins comme préhistoriques et les avons immédiatement signalés comme tels, nous ne sommes pas les premiers à les avoir *vus*, attendu qu'à côté d'eux et même quelquefois sur eux, quelques noms de visiteurs étaient écrits au charbon. Si je fais cette observation, c'est que maintenant tout le monde les connaissait, paraît-il, tout le monde les avait vus, bien que personne n'en ait jamais entendu parler. On les connaissait si peu que, lorsque pour la première fois nous sommes allés en 1905 visiter la grotte, le guide qui nous accompagnait ne nous en a rien dit et nous a simplement montré comme remarquable dans cette grande galerie, les Montagnes de sable.

terre même où s'était posé le leur et sans que, pour ainsi dire, un atôme de poussière fût venu s'ajouter. Et la preuve en est que non seulement on y a découvert des dessins *sur le sol même*, mais aussi que nous y avons trouvé, au pied des parois illustrées, reposant à la surface, et sans la moindre trace de souillure, comme si on venait de les y placer, de petits silex travaillés, entre autres un minuscule grattoir qui est un véritable bijou, un morceau d'ocre portant encore l'empreinte des doigts qui l'ont jadis pétri, etc.

Cet état de choses n'existe, hélas, plus aujourd'hui; ce que nous avons vu, nul ne le verra jamais plus et c'est — à mon avis du moins — très profondément regrettable. Mû, sans doute, par la charitable intention de permettre aux visiteurs de voir tous les dessins, en les dispensant de ramper pour cela sur le dos et sur le ventre comme il avait dû le faire lui-même la première fois que nous les lui avons montrés, peut-être aussi pour favoriser la prise des vues photographiques ou le calque des dessins, que sais-je? M. Cartailhac a fait creuser le sol de cette salle, d'une large tranchée qui en a complètement changé l'aspect général et le caractère.

Sans prendre la chose au tragique, il faut bien constater cependant que, si la vue et l'accès de tous les dessins ont été, il est vrai, ainsi facilités, il est en revanche absolument impossible, désormais, d'essayer de se rendre compte de l'extraordinaire état d'âme, ou, plus simplement, d'imaginer à quelle idée bizarre, extravagante pour nous, devaient céder les artistes préhistoriques en allant figurer leurs animaux, non seulement sur la paroi du fond de cette salle perdue à près de 800 mètres de l'entrée, mais encore en y recherchant les endroits qui semblaient inaccessibles pour exécuter leurs œuvres dans des conditions qui, de toute nécessité, les obligeaient à une gymnastique et aux positions les plus anormales.

Et enfin, en dehors même de ces considérations si l'on veut, du moment où l'on avait la rare bonne fortune de posséder un « monument » préhistorique *absolument tel qu'il était* à l'époque

(1) ... « ..... dès le mois de septembre 1906, on (*sic*) avait recueilli sous les fresques quelques objets se rapportant *à l'époque du Renne*; ils reposaient à la surface même du sol; aucune formation ne les avait recouverts... Sauf dans la galerie d'accès où les eaux d'infiltration ont formé d'importants planchers stalagmitiques, le sol n'a subi, depuis l'époque du retrait des glaciers, aucune modification... Partout où les modernes visiteurs n'ont pas foulé sa surface, elle a gardé intacts les moindres vestiges. (E. Cartailhac et abbé Breuil — Mémoire précité.)

même où il fut exécuté (1), il semble qu'il aurait dû être intégralement respecté dans toutes ses parties, et que l'on n'aurait dû, ni en changer la physionomie, ni en modifier l'aspect, sans raisons tout à fait sérieuses (1).

C'est du moins mon opinion et j'ai le regret d'avoir à l'exprimer, mais... elle était si belle, la Rotonde, dans son primitif état !

Le soir même de notre découverte, nous allons l'annoncer au Dr Garrigou qui en est tout fier, car avec les encouragements et les conseils qu'il nous a prodigués avec tant de bienveillance, il la considère, avec raison, comme un peu sienne (2). Il nous demande de l'autoriser à en faire part à son ami M. Cartailhac, et je lui dis combien je serais heureux de voir ce savant apprécier la valeur de notre trouvaille et se prononcer sur le doute que nous avons relativement à l'authenticité des traits noirs. La réponse ne se fit pas attendre : dès le 24, le bon Docteur m'écrivait un mot pour me faire connaître que, « très ému par notre découverte », M. Cartailhac arriverait chez lui le jeudi soir, et il me priait d'organiser une visite à Niaux pour le vendredi 28, afin de lui montrer les dessins.

Au jour dit, M. Cartailhac arrivait : les présentations vivement faites, et après qu'il nous eut très chaleureusement remerciés de lui avoir réservé la primeur de ce que nous avions trouvé, il nous montrait un spécimen, concernant Altamira, d'une publication en cours de préparation sur les grottes ornées, qu'il avait apportée à notre intention et... en route pour Niaux.

J'ai compris ce jour-là, en voyant son bonheur et son émotion, lorsque nous l'eûmes mis en présence du magnifique panneau des dessins, tout ce qu'à certains moments, la science peut réserver de véritable jouissance à ses adeptes. Et son bonheur devait s'accroître encore dans l'après-midi, lorsque nous procédâmes à une exploration un peu plus minutieuse, quoique encore sommaire, de la grotte. Grâce à son expérience, nous découvrîmes en effet sur les parois, disséminés de loin, des signes (noirs, plus souvent rouges) qui semblent bien être placés pour servir

(1) Par exemple, pour se rendre compte s'il y avait intérêt à exécuter des fouilles utiles, on aurait pu procéder discrètement à quelques sondages, mais de façon à pouvoir remettre tout en état s'ils n'avaient rien donné. Si, au contraire, ils avaient semblé promettre une fructueuse récolte, il est évident qu'il n'y avait alors plus rien à ménager.

(2) Le Dr Garrigou avait en outre réellement *vu* ces dessins aux environs de 1864, ce qu'il ne s'était pas rappelé tout d'abord. Ses notes manuscrites de cette époque portent, en effet, par deux fois, la mention, à-propos de la grotte de Niaux. « Il y a des dessins sur la paroi ; qu'est-ce que cela peut bien être ? »

d'indication, de points de repères (?) Ils consistent en points ou en traits, soit isolés de distance en distance, soit groupés par paquets en certains endroits et tous placés — sauf une ou deux exceptions — sur la paroi de droite de la grotte (en se dirigeant vers le fond).

Pas compliqués du reste ces signes, et seulement de deux sortes: des points ou des traits. Appuyez le bout de vos doigts sur un morceau d'ocre humide, pressez-le ensuite sur un mur, et vous aurez les points; au lieu de le presser simplement, traînez-le sur quelques centimètres de longueur, vous aurez les traits. Je me hâte d'ajouter qu'ils sont diversement disposés; les uns, suivant une ligne horizontale, d'autres, suivant des verticales, des obliques, tantôt sur un rang, tantôt sur deux.

Leur groupement, en certains endroits, permet-il d'y voir de très rudimentaires signes conventionnels?? Tout à fait à l'angle de la paroi qui se trouve avant l'entrée dans la grande salle du carrefour, ils sembleraient disposés en une sorte de tableau (?) surmonté d'un signe (une barre verticale avec un renflement à droite, vers le milieu) que l'on pourrait prendre pour un *totem*. Tous ces signes se retrouvent également en grand nombre sur les parois et la voûte du Lac du fond.

Nous en trouvons également d'autres, d'une espèce différente, dans un angle, un peu avant d'arriver à l'entrée de la petite galerie du Sable. Nous les avons pris, tout d'abord, pour de grandes flèches auxquelles il manquait seulement la pointe. Un examen plus attentif conduit à penser qu'ils pourraient représenter soit une fougère, soit un bouquet de feuilles, une branche d'arbre (?) Ces figurations sont au nombre de deux; l'une horizontale, l'autre verticale; la première est surmontée d'un trait figurant, autant qu'on en peut juger, le dos des aurochs ou peut-être d'un cheval.

Entre temps, nous avions fait une visite nouvelle à la paroi aux dessins de la Rotonde, M. Cartailhac tenant à prendre des notes en vue de la communication, qu'il se chargeait de faire, de notre découverte à l'Académie des inscriptions et belles-lettres.

C'est à ce moment, qu'avec son excellente manie de furetage, mon fils Jules trouvait sur le sol, au pied des dessins, les petits silex et le morceau d'ocre dont il a été question plus haut, ainsi qu'une tête d'os calciné.

A la suite de cette visite, il fut convenu, de concert avec M. le Dr Garrigou, que, pour éviter toute détérioration, la découverte

serait tenue secrète jusqu'au jour où nous aurions pu faire fermer la grotte et obtenu que sa location nous fût accordée. Ce qui a été fait.

Tel est, dans ses grandes lignes, l'historique sommaire de notre découverte personnelle du 21 septembre, et de ce que nous y vîmes ensuite avec M. Cartailhac le 28.

Pour en terminer avec les dessins qui ornent la grotte de Niaux et sans vouloir empiéter en rien sur le droit de MM. Cartailhac et Breuil de présenter, eux-mêmes, dans tous les détails, leurs propres découvertes, je me bornerai à signaler que postérieurement (en janvier 1907), ils y ont trouvé des figurations d'animaux gravées *sur le sol même*; d'abord au pied des dessins noirs où ils sont malheureusement fort abîmés par les pieds des visiteurs, puis dans la Grande Galerie, où se remarquent, d'un côté, deux poissons nettement incisés, de l'autre côté, un bouquetin, un aurochs, etc.

A son tour, l'éminent sculpteur M. Th. Rivière, venu avec MM. E.-A. Martel, Félix Régnault, etc., visiter la grotte, a découvert (juillet 1907) un aurochs sur le sol de la galerie principale, au delà de la salle ronde.

Cette visite donna lieu à une petite discussion scientifique qui vaut d'être notée. M. Cartailhac ayant appelé les animaux représentés des *bisons*, M. Th. Rivière s'éleva contre cette désignation et déclara que c'était là non le bison mais bien l'*aurochs*; il justifiait son dire en s'appuyant sur les formes des animaux, bosse, crinière, etc.

Comme c'était aussi le nom que nous avions tout d'abord employé, simplement parce que nous pensions que c'est leur nom européen, alors que l'appellation de bison était réservée à l'espèce américaine, j'ai voulu pour ma satisfaction personnelle étudier la question; non dans l'espoir de la solutionner (je n'ai pas de ces naïvetés), mais avec la volonté d'essayer au moins de savoir pourquoi je les appellerais soit aurochs, soit bisons.

Or, paraît-il, la question bison est une des plus curieuses de la zoologie et, naturellement, une des plus compliquées !

Heureusement pour moi, M. A. Yermoloff venait, quelques mois auparavant, de la résumer à grands traits dans la *Nature* (1). « Rappelons, dit-il dans une note, quelle confusion règne depuis longtemps entre les noms de Urus, aurochs, bisons. Dans de récents mémoires MM. Mahoudeau, Lombard-Dumas et le pro-

(1) A. Yermoloff, *Les Bisons du Caucase* (*La Nature*, n° 1776, du 30 mars 1907).

fesseur A. Martens soutiennent que l'aurochs est l'urus ou *Bos primigenius*; qu'il a disparu d'Europe vers la fin du XVIe siècle, qu'il n'avait ni bosse ni toison, que seul il a laissé ses débris dans les cavernes du Gard; depuis J. César on n'aurait cessé de le confondre avec le vrai bison (*bonasus*) qui a une toison, une bosse et des cornes plus petites et moins divergentes; c'est celui-ci et non l'aurochs qui serait représenté à Altamira et en Dordogne. La grande Encyclopédie a donc tort d'assimiler le bison d'Europe à l'aurochs. »

Et M. Yermoloff de conclure mélancoliquement :

« Tout cela est fort embrouillé ! »

Hélas ! c'est assez mon avis.

Cependant peut-être serait-il permis d'observer que, si l'on a confondu ou paru confondre, depuis J. César, l'aurochs et le bison, cela pourrait bien tenir à ce que « aurochs » était le nom général que l'on donnait à ces magnifiques animaux qui, suivant les régions et les pays, devaient comprendre plusieurs espèces et variétés; absolument comme il y a aujourd'hui, en Europe, nombre de variétés et de races de bœufs, quel que soit le nom scientifique dont on les affuble.

D'autre part, si, comme le soutiennent les auteurs cités par M. Yermoloff (et d'autres encore), l'aurochs n'est autre que l'*urus* ou *bos primigenius*, il faudra en conclure que c'est bien l'aurochs qui se trouvait dans les vallées de l'Ariège et du Vichessos, puisque ce sont ses ossements que MM. le Dr Garrigou, Rames, Filhol, Martin, Lartet, etc., ont trouvé dans les grottes de cette région, de concert avec ceux du bison européen qui, lui, est pour eux l'aurochs (1).

En ce qui concerne enfin l'affirmation que l'aurochs aurait disparu d'Europe vers la fin du XVIe siècle et qu'il n'avait ni bosse, ni toison, il y a un témoin oculaire qui la contredit nettement. Dans la notice de son célèbre ouvrage, consacrée à la Pologne, Abraham Ortelius dit en effet : « En ce pays cy abondent les bœufs sauvages, comme *nous en avons veu* en l'an M.D.LXX amener en ceste ville d'Anvers, ayant le doz hault, des crins longs au col et pardessus les espaules, semblablement une barbe au menton et des yeux gros et eslevéz; en haut allemand on l'ap-

(1) Cf. Dr Garrigou et Martin, *loc. cit.* C. R. A. S. Mai 1864. — Dr Garrigou et H. Filhol, *Age de la pierre polie dans les Cavernes des Pyrénées Ariégeoises.* — L. Carrez, *loc. cit.*, p. 2338 et suivantes.

pelle Hurochs, au pays de Littan, suber, et en latin bisontes » (1).

Si l'époque à laquelle ces aurochs auraient disparu d'Europe nous est, dans l'espèce, absolument indifférente, en revanche, nous constatons que les animaux auxquels on donnait ce nom en 1570 avaient bosse et toison; et le portrait qu'en trace Ortelius, *de visu*, est, trait pour trait, celui des animaux représentés dans la grotte de Niaux; la ressemblance est criante.

C'est donc bien de l'aurochs que les artistes préhistoriques nous ont laissé l'image sur les parois de la Rotonde et c'est le nom qu'il paraît par suite rationnel de lui laisser.

C'est si bien lui qu'Alph. Milne-Edwards et Lartet — ainsi que j'ai eu l'occasion de le dire précédemment — ont conclu de leurs études et de leurs découvertes à l'existence, dans les vallées de l'Ariège, d'un âge de l'Aurochs, postérieur à celui du Renne.

A quel mobile pouvaient bien obéir nos ancêtres préhistoriques, et quelle idée attachaient-ils à ces figurations d'animaux?

Pourquoi allaient-ils les placer dans les endroits les plus cachés et parfois, avons-nous vu, d'apparence inabordable, de ces souterrains où déjà règne le noir absolu?

Pour répondre à ces questions — dont la solution n'apparaissait cependant pas autrement urgente — les préhistoriens ont peut-être perdu de vue ce que M. de Launay dit si sagement à propos de la géologie, et que l'on peut, à fortiori, appliquer à la préhistoire : « Une science aussi jeune que la géologie et depuis si peu de temps sortie de l'empirisme est faite pour rendre très modeste et très prudent. Il est toujours facile d'affirmer ce que l'on croit savoir et de nier ce qu'on ne comprend pas ou ce qu'on ignore; de là, en toute matière, tant de théories ambitieuses, construites comme des châteaux de cartes et détruites comme eux, par un souffle du vent ». Et encore « la géologie est une science qui doit rendre modeste par la disproportion entre la grandeur du but à atteindre et la modicité des résultats généraux définitivement acquis et indiscutables » (2).

Pour MM. Salomon Reinach, le Dr Capitan, Breuil, etc., ces dessins avaient un but ou religieux ou fétichique; ils étaient destinés à exercer une sorte d'attraction magique sur les animaux

(1) *Théâtre de l'Univers*, contenant les Cartes de tout le monde avec une brièvé déclaration d'icelles par Abraham Ortelius. Edition de 1581. Anvers, de l'imprimerie Cristofle Plantin. (Notice de la Carte 79 Pologne).

(2) L. DE LAUNAY, *La Science géologique*, p. 11 et 703.

essentiellement comestibles et par suite enviables pour les chasseurs affamés qu'étaient les préhistoriques. C'était, en quelque sorte, un envoûtement, et les pointes de flèches tracées sur certains aurochs de Niaux viendraient à l'appui de ces théories.

Un jour où j'observais modestement que ces hypothèses ne reposaient peut-être sur aucune donnée sérieuse et que chacun pouvait, à sa volonté, en imaginer une, il me fut répondu que toutes en effet, étaient permises, *pourvu qu'elles fussent raisonnables.*

Ici je m'insurge.

De quel gabarit se servira-t-on, s'il vous plaît, pour faire le départ entre ce que l'on voudra bien appeler une hypothèse raisonnable et les autres?

Comment, c'est avec votre mentalité d'homme, de savant du XXe siècle que vous voulez juger ce que pouvait être celle d'individus à peine sortis de la toute première barbarie et qui vivaient il y a des dizaines ou des centaines de siècles ! De cela même vous ne savez rien. Et, au fait, que savez-vous de ces hommes eux-mêmes dont il y a à peine un demi-siècle que l'existence fut révélée? Qu'avez-vous d'eux? Quelques rares ossements, plus ou moins contestés, du reste, pour la plupart; des pierres taillées ou polies, quelques os ou bois d'animaux travaillés. Et c'est avec ces seuls indices que l'on voudrait nous reconstituer leur mentalité?

Sans doute, dira-t-on, mais on procède par analogie, par comparaison; et si l'on attribue ces idées aux préhistoriques, c'est qu'on les retrouve aujourd'hui chez certaines peuplades australiennes et autres, dont la civilisation est précisément celle de l'âge de pierre.

Eh bien, non !

Il semble qu'ici on compare deux termes qui ne sont pas comparables, en assimilant les peuplades préhistoriques de la toute première aurore de la race humaine, à des populations qui ne sont pas réellement neuves, qui, depuis des siècles, ont été plus ou moins en contact avec notre civilisation, ont été, si peu que l'on voudra, mais ont été plus ou moins impressionnées par elle. Et en particulier pour les races australiennes sur lesquelles on se base surtout, est-ce qu'il n'a pas été affirmé, sinon démontré qu'elles étaient aujourd'hui les représentants déchus d'une race qui leur fut jadis bien supérieure au point de vue intellectuel? (1)

(1) Cf. Marquis de Nadaillac, *L'homme et le singe*. t. II, p. 10 et suivantes.

La G

levé à la
haut

On a voulu tout d'abord justifier ces idées de magie, de sorcellerie, par le fait que (lors des premières découvertes), les seuls animaux représentés étaient des animaux comestibles, c'est-à-dire ceux qui, par dessus tout, étaient désirables pour des individus dont le souci de l'alimentation devait probablement être la principale préoccupation. La découverte à Font-de Gaume et aux Combarelles de l'image d'un lion des cavernes, d'un ours, d'un rhinocéros bicorne est venue fortement endommager cette prétendue justification (1).

Et encore, faut-il aussi attacher une idée magique aux figures qui se rencontrent dans diverses grottes au milieu des dessins d'animaux, figures que l'on a baptisées de tectiformes, pectiformes, scutiformes et autres noms barbares; ou alors que viennent-elles faire là?

En résumé, pour le moment et vraisemblablement de longtemps encore, rien absolument ne justifie une hypothèse ou théorie quelconque sur le sens que les hommes préhistoriques pouvaient attacher à ces représentations d'animaux, si toutefois *ils y en attachaient une.*

Est-ce que le berger qui en gardant ses bêtes s'amuse à sculpter plus ou moins avec son couteau le morceau de bois qu'il a entre les mains, ou au repos dans sa Jasse, trace avec un morceau de charbon une silhouette quelconque sur le mur, attache la moindre idée cabalistique ou autre à ce qu'il fait?

Si l'on ne veut pas qu' « au lieu de s'éclaircir par la multiplication des trouvailles et l'élimination raisonnée des hypothèses gratuites, la préhistoire s'embrouille comme à plaisir et semble s'écarter de plus en plus des sciences véritablement de précision » (2) d'aucuns croient qu'il serait sage de se conformer au principe posé par Ch. Martins : « La science ne connaît que des faits constatés ou des théories dont la probabilité voisine de la certitude, repose sur la concordance des preuves accumulées qui militent en faveur de ces théories » (3).

Commandant MOLARD.

(1) Cf. E.-A. MARTEL. *La Spéléologie au XXe Siècle*. p. 672.
[Je dois ajouter qu'en juillet 1907, avec F. Régnault, j'ai vu le soi-disant rhinocéros de Font de Gaume et que je conteste absolument que le paquet de couleur affublé de cette désignation représente cet animal. V. mon *évolution souterraine*, p. 336. E.-A. M.].

(2) E.-A. MARTEL, *loc. cit.*, p. 636.

(3) CH. MARTINS, *Les preuves de la théorie de l'évolution en histoire naturelle.*

APPENDICE

Par E.-A. MARTEL

LES PEINTURES ET DESSINS PRÉHISTORIQUES DES CAVERNES

Au Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne en 1908

SECTION D'ARCHÉOLOGIE

Rechercher et signaler les gravures et peintures préhistoriques sur les parois des grottes ou les rochers isolés, ainsi que les nouvelles découvertes de statues-menhirs.

Pour répondre à cette question du programme, j'ai envoyé au ministère de l'Instruction publique et communiqué à la séance du 23 avril 1908 la note suivante :

« M. E.-A. Martel expose que les archéologues qui s'occupent de cette question, soulevée en 1879, par de Sautuola, et en 1895, par Émile Rivière, veulent en résoudre tous les problèmes avec trop de précipitation.

Pour les en convaincre, il a visité en 1903, 1905 et 1907, neuf (1) des vingt-sept cavernes où l'on connaît actuellement (2) des décorations pariétales (ou pariétaires) préhistoriques.

Assurément leur authenticité (pour la presque totalité du moins) ne saurait plus être révoquée en doute.

Mais les explications qu'on en donne s'égarent souvent dans les plus regrettables fantaisies : la dégradation des traits et des

(1) Altamira, Font de-Gaume, la Mouthe, les Combarelles, Marsoulas, Gargas, le Mas d'Azil, Niaux et Bédeillac. (J'ai ajouté le Portel, le 1er novr 1908).

(2) Près de 35 en 1908 avec les nouvelles trouvailles de M. Alcalde del Rio et du P. Sierra en Espagne et du Dr René Jeannel au Portel (Ariège, C. R. Ac. Scie. 23 mars 1908 et 1er juin 1908).

couleurs, leurs lacunes, leur superposition, leur confusion avec les zébrures ou cassures naturelles des roches en rendent très difficile la juste interprétation; cela a conduit à de réelles invraisemblances.

On a considéré comme des représentations de figures humaines, des traits absolument indéchiffrables.

A Font-de-Gaume, on veut voir un *Rhinocéros* — Tichorhinus — (ce qui soulèverait de graves difficultés) dans un paquet de couleur rouge, à deux pointes, absolument informe; il ne correspond à aucune identification possible.

M. Cartailhac a même évoqué l'usage du pinceau (1), alors que de simples morceaux d'ocre de couleurs diverses et taillés en pointes ont été retrouvés en plusieurs gisements, et sont manifestement les crayons ou pastels des anciens artistes.

Trop souvent, les traits, défaillant pour achever la représentation que l'on croit saisir, sont substitués par une auto-suggestion qui devient un gros péril au point de vue réellement scientifique.

A la grotte de Gargas, des entrelacs singuliers et d'ailleurs inexplicables, ne sont nullement, comme le voudraient MM. Cartailhac et l'abbé Breuil, des empreintes tracées par des doigts *préhistoriques* : leur origine doit être naturelle. M. Martel, en septembre 1907, a trouvé leurs analogues à la voûte de la caverne d'Augas (forêt de Fontainebleau) qui, *jusqu'en* 1880, était remplie de sable.

Pour prouver l'ancienneté des dessins, l'abbé Breuil et M. Cartailhac considèrent comme traces de griffes d'*Ursus spelaeus*, certaines stries qui les raient par place : ce témoignage est inadmissible, lesdites stries n'étant que des gerçures naturelles de la stalagmite ou des rainures de corrosion du calcaire. En un seul point de Gargas, il y a peut-être des griffades d'Ursus, mais dans un recoin élevé où les dessins font totalement défaut (2).

(1) L'emploi du pinceau serait révélé par des bavures de couleurs, que l'on ne constate pas le long des traits, au Portel par exemple.

(2) En août 1908 une nouvelle visite à Gargas m'a convaincu, avec MM. Jeannel, Jammes et Rudaux que, même sur ce point, il ne saurait être question de griffes d'ours. J'affirme à M. Cartailhac qu'il a le plus grand tort d'être « vraiment heureux d'avoir révélé ce détail aux naturalistes et aux spéléologues. » (*l'Anthropologie*, janvier 1908, p. 114). Et je lui prédis qu'un jour il sera obligé de reconnaître son erreur, de même qu'il a été contraint de renoncer, en 1902, à l'opposition qu'il avait faite pendant si longtemps à l'authenticité des dessins découverts par Sautuola, Rivière, etc (V. CARTAILHAC, *Mea culpa d'un sceptique*, l'Anthropologie, 1902, p. 348-354.)

La théorie religieuse de l'envoûtement magique ou des pratiques de sorcellerie n'est pas moins bizarre. Ces peintures étaient des trophées de chasse. Les flèches que portent les animaux de Niaux désignent l'endroit où on les avait atteints, ou bien où il fallait les frapper.

Pour les mains humaines découvertes à la caverne del Castillo (Espagne) par M. Alcalde del Rio et à Gargas par M. Regnault, il y a imprudence à affirmer qu'elles sont de l'âge du renne (la preuve en manque) et surtout à en faire les indices de traités de paix entre tribus. Il est curieux qu'à Gargas, ces empreintes se montrent pour la plupart avec des doigts tronqués (ou mutilés?).

Le rapprochement avec les dessins des cavernes ornées des sauvages modernes (Australie, Afrique, Amérique) et même avec ceux des mégalithes bretons et autres (Dolmens, etc.) ne doit être manié qu'avec une extrême précaution. L'esthétique de ces derniers est considérablement inférieure à celle des vieux troglodytes franco-espagnols.

Il est indispensable de conseiller à ceux qui s'occupent de ces recherches, non seulement plus de pondération dans leurs théories mais surtout moins d'acrimonie dans leurs discussions.

Le sujet est des plus hautement intéressants ; on l'abîme et on le discrédite par les errements dont il a été jusqu'à présent l'objet.

Quant à l'âge absolu, 5, 10, 15, 20.000 ans, c'est là une inconnue totale dont rien ne doit être exprimé encore. L'âge relatif des décorations pariétales est le principal sujet des controverses pendantes; il doit être bien moins reculé qu'on ne le pense: assurément, certaines gravures au trait des cavernes du Périgord paraissent représenter des mammouths et (plus douteusement) des félins contemporains du paléolithique ancien (1).

Mais les ornements et signes de Marsoulas et les bisons peints d'Altamira sont tout au plus de l'aurore du néolithique.

Quant aux grands dessins noirs de Niaux, les plus artistiques de tous, il faut les croire néolithiques; ils ne représentent que des espèces récentes, et les grottes de Niaux et de Bédeillac portent

(1) Même si les *cervidés* figurés à Font de Gaume et au Portel représentent véritablement des rennes, la survivance de cet animal en Germanie du temps de César, et en Laponie de nos jours, ne permet pas de le regarder comme un véritable *fossile*. Peut-être établira-t-on un jour que dans certaines cavernes ces restes ne sont pas réellement *paléolithiques*. N'oublions pas que ce n'est qu'un *émigré* ! E.-A. M.

parmi leurs signes peints, des haches d'aspect positivement néolithique, comme celles qu'on y a jadis trouvées (1).

En réalité, il n'est pas permis de dire avec M. Cartailhac que les grands polychromes d'Altamira sont de la même période paléolithique que la Moutthe, Pair-non-Pair, etc., et que la date est donnée par les figures mêmes.

Cette *unité remarquable de l'art* pyrénéen et cantabrique dès le début de l'âge du renne, doit au contraire faire place à l'idée d'une grande variété et de formelles dissemblances sur une étendue de temps qui peut aller de l'âge du mammouth (moustérien ?) au début du néolithique.

D'ailleurs l'abbé Breuil lui-même a bien compris la nécessité d'une réelle classification chronologique, qu'il a déjà assez heureusement ébauchée.

Mais que l'on se garde de conclure trop vite. »

A la séance du 23 avril 1908 de la section d'archéologie du Congrès de la Sorbonne, la lecture de cette note provoqua entre M. Capitan et moi, une controverse (d'ailleurs en termes fort courtois), résumée ainsi au compte rendu public de la séance (*Journal officiel* du 24 avril 1908, page 2.900, 2e colonne).

« *M. E.-A. Martel*, de la société de géographie, entretient le congrès des gravures et peintures préhistoriques tracées sur les parois des grottes ou les rochers isolés. Il critique plusieurs des observations déjà publiées et cherche à fixer l'âge relatif de ces sortes de décorations, qui doit être moins reculé qu'on ne le pense généralement; si certaines gravures des cavernes du Périgord paraissent représenter des mammouths et peut-être des félins, contemporains du paléolithique ancien, les ornements et signes de la grotte de Marsoulas et les bisons peints dans la grotte d'Altamira sont tout au plus de l'aurore de l'époque néolithique. Quant aux grands dessins noirs des parois de la grotte de Niaux (Ariège), ils ne représentent que des espèces animales récentes.

M. l'abbé Parat rappelle qu'il a trouvé dans une des grottes d'Arcy-sur-Cure, dans l'étage aurignacien, un schiste sur lequel est gravé un rhinocéros à deux cornes.

M. *le président* rappelle les difficultés que présente l'étude

(1) V. le cartouche de la fig. p. 180. — En avril 1908 MM. Resplé et P. Boyer ont, paraît-il, trouvé à Bédeillac quatre empreintes de mains.

des gravures et peintures des cavernes, et particulièrement les difficultés en face desquelles se sont trouvés *les premiers archéologues qui ont découvert et recherché ces monuments, l'abbé Breuil, MM. Cartailhac, Peyrony et le docteur Capitan.* Ils ont dû faire un véritable apprentissage pour s'habituer à démêler les traits des dessins souvent superposés. Pour ce qui regarde la gravure du rhinocéros de Font-de-Gaume que M. Martel conteste, M. le président maintient qu'il est bien reconnaissable. Le rhinocéros des Combarelles est également très net. M. Martel considère comme de simples gerçures naturelles de la stalagmite certaines stries dans lesquelles M. l'abbé Breuil reconnaît des traces de griffes d'ours.

M. le docteur Capitan maintient que ces stries ont été longuement et soigneusement étudiées et qu'elles sont bien le résultat de griffades d'ours. »

J'ai été tout à fait surpris que M. le Dr Capitan, président de la section d'archéologie, ait publiquement exprimé et laissé imprimer à l'*Officiel* cette erreur formelle, que les *premiers archéologues* ayant *découvert et recherché* les gravures et peintures préhistorique de cavernes aient été MM. l'abbé Breuil, Cartailhac Peyrony et Capitan. Aucun archéologue ne doit ignorer que les *premières* de ces découvertes ont été faites dans l'ordre suivant : (1)

1° Altamira, par M. de Sautuola, en 1879;

2° Grotte Chabot, (Ardèche), par M. L. Chiron, en 1878 (mais décrite seulement en 1889);

3° La Mouthe, par E. Rivière, en 1895;

4° Pair-non-Pair (Gironde), par M. Daleau, en 1896 (soupçonnées dès 1883).

5° Les Combarelles, par MM. Capitan et Breuil ne sont venues qu'en cinquième lieu, en 1901 seulement.

Ensuite elles se sont multipliées (près de 35 actuellement) par les recherches de MM. Peyrony, Regnault, Capitan, Breuil, Cartailhac, Ampoulange, Bourrinet, Molard, Alcade del Rio, le P. Sierra, Jeannel, etc., etc.

J'ajoute que le Comité des Travaux historiques et scientifiques n'a pas été d'avis d'insérer, dans le compte rendu du Congrès

(1) V. Daleau (Congrès A. F. A. S. Montauban 1902, t. II, p 786) et bibliographie dans *Spelunca* mém. 44|46, t. VI. p. 654). V. aussi mon *Evolution Souterraine* chap. xvii, p. 330 sur la part prépondérante de E. Rivière.

de 1908, la note ci-dessus et m'en a fait renvoyer le manuscrit.

C'est pourquoi je la publie ici intégralement, en n'ajoutant à son texte exact, que les notes rendues nécessaires par les faits postérieurs (1), — et sans autres commentaires — mais en maintenant formellement toutes les opinions que j'y ai exprimées, et qui se sont trouvées très renforcées par diverses constatations de ma campagne de six semaines dans les *Pyrénées souterraines* en juillet-août 1908 et par ma visite au Portel le 1er novembre 1908.

E.-A. MARTEL.

(1) Pendant l'impression de cet appendice, l'Académie des Sciences, dans sa séance du 7 décembre 1908, a décerné à M. Émile Rivière la moitié du prix Saintour : le rapport de M. Lacroix permet d'ajouter les termes ci-après à la rectification que je viens de faire : « L'Académie a déjà attribué à ce savant plusieurs récompenses...

« L'interprétation des travaux de M. Rivière, à Menton (de 1870 à 1887), fut jadis très discutée ; mais les recherches récentes, entreprises sous le patronage du prince de Monaco par MM. Boule, Cartailhac, Verneau et Villeneuve, tout en apportant des données nouvelles et plus complètes, ont confirmé ses principales conclusions sur l'antiquité des gisements et l'âge de leurs squelettes humains.

« On parle beaucoup, depuis quelques années, des intéressantes découvertes d'œuvres d'art, gravées ou peintes sur les parois de certaines cavernes, dans des couloirs obscurs, parfois très éloignés de l'entrée.

« Les premières observations faites en Espagne, dès 1879, et en France, dès 1889, étaient passées inaperçues, quand M. Rivière annonça à l'Académie, au mois de juin 1895, que les parois de la grotte de la Mouthe, dans la Dordogne, présentaient des gravures et des peintures préhistoriques. *Cette découverte fut, elle aussi, violemment attaquée et contredite ; M. Rivière eut le mérite de lutter courageusement pour la défense de son opinion et de la faire triompher.*

« Depuis cette époque, des découvertes analogues se sont multipliées et se sont étendues à d'autres régions de notre pays. *Les succès des nouveaux explorateurs ne doivent pas faire oublier que* M. RIVIÈRE *a ouvert la voie dans laquelle des confrères plus jeunes se sont brillamment engagés ;* aussi la Commission a-t-elle pensé qu'il y avait lieu de l'en récompenser.

Imprimerie FR. SIMON, succr de A. LE ROY, Rennes (4866-08).

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 54. — DÉCEMBRE 1908

CAVERNES

DE

TARASCON-SUR-ARIÈGE

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, RUE DE LILLE, 34
1908

CAVERNES

DE

TARASCON-SUR-ARIÈGE

ÉVOLUTION ET SYNTHÈSE DES GRANDES GROTTES DE LOMBRIVE, NIAUX, SABART ET BÉDEILLAC

En 1904, j'exposais au Congrès de Paris des Sociétés Savantes (1), comment l'investigation méthodique si désirable des Pyrénées souterraines demeurait presque tout entière à effectuer, et combien les recherches de cette nature étaient coûteuses en cette région spéciale aux touristes : pour cette raison, sans doute, mon appel n'avait pas été entendu. En juillet 1907, je me suis décidé à faire aux Pyrénées une investigation personnelle sommaire, afin de joindre l'exemple au précepte et d'apporter de nouveaux arguments à l'appui de l'opportunité d'une entreprise plus complète. Les résultats de cette enquête, très préliminaire en réalité, et dont le développement nécessitera de fortes dépenses et l'appui indispensable des pouvoirs publics, ont été tels, que, dès mon retour, j'ai saisi de la question le Comité d'études scientifiques près la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles du ministère de l'agriculture.

Ici la porte s'est largement ouverte et, en 1908, j'ai été chargé par le ministre de l'agriculture d'une mission pourvue de crédits suffisants et qui a entamé, avec de nombreux collaborateurs, l'étude souterraine des Pyrénées Occidentales (Haute-Garonne,

(1) *Spelunca*, n° 37, p. 226.

Hautes-Pyrénées, Basses-Pyrénées). Les résultats en seront publiés officiellement.

Dans le présent mémoire, je ne donnerai que la portion de mes recherches de 1907 relatives aux grottes de la région de Tarascon-Ussat. C'est la suite naturelle du mémoire précédent. Je n'ai pu la publier plus tôt, parce qu'il me manquait le plan de la grotte de Sabart que je n'avais pas eu le temps de lever.

Le 21 septembre 1908, M. le Dr René Jeannel (du Laboratoire Arago) à Banyuls-sur-Mer, et M. Fauveau, inspecteur adjoint des forêts à Foix, ont exécuté ce levé et ont bien voulu me le remettre pour la conclusion de la présente étude. Je le publie avec leur assentiment et leur en exprime toute ma gratitude.

Les investigations du regretté commandant Molard et de ses fils en 1906 et 1907 (v. mémoire 53) ont établi qu'une relation existe certainement entre les trois grandes cavernes de Niaux, Lombrive et Sabart, conformément aux anciennes prévisions des docteurs F. Garrigou et Noulet. Dans celle de Lombrive, un grand puits terminal de 43 mètres de profondeur a été visité, le 1er octobre 1884, par M. Marty, de Toulouse, qui semble l'avoir trouvé bouché au bas (V. ci-après). Mais la descente devra être renouvelée, pour savoir si quelque eau souterraine ne se rencontrerait pas au fond; la vidange rapide des eaux d'orages à Niaux et Lombrive rend l'hypothèse vraisemblable.

Mes propres constatations (ébauchées en 1896) de juillet 1907 permettent d'ajouter et de préciser tout ce qui suit :

D'abord, une relation, sinon actuelle, du moins ancienne, entre les cavernes et les eaux thermo-minérales d'Ussat-les-Bains, est fort possible : les travaux de M. De Launay, professeur à l'école de Nîmes et à l'école des Ponts-et-Chaussées, ont contribué à établir que les sources thermales de Ragaz (Suisse), Cestona (Espagne), etc., proviennent en réalité des points d'absorption et des gouffres des régions calcaires environnantes (1).

La diversité de température des eaux d'Ax (plus de soixante sources captées, 18° à 77° C.) et le fait que leur débit n'est pas tout à fait invariable en toute saison, permet, dans une certaine mesure, de leur attribuer une origine superficielle assez rapprochée, au moins pour partie. Mais elle est certainement plus réduite à Ax (où les eaux viennent du granit) qu'à Ussat.

(1) V. *Annales des Mines*, février 1894 et janvier 1906.

A Ussat, les eaux thermales sortent des cassures d'un anticlinal du lias, dans lequel s'est creusée la vallée d'Ariège, et dont le fond actuel est rempli par des alluvions à plusieurs lits de galets roulés. Sur ces alluvions on a cru reconnaître un ou plusieurs

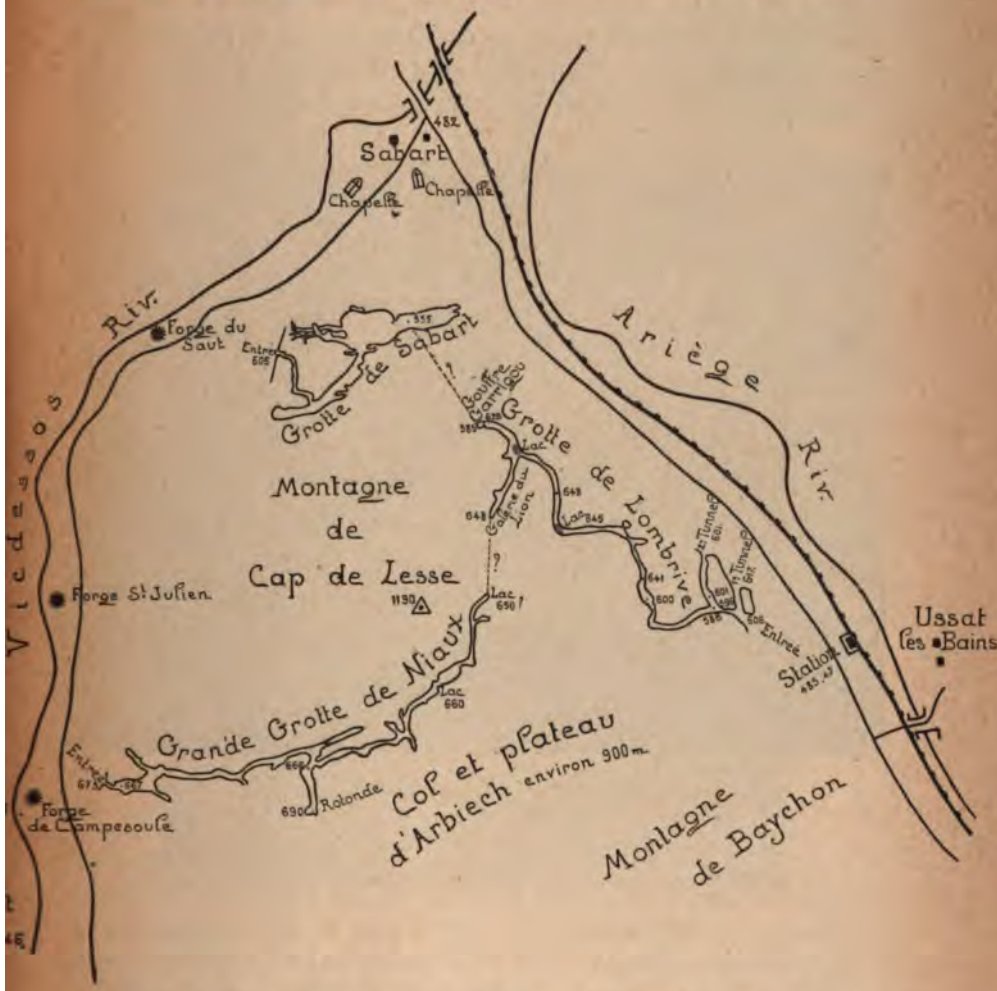


FIG. 1. — Relation des trois grottes de Niaux, Lombrive, Sabart ; — Plan au $\frac{1}{20.000}$

dépôts glaciaires, par dessus lesquels se sont effondrés les éboulis calcaires provenant de la désagrégation des falaises. A travers les alluvions s'injectent en tous sens les eaux minérales provenant sans doute du trias gypseux sous-jacent. La moindre fouille de quelques mètres les découvre en abondance. C'est pour-

quoi jadis les crues de l'Ariège les noyaient et les refroidissaient complètement à travers les interstices des alluvions; aux basses eaux, au contraire, l'arrivée d'eau chaude était réduite; elle n'était normale que pendant les débits moyens de l'Ariège. En 1837, le célèbre ingénieur François sut comprendre que ces oscillations provenaient du jeu des infiltrations de l'Ariège, et il eut l'idée géniale de conseiller et d'exécuter des travaux qui maitnenaient ces infiltrations à un niveau à peu près constant;

Fig. 2. — Entrée principale de Lombrive.

pour cela on utilisa un barrage de l'Ariège (à 2 kilomètres en amont d'Ussat) qui servit à alimenter un *béal* ou canal établi entre la rive droite de l'Ariège et le pied de la montagne où se trouvaient les captages; les infiltrations de ce béal, situé 2 mètres plus haut que le torrent, établirent dans les alluvions perméables une pression hydraulique qui, des deux parts, refoulait l'Ariège vers son lit et les eaux thermales vers les captages de l'établissement. Ainsi fut réalisée la séparation d'équilibre hydrostatique nécessaire pour le fonctionnement de la *muraille d'eau intermédiaire* constituée par le béal. On put alors exécuter, dans la roche en place, de nouvelles galeries de recherches des eaux

chaudes et les utiliser à une température de 33° à 40° (800.000 litres par jour). Mais des travaux ultérieurs malencontreux ont détruit l'heureux équilibre obtenu (1) et la station d'Ussat a périclité.

Fig. 3. — Entrées de Lombrive, vues d'Ussat.

Sur la rive gauche, juste en amont du pont, une source tempérée à 22° C., jaillit entre deux pierres dans l'eau même de l'Ariège, qui est à 10°5 (altitude 482 mètres) (2), le 8 juillet 1907.

Du même côté, dans un jardin, derrière la poste, une source (à 487 mètres) marque 10°7 au pied même de la falaise; elle serait

(1) V. Garrigou, *Gazette des Eaux*, 4 et 11 février 1904 et *Ressources industrielles de l'Ariège*, Toulouse, 1906.

(2) Repérée sur la gare d'Ussat, 485m47.

cependant sans relation avec l'Ariège, car leurs troubles ne concordent pas; en amont encore, deux autres sorties sont à sec le 8 juillet 1907; au printemps, elles donnent beaucoup d'eau, de même que plusieurs autres qui les avoisinent. Le tout est au pied de la montagne de Baychon, provient sans doute de ses infiltrations et marquerait, selon les renseignements recueillis, une tendance accentuée vers l'épuisement.

Or, selon le Dr F. Garrigou, les sources thermales d'Ussat « naissent sur le passage de l'une des fractures, qui ont largement faillé la masse calcaire et ont donné en partie sa direction à la grotte (1) » de Lombrive.

En amont de Niaux, aussi, à Capoulet, la source minérale de Saint-Pandelen est analogue à celle d'Ussat, mais à 16°9 seulement. Par conséquent, un rapport ancien ou actuel entre les absorptions dans les calcaires d'alentour et les sources thermales de la région peut être considéré comme certain. Mais il ne m'appartient pas d'insister davantage sur ce sujet.

Venons aux rectifications et additions que comportent les précédentes études sur Lombrive, Niaux, Sabart.

I. — LOMBRIVE

En dessous des orifices de la grotte de Lombrive ou des Echelles, un immense éboulis, descendant en blocs énormes jusqu'au fond de la vallée (sur 125 mètres de hauteur), a certainement pour origine l'arrachement de la falaise sous la pression des eaux internes. C'est une analogie absolue avec ce que nous montrent les sorties de rivières souterraines actuelles de Vaucluse, du Guiers-Vif (Isère), de la Balme (Isère), de la Sorgues (Aveyron), etc., etc. Mais cet éboulis s'est accru aussi des produits de la dégradation atmosphérique des hautes falaises, qui se poursuit encore (pluies, gelées, action de la végétation).

Juste à l'aval d'Ussat et de la caverne, on distingue encore nettement d'autres arrachements d'une grande barre calcaire (urgo-aptien), qui jadis devait fermer la vallée, comme celle que

(1) Grotte des Échelles (Congrès de Pamiers, mai 1884).

j'ai trouvée en 1905, au fond du grand cañon du Verdon. Les grottes peu profondes, qu'on y voit encore, sont les témoins des cavités qui, jadis, ont concouru à la sape, à l'affaiblissement de cette barre, et qui ont facilité à l'Ariège son œuvre de déblaiement complet.

Fig. 4. — Grottes de la barre calcaire sur la rive droite.

Le seuil de la Grotte de Lombrive est à 606 mètres d'altitude, donc à 120 mètres au-dessus d'Ussat (et non pas à 103 mètres ou 85 mètres comme on l'a imprimé.)

Un premier tunnel, long de 50 mètres et renfermant des blocs de granit, a son orifice d'aval à l'extérieur de la barre et son orifice d'amont à l'intérieur, par rapport à la grotte principale. Et cette disposition explique très clairement qu'avant la dis-

parition de la barre, le courant souterrain de Lombrive se déversait par là au dehors, sans doute avec des dérivations, des saignées vers l'Ariège à l'Est et au Nord.

Quand l'Ariège eut suffisamment approfondi son lit et abaissé le seuil de la barre, il se mit en devoir de capturer le courant sou-

Fig. 5. — L'Ariège vu du premier tunnel.

terrain de Lombrive. Le premier tunnel, dont l'issue Nord est à 617 mètres, fut délaissé et demeure un témoin intact de ce travail; le seuil (à 606 mètres), qui est commun au tunnel et à la grande grotte, marque un premier cran d'abaissement des eaux; la seconde grotte-tunnel, ou galerie de la Mamelle, ou galerie Blanche, longue de 220 mètres et parallèle au premier tunnel en marque un autre à 598 mètres environ; on y voit aussi des blocs

de granit; enfin, l'entonnoir profond, creusé à environ 586 mètres, qui précède le vestibule principal fut le dernier de ces crans de descente (1). Il cessa de fonctionner quand le grand puits du fond de la grotte (v. ci-après) conduisit le torrent ailleurs. Noulet y a bien noté la présence de blocs de granit également. A voir les proportions de ces cavités, et en songeant à la mise en charge que l'eau réalisait en amont, dans la grande salle des Echelles on s'explique sans peine qu'un beau jour la paroi séparant la caverne de la vallée se trouva trop mince et ait éclaté sous une pression hydrostatique de plusieurs atmosphères. J'ai expliqué ce mode d'ouverture des grands orifices de cavernes à propos de la Balme, assez en détail pour n'y plus revenir (2).

J'ai relevé au baromètre (c'est-à-dire avec une approximation de 2 à 3 mètres) les altitudes internes de la caverne, très instructives pour l'évolution de son creusement : son entrée proprement dite (en amont du carrefour de la galerie de la Mamelle ou galerie blanche) est à 598 mètres, comme l'entrée et la sortie du tunnel de la Mamelle qui fut (on vient de le voir) le 3e et avant-dernier soutirage vers l'Ariège (3). La galerie coudée des Choux-fleurs (haute de deux à trois mètres seulement) demeure horizontale jusqu'au rétrécissement considérable du tunnel ou *passage du Crime* (4). Noulet y avait bien vu (mais sans en deviner l'importance) la fente de la voûte directrice du creusement.

Ce passage si bas fut précisément, dans une assise de roche plus compacte ou moins fissurée, la vanne fixe qui accumula les eaux à l'amont et constitua un de ces siphonnements, dont on a si longtemps (et particulièrement M. Marty) (5) méconnu le rôle capital, mis en lumière par toutes mes recherches souterraines.

C'est par là que l'on débouche dans la grande salle qui est à environ 598 à 600 mètres d'altitude; sa voûte dépasse 50 mètres de

(1) On suivra mon texte sur le plan de M. Molard, publié au N° 53 et qui m'évitera de longues descriptions.

(2) *Mémoires de Spéléologie*, n° 19 (avril 1899) et la *Spéléologie* (1900), p. 76.

(3) La coloration rose et noire des parois du premier tunnel n'est nullement, comme on l'a suggéré, un effet de calcination provenant des foyers préhistoriques. C'est tout simplement la teinte résultant des exsudations de l'oxyde de fer et de manganèse comme sur toutes les grandes falaises calcaires verticales (gorges du Verdon, du Tarn, etc).

(4) Les récits des crimes commis par les brigands de Lombrive, et de leurs batailles avec les troupes régulières en 1802 paraissent apocryphes. Le passage étroit a été élargi.

(5) *La grotte de Lombrive*, in-8°. Toulouse, 1887.

hauteur. Au fond, la paroi abrupte a plusieurs ressauts successifs; on l'escaladait jadis au moyen de cinq échelles de bois (d'où le nom de grotte des Échelles), aujourd'hui remplacées par des escaliers dans le roc. L'élévation totale est de 45 mètres (1), ce qui mène à 643 mètres. Les escaliers commencent à 608 mètres

Fig. 6. — Galerie du Saule Pleureur.

et la passerelle de bois qui franchit une cassure est à 631 mètres, aux trois quarts de l'élévation (2).

(1) Les 65 mètres donnés par M. Marty sont donc exagérés.

(2) Longtemps on lui a attribué 224 pieds (73 mètres) sur la foi de la description romantique de Marcorelle, *grotte de Lombrives, Bédeillac*, etc. Acad. des sc. 1773, p. 570. Marty donne 63 m, ce qui fait 20 de trop. Plus exactement Noulet avait évalué à 45 mèt. au minimum; Garrigou à 45 ou 50 m (il croyait à 100 mèt. en 1865).

Sur toute cette hauteur s'écroulait jadis une puissante cascade souterraine. La similitude est absolue avec la *Böse Wand* (Mauvaise muraille) haute de 52 mètres de l'immense caverne du Höll Loch en Suisse (1) (9 kilomètres explorés). Absolue aussi avec la grotte des Eaux chaudes (v. ci-après) où une cataracte

FIG. 7. — Saule Pleureur et gours.

pareille (mais de 20 mètres de hauteur seulement) se précipite encore de nos jours.

Dans la grande salle, Noulet avait pris les cuvettes en tuf du sol pour « des dépressions ayant cédé à l'action dissolvante

(1) V. ma *Spéléologie au 20e siècle*, p. 359; *Spelunca*, nos 42-43.

des eaux qui coulent du haut de la voûte (1) ». On sait comment les types analogues, en cours de formation dans la rivière souterraine de Padirac (2), m'ont permis d'expliquer que ces gours ou barrages de stalagmite sont au contraire dus aux oscillations de niveau d'eaux légèrement courantes, en voie de décroissement, et très calcarifères sur un sol inégal (3).

Sous le tuf des cuvettes, Noulet puis M. Marty ont récolté, dans le sable gris à grains fins, des os de bœuf ordinaire, de cerf commun, de moutons, porcs et chiens domestiques et des tessons de poterie. Dans la grotte de la Mamelle, Noulet a recueilli des ossements humains, fragments de poterie et haches polies en roches dures et animaux domestiques.

En haut de l'ancienne cascade s'ouvre un couloir rempli de galets et roches granitiques (un bloc est très curieusement suspendu), qui débouche dans la salle du Cimetière, à 645 mètres (nombreux ossements découverts par MM. Adolphe Garrigou 1822, Noulet 1826, Rames, Filhol, Garrigou 1862, H. Filhol fils, l'abbé Pouech, M. Marty, F. Regnault, etc.; bien que *sous* les stalagmites, on les rapporte à l'âge du bronze). On reste à ce niveau sur tout le parcours des corridors (pleins de sable) du Saule Pleureur, du confessionnal, des Éléphants, du Mortier, du premier lac (T. 10° C.) pour monter de 3 mètres au seuil du Calvaire ou des Salines (648 mètres), à partir duquel on redescend (blocs de granit et galets cristallins) de 8 mètres environ jusqu'au 2e lac (640 mètres) (T. 10° C.).

Le seuil du Calvaire (sommet des gours) est le haut d'un siphon normal qui a joué un rôle capital. Au second lac (grande salle) en effet, il y a bifurcation; à gauche (Sud), la galerie du Lion ou de Marbre monte irrégulièrement jusqu'à 648 mètres, à la même hauteur que le seuil du Calvaire; au fond elle est bouchée

(1) La Marmora avait donné une explication du même genre, mais sous toutes réserves d'ailleurs, des bénitiers du grand tunnel de Domus Novas en Sardaigne près Iglésias (*Voyage en Sardaigne*, 3e partie, t. I, p. 38-46. Turin-Paris, 1857). Les cuvettes ou gours existent d'ailleurs dans toutes les grottes où ont jadis circulé des cours d'eau.

(2) Nous en avons retrouvé d'autres remarquables exemples dans les Pyrénées mêmes, en 1908.

(3) V. la *Spéléologie* 1900, p. 105. Sur Lombrive consulter GARRIGOU. *Histoire et description de la grotte de Lombrive*. Toulouse 1862. *Grotte des Echelles ou de Lombrive*. Congrès d'archéologie de Pamiers. 1884.

J. B. NOULET. Étude de *L'Ombrive*. Archives du musée d'hist. nat. de Toulouse, 4e fascic. in-4°. Toulouse, 1882.

par des amas de sable qui tapissent d'ailleurs tout son sol. M. Marty dit qu'en mars-avril, il y avait jusqu'à deux mètres d'eau; c'est fort possible; le polissage admirable de ses assises de marbre rouge confirme, avec ce sable, le rôle d'ancienne conduite forcée, à très haute pression, joué par la galerie du Lion. Nous

Fig. 8. — Gours du Calvaire.

verrons tout à l'heure comment les levers topographiques du commandant Molard et mes propres cotes démontrent irréfutablement que le courant excavateur de Lombrive arrivait de la grotte de Niaux dans la galerie du Lion; cela résout l'énigme de Lombrive posée par Garrigou, qui (1865) reconnut l'analogie des sables et galets mêlés de Lombrive avec ceux des alluvions anciennes du Vicdessos et par Noulet, disant en 1882: « Actuellement

on ne connaît pas d'issue faisant communiquer directement la région haute de Lombrive avec l'extérieur, mais il a dû en être autrement dans les temps antérieurs, à en juger par les matériaux de remplissage qu'on y observe (1) », « sable du Lion pareil à celui de la grande salle; poudingue de cailloux granitiques au bord du grand gouffre, etc. »

Au-delà du deuxième lac, la grande galerie de Lombrive continue à descendre, d'abord vers un premier entonnoir dont l'orifice est à 635 mètres et qui est bouché (le trop plein du lac s'y déverse après les grandes pluies selon Noulet et Marty), ensuite vers le grand gouffre, si difficile à atteindre à cause des éboulis très dangereux qui en défendent les abords, et dans lequel M. Marty a raconté une émouvante descente de 43 mètres en nacelle avec 3 personnes (1er octobre 1884); il aurait trouvé au fond « quelques blocs de pierre... le sol incliné vers le Nord... et du sable fin qui sert de filtre à l'eau qui débouche au dessous. » En 1884, M. Garrigou (Congrès de Pamiers) a dit : « la galerie de droite se termine par un gouffre à pic, des cordes sont nécessaires pour en atteindre le sol. C'est sans doute un point de communication avec la grande grotte de Niaux. »

En fait il y a là une impossibilité matérielle; comme l'orifice du gouffre est à environ 625 mètres d'altitude (sous une voûte de 30 mètres de haut selon Marty) et comme M. Molard a vérifié que sa profondeur est bien d'une quarantaine de mètres, il ne peut pas communiquer avec Niaux, qui se trouve bien plus haut et d'ailleurs dans la direction opposée.

C'est plutôt avec la grotte de Sabart qu'était en rapport le grand gouffre de Lombrive. Noulet avait bien vu (1882) que la direction moyenne était S.-E.-N.-O. parallèle à l'Ariège et vers Sabart, et Garrigou (dès 1865) envisageait lui-même cette possibilité.

L'orifice du grand puits de Lombrive étant, je le répète, à environ 625 mètres (sauf erreur barométrique de détail) toute la genèse de la caverne, toute l'histoire de son creusement hydraulique (aux dépens des fissures préexistantes bien entendu) s'éclaire subitement aux lumières de l'altimétrie, alors que,

(1) Toute la coupe longitudinale du plan de M. Marty est fausse, et si fantaisiste que le fond du grand puits est figuré au-dessus du niveau de l'entrée ; son texte (p. 90) donne au point culminant 239 mèt. au-dessus de l'Ariège au lieu de 164 m. environ et au point le plus bas 107 m. au-dessus de l'Ariège, ce qui est plus exact.

jusqu'ici, personne n'avait pu rien y reconnaître et que, lors de ma première visite en 1896, je n'avais, faute de cotes exactes, formulé que d'une façon très générale l'opinion « que les immenses salles de cette caverne... représentent tout simplement les anciens réservoirs d'une résurgence depuis longtemps disparue... et qu'il y aurait lieu de rechercher les anciens points d'absorption des eaux extérieures ». (Congrès des Sociétés savantes de 1904.).

Fig. 9. — Premier lac, vue aval.

Mes constatations de 1907 à Lombrive, Niaux et Sabart aboutissent maintenant aux conclusions suivantes, formelles et définitives :

Les masses d'eaux engouffrées (dans des conditions sur lesquelles je reviendrai tout à l'heure) dans la grotte de Niaux (altitude de l'entrée 673 mètres) ont frayé leur voie souterraine par cette caverne dans la direction de l'Ariège (au N.-E.); au fond (altitude 660 à 650 mètres) elles ont rencontré un massif rocheux et plus compact où elles ont dû siphonner en conduite forcée, pour retrouver une issue dans la galerie du Lion (ou de Marbre, de section d'ailleurs plus restreinte, comme pratiqué

dans un marbre fort dur); actuellement, entre les deux cavernes, le siphonnement est impénétrable, soit à cause de son étroitesse, soit à cause des amas de sables et galets qui l'ont bouché, *mais son existence est sûre*; et des travaux de déblaiement le feraient découvrir à grand prix d'or et avec le seul hasard pour guide. La distance, entre les deux points extrêmes de Niaux et de la galerie du Lion, serait de 200 mètres environ, d'après les remarquables levers du commandant Molard reportés sur la carte (fig. 1).

Fig. 10. — Premier lac. Vue amont.

Au débouché du couloir du Lion, le torrent souterrain venant de Niaux sous deux atmosphères au moins de pression (1), trouva des calcaires moins résistants et plus fissurés et, cela dans deux directions : Au Sud-Est vers Ussat et la vallée de l'Ariège, au Nord-Ouest vers Sabart.

Il est évident qu'il commença par le Sud-Est, quoiqu'on remonte,

(1) Ce qui explique la *chasse*, l'expulsion des gros blocs de granit hors de cette galerie, contrairement à l'avis de Noulet, selon lequel « les blocs et cailloux granitiques de moins en moins volumineux » quand on remonte la galerie du Lion, « témoignent du ralentissement des efforts du courant qui les y entraîna. »

quoiqu'il y ait siphonnement normal du deuxième lac au seuil du Calvaire; car au-delà reprend la descente, avec la chute formidable de 43 mètres à la grande cascade des Échelles, peut-être en profitant d'une faille, en tout cas d'une grande fissure qui fut agrandie, érodée, parce que là encore un banc plus dur provoqua un nouveau rétrécissement, un autre siphon, précédé d'une colossale mise en charge au passage du Crime. Pour la sortie, la résurgence à l'Ariège, j'ai dit (v. plus haut) comment elle

Fig. 11. — Galerie du Lion.

s'abaissa progressivement en quatre crans de descente (premier tunnel 617 mètres, seuil général 606, Mamelle 598, le seuil 586) au fur et à mesure de l'approfondissement du thalweg de l'Ariège et de la destruction de la barre calcaire d'Ussat. Il est fort possible que l'Ariège lui-même ait concouru au creusement du premier tunnel et des Mamelles; alors le courant venant de la galerie du Lion et des Échelles aurait été son affluent, vers l'entrée actuelle de la grotte de Lombrive : cela achèverait d'expliquer pourquoi cette entrée est si formidablement disloquée, sous l'effort combiné de deux puissants flux souterrains convergents.

En même temps, dans la direction Nord-Ouest, le flot venu du couloir du Lion affouillait et excavait peu à peu la roche pour former, grâce à des cassures, la grande galerie du gouffre; galerie, dont les cahots rocheux si difficiles et si dangereux à parcourir, amas de ruines croulantes qui rendent très périlleuse la visite de l'abîme, attestent avec quelle rage l'érosion souterraine exerçait sa puissance. Un jour vint où, de fissure en fissure et de décollement en décollement, le courant finit par installer un tourbillonnement dans la crevasse destinée à devenir le grand puits. Ce fut quand l'approfondissement de l'Ariège *(ou de la rivière de Vicdessos)* à la pointe Nord du massif du Cap de Lesse eut atteint un niveau inférieur à 580 mètres environ (625, orifice du gouffre, moins les 40 à 45 de sa profondeur). Remarquons que ce niveau est précisément celui de l'entonnoir du seuil de Lombrive au-dessus d'Ussat, et que le fond de la grotte de Sabart est encore plus bas (555 mètres) : cela nous affirme que, en raison du seuil siphonnant du Calvaire, l'exutoire du Sud-Ouest dut être délaissé progressivement au profit de celui du Nord-Est, à mesure que les vallées extérieures s'approfondissaient, que leur appel draineur devenait plus énergique et que le pouvoir absorbant du gouffre s'accroissait en même temps que ses dimensions. Et tout cela, à partir du moment où l'Ariège et Vicdessos coulaient encore au village de Sabart (altitude actuelle, 480 mètres) cent mètres plus haut que de nos jours.

De telle sorte qu'en somme, à Lombrive, le courant creuseur est venu du Sud-Ouest (galerie du Lion), s'est écoulé d'abord par le Sud-Est (grande galerie des Echelles) et a fini par être capturé par le Nord-Ouest (galerie du Gouffre). (V. fig. 12).

Quant aux galeries secondaires, latérales et supérieures, explorées avec tant de soin et de peine par M. Marty sans y trouver aucune issue vers l'extérieur, elles ne sont que les aboutissants (obstrués par les stalagmites ou autres matériaux de remplissage) de points d'absorption accessoires (cheminées ou grottes) du plateau d'Albiès (ou Arbiech); c'étaient les affluents du courant principal souterrain, qu'elles renforçaient de leurs masses d'eau et de leur pression. Antérieurement même elles ont pu être les premiers points d'absorption (préparant la grotte) de courants fort antiques, (tertiaires sans doute) circulant au-dessus de 800 mètres d'altitude.

Telle est la réelle histoire hydrologique de la grotte de Lom-

FIG. 12. — Coupe des trois Cavernes.

brive : elle rend compte en toute simplicité de la présence des blocs et sables granitiques si abondants aux galeries de Niaux et de Lombrive; provenant des massifs cristallins des vallées de Siguer et de Vicdessos, roulés par le torrent externe qu'avait capté la grotte de Niaux (et sans doute aussi des abîmes antérieurs plus élevés), ils furent, sous terre, réduits en amas de graviers déposés sur les corniches ou coincés dans les fissures; il est fort possible qu'ils aient contribué à obstruer le siphon d'entre Niaux et Lombrive, et même qu'ils remplissent le fond (qui serait alors impénétrable) du grand gouffre.

La longueur totale des diverses galeries et salles de la caverne (1) estimée jadis à 4 kilomètres atteindrait (toutes ramifications comprises) 3 340 mètres. dont pour la grande galerie, les Mamelles, et le Lion seulement, 2 600 mètres d'après le plan de M. J. Marty (2). M. Garrigou a réduit à 1 600 mètres ou 1 700 mètres, M. Noulet à 1 500 mètres, M. Molard à 1 675 mètres.

Il y aurait lieu d'examiner, à propos des sables et blocs granitiques de Lombrive et Niaux, la question si complexe des rapports entre les anciens glaciers pyrénéens et le creusement des grottes et vallées; les environs de Tarascon-sur-Ariège sont particulièrement instructifs à ce point de vue. Mais le sujet, des plus obscurs encore, m'entraînerait à des développements excessifs.

Et je me bornerai aux sommaires remarques suivantes : MM. Garrigou (3) et Trutat (*C. r. Ac. sc.*, 28 déc. 1885) ont supposé que les cavernes de la vallée de l'Ariège (Lombrive, Pradières, Bouichéta, Bédeillac, etc.), ont été occupées et bouchées par les glaces, puis rendues libres par l'occupation humaine, au fur et à mesure que le niveau du glacier baissait.

Pour faire admettre ces propositions il faudrait prouver :

(1) D'après le Dr Guitard (*Souvenirs d'Ussat*, 1865, chapitre IV, p. 58) le nom de Lombrive dériverait du dieu Ibérien Il-Humber auquel la caverne était dédiée. Suivant le Dr Noulet (1882, *Etude sur Lombrive*) ce mot dérive du patois *ombrious* (ombreux).

(2) Dont l'échelle est mal notée, 0m. 002 par mèt.(soit 2 millim. pour 1 mèt. ou 1/500e) tandis qu'elle est réellement, de 0m. 0005 par mètre(soit 1 /2 mill par mèt. ou 1/2000e.

(3) *Grotte des Echelles et de Lombrive*, Congrès d'Archéologie de Pamiers, année 1884.

Inauguration du musée de l'Ariège, 1883.

Age de la pierre polie dans les cavernes des Pyrénées ariégeoises, 1866.

Bull. Soc. géologique, 1er avril 1867.

1° Que le glacier de l'Ariège a bien existé dans ces parages, au-dessous de 600 à 700 mètres d'altitude;

2° Que ses soi-disant traces (blocs et stries) ne sont pas simplement les effets de l'érosion torrentielle;

3° Que les grottes en question, creusées avant le glacier, *ont pu être envahies par lui*;

4° Que les marques et dépôts prétendus glaciaires de l'intérieur de ces cavernes ne sont pas dus en réalité aux eaux ordi-

Fig. 13. — Galerie du Lion.

naires d'infiltration. M. Garrigou a déclaré lui-même que les blocs de granit et les cailloux roulés de la grande grotte de Lombrive ont pu arriver comme *éléments diluviens*, par une ouverture supérieure communiquant avec la petite vallée ou seuil d'Albiès (ou Arbièch);

5° Et surtout que les vallées étaient déjà creusées aux niveaux de Niaux, Lombrive, Bédeillac (600 à 700 mètres). Or, tout cela n'est guère admissible.

En effet, l'hypothèse du creusement des vallées par la glace même apparaît de plus en plus comme mal fondée. MM. Penck,

Bruckner, Obermaier et leur école allemande de la force érosive des glaciers perdent quotidiennement du terrain dans la propagande de cette théorie.

Spécialement, pour le premier tunnel de Lombrive, où M. Trutat a cru relever les traces du passage d'un bras du glacier de l'Ariège, les petites dépressions spatulées en cupules que cet observateur a prises pour des coups de gouge de la glace en mouvement ne sont pas autre chose que des empreintes de corrosion chimique;

Fig. 14. —Premier entonnoir du fond de Lombrive.

elles ressemblent exactement à celles qui sont plus abondantes, et mieux marquées encore, aux Pertes du Pré au Tonneau et du Nou Moulin à Rochefort (Belgique) dans un calcaire beaucoup plus dur. Ici, comme à Lombrive, elles se présentent de très caractéristiques manières en « cavités arrondies, d'un centimètre en moyenne de profondeur, et de diamètre variable, séparées par leurs arêtes respectives de contact, à la façon des alvéoles d'une ruche alignées et allongées » (1).

(1) Van den Broeck, Martel et Rahir, *Cavernes et Rivières souterraines de Belgique*, p. 16 et 25-27 (sous presse).

Il est vrai qu'à l'époque où M. Trutat a émis son hypothèse, l'étude physique des cavernes était, en fait, inexistante et qu'en conséquence son erreur est des plus excusables.

On ignorait notamment que, dans toutes les glacières naturelles ou puits à neiges (Jura, Alpes, Pyrénées, Karst, Tatras, Caucase), mieux étudiées depuis vingt ans, la glace ou le névé souterrain *n'adhère jamais aux parois de la cavité*, qui les a recueillis. Toujours ils en sont séparés par un vide de fusion *de plusieurs centimètres de largeur*. Partout j'ai constaté que, dans ces glacières, c'est la neige d'hiver qui s'accumule et qu'en été la chaleur propre de la roche la fait fondre, parfois jusqu'à sa disparition complète à la fin de l'automne. C'est le contraire de ce que l'on prétendait jadis. Il en résulte formellement que, sous terre, ce ne peut pas être la glace qui use la roche, mais que, bien à l'opposé, la roche fait fondre la glace par l'effet naturel de la géothermique ou température interne du sol.

Le contact n'est jamais assez intime pour que la glace elle-même érode la pierre, surtout quand elle est enveloppée de toutes parts dans le fourreau d'une caverne, qui fait rayonner la température endogène.

Il n'est donc plus discutable que, pour le transport et le polissage des graviers et blocs granitiques des grottes ariégeoises, on ne saurait invoquer en aucune manière l'action directe et immédiate du glacier; elle ne peut être que complètement indirecte, par le fait des eaux torrentielles provenant de la fusion des glaciers situés au voisinage ou en amont.

II. — NIAUX

Pour la grotte de Niaux, appelée aussi du Turc ou de la Calbière, voici les résultats de mon étude altimétrique (1) (9 juillet 1907).

L'usine de Campescale (Campesoule de la carte) est à 541 mètres (2). L'orifice de la grotte s'ouvre à 672 mètres (3); une

(1) Repérée comme pour Lombrive sur la gare d'Ussat 485-47.

(2) Ce qui concorde bien avec la cote 546 placée à 450 mèt. en amont sur le bord gauche du torrent de Vicdessos.

(3) M. Molard aurait trouvé 668 d'après la réduction de son plan publiée par MM. Cartailhac et Breuil (*Anthropologie*, janvier 1908, p. 16 et 28).

descente de 5 mètres mène à la salle de l'Ours, 667 mètres; puis le niveau moyen de la caverne va de 667 mètres (à une vasque d'eau à 10°7 C) et 663 mètres (au pied de la grande galerie de droite dont le sol monte en pente) jusqu'à 690 mètres, au point où se trouve la rotonde aux gravures.

La suite du grand corridor principal est à 660 mètres au premier petit lac, que je n'ai pu dépasser à cause de sa hauteur d'eau; cette eau était d'ailleurs à 11° 5 C, parce que les infiltrations estivales du dehors y arrivent sans doute plus facilement, par une fissure plus directe, qu'aux lacs de Lombrive.

Fig. 15. — Niaux. — Grande galerie.

De même le petit lac de la galerie des Fées, à gauche, près de l'entrée, était à 11° parce que ce couloir est à proximité de l'extérieur; en été, MM. Molard y ont même trouvé 18°, grâce à l'influence de l'air chaud du dehors. La longueur développée sur le plan de MM. Molard est de 2 250 mètres (dont 1 450 pour la galerie principale et 800 pour les couloirs latéraux).

Pour le fond de la grande galerie, MM. Molard n'ont pu me dire l'altitude de l'amas boueux (lac d'Argile) qui les arrêta devant la roche plongeante, parce qu'ils n'ont pu y porter le baromètre (1). Mais cette altitude n'est que de quelques mètres

(1) J'ignore sur quelle donnée MM. Cartailhac et Breuil ont établi le chiffre de 640 fourni sur leur esquisse, p. 16 de l'*Anthropologie* de janvier 1908.

inférieure à celle du petit lac, qui est à 12 mètres au-dessus du couloir du Lion, à Lombrive.

Donc, *cette dernière grotte est tout entière creusée à un niveau inférieur à celle de Niaux*, qui lui a envoyé toutes ses eaux à travers l'étranglement aujourd'hui obstrué; un pan de roche

FIG. 16. — NIAUX. — Lac des Fées.

plus dure (et c'est précisément le caractère du marbre rouge du couloir du Lion) et moins fracturée, dans l'intérieur de la montagne, a provoqué le phénomène et l'évidement de Niaux, à grande échelle. Le bras de la Rotonde (comme celui des Fées) est un ancien affluent amenant des infiltrations supérieures; peut-être même le point d'entrée originaire des eaux engouffrées sur l'Arbiech.

Car les étapes du creusement extérieur et des infiltrations, les crans de descente du torrent de Vicdessos sont frappants sur le terrain aux environs du village de Niaux. On y voit clairement que d'abord le courant a passé très haut par le col élevé (plateau d'Albiès ou Arbiech, vers les 900 mètres) qui sépare Niaux d'Ussat entre le masssif de Baychon (1 417 et 1 275 mètres) au Sud et le Cap de Lesse (1 190 mètres) au Nord; ainsi il rejoignait directement l'Ariège avant son encais-

Fig. 17. — Niaux. — Les Gours.

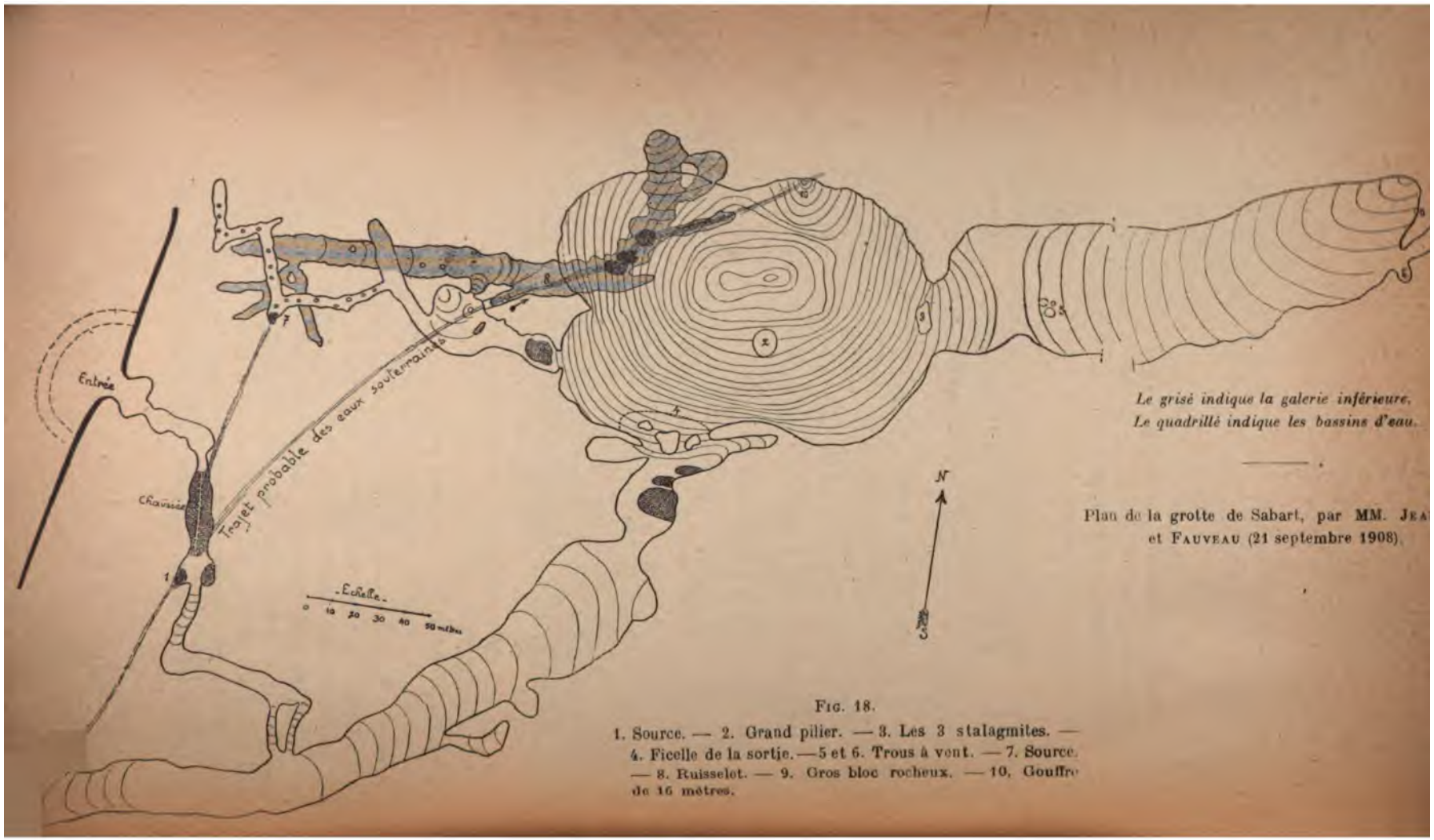
sement actuel. Cela peut être une portion des eaux de ce bras qui, capturée souterrainement par une fissure du Cap de Lesse, a commencé le creusement de Niaux par le bras de la Rotonde, dont la haute voûte semble un abîme oblitéré. Il y a aussi des fissures verticales en plusieurs points des autres voûtes de la grotte. La Rotonde d'ailleurs est remplie d'amas de sables très puissants. Et Noulet a trouvé l'Arbiech couvert de sables et de granits *pareils* à ceux de Lombrive. Et il a particulièrement bien saisi la relation de pénétration entre les deux points, mais sans faire intervenir Niaux, comprenant en outre très bien que Lom-

brive ne fut habitable qu'à la fin des très grandes absorptions, quand la pénétration de l'eau eut été réduite aux infiltrations locales. Garrigou croit aussi à une ouverture supérieure sur l'Albiès. J'ignore si c'est là que se trouvent les deux abîmes du Petit et du Grand Ponsail, signalés par MM. Molard (mémoire 53, p. 2). Le thalweg de Vicdessos s'abaissant, le torrent se fraya une voie par la cluse de Sabart, en rongeant peu à peu la grande barre dont les arrachements subsistent entre Campescale et Sabart; alors s'établit, à 672 mètres, une autre capture par l'entrée actuelle de Niaux (ou plutôt par des orifices voisins, maintenant obstrués) et c'est par là que se continua le creusement de la caverne, le bras de la Rotonde ne fonctionnant probablement plus que comme aqueduc des pluies, demeurant d'ailleurs très abondantes encore. Dès que la barre de Sabart fut suffisamment entamée, la capture inférieure de Niaux se trouva aussi hors de service en tant qu'absorption de rivière, et le creusement extérieur se poursuivit, pour atteindre les 546-482 mètres actuels de Niaux à Sabart. Une preuve de cette attaque combinée des eaux externes contre les flancs et le sous-sol du cap de Lesse est fournie par une grande arche naturelle, visible sur le revers Est de cette montagne. C'est le *témoin* de quelque grotte ou galerie d'eau souterraine incomplètement détruite.

Mais il reste bien entendu que, même après leur abandon par les torrents extérieurs, toutes ces cavités continuèrent à drainer et à écouler souterrainement les grandes précipitations atmosphériques par les anciennes goules et absorptions : elles ne furent réellement hors de service que lorsque s'établit définitivement le régime de la sécheresse relative actuelle. On pense même qu'au début de l'époque dite néolithique, ce fut une recrudescence temporaire d'humidité qui fit émigrer le renne au Nord, qui produisit les tourbières et qui dut ranimer dans les cavernes une circulation souterraine assez forte pour noyer et détruire les espèces réellement pleistocènes. En face de la grotte de Niaux, mais à un niveau inférieur, la grotte de la Vache a été habitée à la fin de l'époque du renne; antérieurement elle aurait été sous la glace, de même que beaucoup d'autres grottes des Pyrénées, si l'on en croit Garrigou, Piette, Cartailhac (1), Boule (2)

(1) « Les glaciers ont couvert toutes les dépressions jusqu'à une hauteur relative de 400 mètres » : (Cartailhac et Breuil, *Niaux*, *l'Anthropologie*, janvier 1908, p. 17).

(2) Garrigou, *Bull. Soc. d'hist. nat. de Toulouse*, 1867. Boule, *Plateau de Lanne-*



Le grisé indique la galerie inférieure.
Le quadrillé indique les bassins d'eau.

Plan de la grotte de Sabart, par MM. JEA
et FAUVEAU (21 septembre 1908).

FIG. 18.

1. Source. — 2. Grand pilier. — 3. Les 3 stalagmites. — 4. Ficelle de la sortie. — 5 et 6. Trous à vent. — 7. Source. — 8. Ruisselet. — 9. Gros bloc rocheux. — 10. Gouffre de 16 mètres.

Tout ce qui précède démontre que cette opinion n'est nullement définitive : car, puisque l'on retrouve les mêmes apports à l'extérieur qu'à l'intérieur des deux grottes, puisque, dans ces grottes ces apports ne peuvent pas être le fait direct des glaciers, — comment peut-on soutenir qu'ils en sont le produit à l'extérieur? Sans développer davantage toutes les réserves que ces faits doivent imposer aux théories glaciaires, je me borne à rappeler combien sont loin de leur solution tous les problèmes relatifs aux rapports réciproques entre le creusement des cavernes et des grottes, les anciens glaciers et les habitats préhistoriques : ce sont des chapitres à peine ouverts où toute conclusion demeure, quant à présent, interdite, et je suis heureux que M. Boule ait déclaré que MM. Cartailhac et Breuil « croient l'âge du renne plus long qu'il n'a été; que cet âge fut géologiquement et paléontologiquement très court; que l'abbé Breuil veut y faire des subdivisions stratigraphiques trop minutieuses, subdivisions que la paléontologie ne saurait établir (1); » enfin que nous sommes encore « très éloignés de l'établissement d'une chronologie archéo-« logique exacte, et qu'il ne faut pas quitter la voie claire et spa-« cieuse où nous sommes guidés par la stratigraphie, la paléon-« tologie et l'archéologie (2), pour revenir en arrière et prendre « des chemins de traverse, tout encombrés de moraines et « d'alluvions, et où les plus savants géographes risquent de « s'égarer ».

Bravo ! on ne saurait mieux dire !

III. — SABART

La grotte de Sabart ou de Pounchut, sur la rive droite du débouché du torrent de Vicdessos, s'ouvre à la pointe Nord-Est de Cap de Lesse, en plein dans les restes de la barre calcaire qui jadis fermait la vallée. Les données altimétriques concordent précieusement avec tout ce que je viens de dire des grottes de Niaux et de Lombrive.

mezan, Bull. serv. carte géolog, nos 43 et 995, p. 7 (453). M. Boule énonce très catégoriquement que l'âge du renne solutréen et magdalénien est partout nettement post-glaciaire (*Anthropologie*, janvier 1908, p. 9 et s). C'est fort exact.

(1) *L'Anthropologie*, 1907, p. 650 et 164.

(2) J'ajouterai l'hydrologie, dont j'espère avoir montré ici le capital concours.

L'orifice actuel est à 605 mètres d'altitude. L'intérieur a été décrit avec un romantisme vraiment trop inexact par M. Marty (1). En compagnie de MM. Molard j'ai constaté (11 juillet 1907) que l'entrée actuelle fut un point d'engouffrement, qui se creusa sous terre en spirale; il a concouru certainement à l'affaiblissement,

Fig. 19. — Plan inachevé du commandant Molard (1907). Galeries supérieure et inférieure; celle-ci est plus rapprochée de l'extérieur que sur la fig. 18.

et par suite à la rupture, de la barre calcaire de la sortie du Vi-
dessos; sous terre il a dû confluer pendant un certain temps ave
les eaux venant du grand gouffre de Lombrive. Une descen
parmi des éboulis colossaux, où l'on remarque les incurvatio
et les redressements les plus curieux des couches calcaires (ac

(1) *Quinze jours à Uzsat-les-Bains*, in-8°. Toulouse, 1887.

dents de tectonique scrupuleusement utilisés par les eaux souterraines), s'abaisse d'environ 50 mètres (150 selon Marty, ce qui aurait mené 25 mètres plus bas que l'Ariège), pour atteindre le fond de la plus grande salle à 555 mètres d'altitude. Comme

FIG. 20, — SABART. — Les trois colonnes.

celle de Dargilan (Lozère) elle a été produite par un effondrement de voûte dû à un décollement des strates; le pendage accentué des joints de stratification a donné à sa section une forme oblique tout à fait analogue au Grand Dôme de Han-sur-Lesse. Il y a trois belles colonnes de stalagmites au pied de l'immense pente d'éboulis (35 à 40 mètres de descente à 40°) qui permet

d'accéder à cette salle par en haut. Un étage inférieur témoigne de l'approfondissement et des crans de descente *intérieurs*, de plus en plus étroits, selon la loi commune à toutes les cavernes à plusieurs étages; le ruisselet qu'on y trouve n'est plus que le produit des infiltrations locales. Le gouffre de 16 mètres de profondeur reconnu par MM. Jeannel et Fauveau à l'angle Nord de la grande salle (et que je n'avais point vu) conduit certainement aussi à cet étage inférieur. En somme, le fond de Sabart est à 70-75 mètres au-dessus du cours actuel du Vicdessos et de l'Ariège, et à 25-30 mètres au-dessous du fond présumé du grand gouffre terminal de Lombrive. La distance à vol d'oiseau est d'environ 300 mètres. Quant aux trous à vent dans le plafond trouvés par MM. Jeannel et Fauveau tout à l'extrémité de Sabart, ils doivent voisiner avec le flanc gauche du thalweg de l'Ariège.

La présence de *blocs de granit* achève de *prouver* la relation supposée jusqu'ici. Il reste à rechercher la communication, obstruée, entre Sabart et Lombrive, et l'ancienne sortie, aujourd'hui hors de service, qui, jadis, faisait sourdre à la pointe du Cap de Selle (plus bas que 555 mètres) les eaux de l'artère ci-devant unique (et maintenant en trois tronçons) de Niaux, Lombrive, Sabart. La solidarité hydraulique des trois grandes cavernes est absolument démontrée; il suffit de jeter un coup d'œil sur la carte (p. 5) établissant leur situation relative, sur la coupe synthétique que j'ai dressée (fig. 12) et sur le tableau de rappel de leurs altitudes (1).

Niaux	Entrée extérieure.....	672 mètres.
	Premier petit lac.....	660.
Lombrive	Galerie du Lion.....	648.
	Grand Gouffre.....	625.
	Fond	585 à 580.
Sabart	Entrée.....	605.
	Fond	555.

La température de la grotte de Sabart est de 10° pour l'air de la grande salle et de 10°3 pour les flaques d'eau.

Le groupe des grottes de Bédeillac-Soudour fournit des renseignements analogues.

(1) M. Garrigou, de Toulouse, m'a informé au début d'octobre 1907 que M. Molard avait rencontré un cours d'eau dans la grotte de Sacany de Tarascon, en face de celle de Sabart. Le gouffre de Patriquet, sur le Pech, au-dessus et à l'est de Foix, serait, selon le Dr Dunac, un cimetière de brebis et de chiens. Il débuterait par un à-pic de 10 mètres et se continuerait par un plan incliné de 50 mètres.

IV. — GROTTE DE BÉDEILLAC (BEDAILHAC).

A l'Ouest de Tarascon-sur-Ariège, la montagne calcaire crétacé de Soudour ou Sédour, 1067 mètres, possède sur ses arêtes Nord-Ouest trois cavernes superposées; la plus basse, dite la Grande Grotte ou Grotte de Bédeillac, est remplie de fort belles concrétions.

Fig. 21. — Carte de Bédeillac, $\frac{1}{50.000}$

Son entrée, dont les dimensions ont été fort exagérées par M. Marty, qui lui a donné 70 mètres de hauteur sur 20 de largeur (1), mesure réellement environ 30 mètres de largeur et 15 à 20 mètres de hauteur et est située à 690 mètres d'altitude (Bédeillac à 638 mètres). On attribue à la caverne 840 mètres de longueur, ce qui me paraît excessif; on y a découvert des foyers, des armes, et des outils de la pierre polie (2).

(1) V. G. Marty, *Quinze jours à Ussat-les-Bains*, in-8°, Toulouse, 1887.
Plus exactement Marcorelle indique 109 pieds de largeur et 52 de hauteur (35 et 17 mèt.).

(2) Garrigou et Filhol, *Age de la pierre polie dans les cavernes des Pyrénées Ariégeoises*. Paris et Toulouse, in-4° sans date (1866) donnent jusqu'à 30 mètres de hauteur aux voûtes de Bédeillac, ce qui est considérablement exagéré.

Le seuil même de l'entrée (magnifique) est en fond de bateau, 690 mètres au point le plus creux, 697 mètres sur les côtés. En y pénétrant, on monte peu à peu sur des éboulis et des remplissages jusque vers 705 mètres, près du fond, pour redescendre assez brusquement à 692 mètres (jusqu'au niveau de l'entrée) le long d'une pente d'argile qui vient se coller contre la roche plongeante et arrêter le parcours. Sur ce dernier amoncellement d'argile serpente le lit (large et profond d'un mètre) très moderne creusé par les infiltrations actuelles. Dans sa relation de 1773, Marcorelle dit que le ruisseau y coule clair et limpide et serpente au fond. Il est évident qu'une puissante rivière a creusé ce grandiose conduit, qui dépasse par places 40 mètres de largeur. Elle y a aussi laissé ses blocs roulés et ses graviers de granit.

A une époque de configuration topographique toute différente et bien moins excavée, c'est le courant de la vallée de Saurat, réuni sans doute à celui de la Courbière, vallée de Rabat, qui précipitait les eaux du massif des Trois-Seigneurs contre la muraille de Soudour, leur barrant l'accès de l'Ariège. Alors se creusa l'entrée de Bédeillac, très probablement en double tunnel; l'un qui subsiste tout ouvert, sous la forme d'une galerie divergeant de l'entrée vers le Sud à main droite et débouchant en dehors par une seconde ouverture (v. fig. 21); l'autre, aujourd'hui obstruée en un point rétréci, mais aboutissant jadis sur l'Ariège au flanc Sud de Soudour, par un orifice qu'il y aurait lieu d'identifier (les grottes ne manquent point sur ce côté de la montagne).

Puis les deux courants de Saurat et de Rabat parvinrent à se creuser des lits extérieurs distincts au Nord et au Sud (vers Arignac et par Surba) de Soudour, qui demeura isolé en pyramide, magnifique témoin de la cessation de la capture, quand l'abaissement général du niveau de l'eau et les progrès de l'érosion extérieure la suspendirent.

Alors, fait très incident, mais fort curieux, parce qu'il est de nature à tromper sur la vraie genèse de la grotte de Bédeillac, celle-ci vit transformer complètement son rôle hydrologique : d'absorbante elle devint résurgente, c'est-à-dire qu'au lieu d'engloutir des courants puissants venant de l'Est, elle se borna à ramener au jour les infiltrations de la pyramide même de Sudour; mais la surface de cette montagne étant fort restreinte, le débit, ainsi renversé, de la grotte se réduisit considérablement, sous réserve d'un renforcement passager lors des grandes pluies du début du

néolithique. Même deux ruisseaux y circulèrent, à contre-sens l'un de l'autre, et y circulent encore après les fortes pluies ou les fontes de neiges : l'un, très près du fond accessible, continue à suivre la voie primitive tracée par la rivière perforante originaire

Fig. 22. — Entrée de Bédeillac.

(c'est le petit lit surcreusé dans l'argile); il doit ressortir vers Surba ou à l'Ariège par quelque source temporaire qui est à rechercher. L'autre, à travers les éboulis et les remplissages, rétrograda vers l'entrée, dont le seuil avait été surbaissé, comme contre-coup des deux creusements externes qui l'encadraient. L'ouverture principale, en effet, est située sur un véritable col,

dans une selle, à cheval entre le torrent de Saurat et celui de Coubière; il y a là, d'ailleurs, les traces d'un cirque d'effondrement, et les matériaux d'écroulement d'une partie de la voûte d'entrée qui, en l'état actuel, ne représente plus du tout l'antique point d'absorption des eaux venues des Trois-Seigneurs.

L'air et l'eau des vasques (ou bénitiers) sont à 11°3, 1°3 de plus qu'à Lombrive, les infiltrations arrivant plus directement de la surface.

Tout cela semblera fort compliqué, mais me paraît d'une lumineuse simplicité, à côté des énigmes obscures que soulève ici l'intervention des anciens glaciers parmi les questions relatives au creusement et à l'âge des cavernes pyrénéennes, et surtout à la chronologie de leurs restes préhistoriques.

Remarquons d'abord, en effet, qu'à 100 mètres au-dessus de la grotte de Bédeillac, s'ouvre celle de Bouichéta. M. Garrigou lui donne 150 mètres de longueur et y a trouvé un gisement préhistorique de l'âge de l'ours.

Une troisième grotte dite de Pradières (vers 900 mètres) est encore 100 mètres environ plus haut; elle aurait une salle de 40 à 50 mètres de longueur et de largeur, d'après le Dr Garrigou, qui y a découvert des foyers préhistoriques et du cailloutis glaciaire (1).

Je n'ai point visité ces deux dernières, mais la vue seule de leurs orifices et de leur situation indique suffisamment qu'elles dénoncent, elles aussi, les étapes de creusement ou crans de descente des eaux extérieures.

Or, à une toute petite distance au Sud (je n'ai pas pris la mesure précise) de l'entrée de la grotte de Bédeillac, deux gros blocs de granit sont évidemment erratiques: l'un d'eux (v. fig. 23) est perché de telle manière, sur une saillie de roche calcaire, qu'il est impossible de le croire dégringolé du haut du Soudour (qui est couvert de ces sortes de blocs); en tombant il eût continué sa chute et ne se fût pas arrêté sur l'étroit piédestal qui le porte. Certainement il y a été déposé, mais est-ce par la glace ou par un torrent? On connaît des blocs aussi singulièrement échoués dans les lits des rivières torrentielles : le fond du grand cañon du Verdon en est singulièrement bien pourvu, et la pierre Ermoloff, au défilé de Dariel (Caucase central), gît en

(1) *Bull. Soc. géolog.*, 1er avril 1867, p. 495.

plein courant. Mais au Sud même de Bédeillac, à l'issue du col par où descend la route de Surba, le flanc de la montagne située à l'Ouest présente des traces de glaciation qu'il est impossible de méconnaître; l'aspect de la roche est tout à fait celui des lits de glaciers, aux points où il y avait des cascades de séracs, moutonné et poli de la plus caractéristique manière. Et j'ai sans détours

Fig. 23. — Seuil et bloc *déposé* de Bédeillac.

avoué cet avis à M. Obermaier, le distingué spécialiste de l'ancien glaciaire pyrénéen, que j'ai eu le plaisir de rencontrer sur place; il va sans dire que, comme élève du professeur Penck, M. Obermaier fait intervenir partout l'action des glaciers d'autrefois et, pour les Pyrénées notamment, poursuit systématiquement les traces des *quatre glaciations successives auxquelles il croit* : franchement adepte de la réaction qui se dessine depuis quelques années, surtout en France, en Dauphiné et à la Société de géographie de Paris, contre les exagérations de la théorie glaciaire, j'ai la conviction qu'une grande partie des faits invoqués

jusqu'ici à l'appui de cette théorie doivent être restitués aux effets de l'érosion torrentielle pure et simple (1). Je n'en confesse pas moins (car je redoute fort l'exclusivisme) qu'un glacier est bien vraisemblablement passé sur le seuil de Bédeillac, et même devant l'orifice de la grotte.

Que la glace elle-même, pénétrant sous la terre ait creusé la

Fig. 24. — Entrée et voûte de Bédeillac.

caverne, comme on le prétendra encore, cela n'est pas admissible. J'ai dit pourquoi à propos de Lombrive.

Mais alors les questions suivantes se posent : 1° La grotte de Bédeillac était-elle creusée, avant l'arrivée du glacier, par les ruissellements tertiaires miocènes ou pliocènes, qui partout ont si fortement contribué au creusement des vallées? C'est ce dont je suis convaincu;

(1) Et je vois avec le plus vif plaisir M. Boule avouer « que, loin de constituer un progrès, la chronologie de M. Penck nous ramène aux confusions des débuts de la science... » et que la diversité de vues sur les nombres de 1 à 6 périodes glaciaires « est de nature à nous rendre très prudents dans nos affirmations » (l'*Anthropologie*, janvier, 1908, p. 6).

2° Au contraire, est-ce un torrent, échappé du flanc du glacier venant buter contre Soudour, qui s'est engouffré dans la crevasse et a opéré la perforation ? Ceci, il est vrai, ne serait pas impossible;

3° Les blocs granitiques anguleux du sommet de Soudour et de la grotte de Pradières, etc., sont-ils bien « caractéristiques du passage d'un glacier » comme le croit M. Garrigou (1) ? J'en doute fort et, comme à l'Albiech, ils peuvent avoir été simplement

Fig. 25. — Ancienne rivière de Bédeillac; rideau siphonnant.

roulés par de puissants courants tertiaires, tels que ceux dont M. Fabre a retrouvé les lits jalonnés au sommet des causses Lozériens.

Une constatation certaine, c'est que la grotte de Bédeillac a passé par des alternatives de creusement, remplissage, recreusement et remblaiement répétés; il est, je crois, impossible de les élucider complètement, dans l'état d'éboulement et de destruction où se trouve la majeure partie du monumental couloir,

(1) Inauguration du musée de Foix, 1883. *Bull. Soc. géolog. France*, 15 avril 1867, p. 577.

encombré d'énormes blocs décollés des voûtes ou déchaussés des parois; le revêtement stalagmitique exceptionnellement développé achève de compliquer le problème.

Il importe du moins de bien retenir que le bison et les autres traces de peinture relevées par M. l'abbé Breuil, en juillet 1907, et si semblables à celles de Niaux, sont *postérieurs* aux dernières grandes manifestations hydrauliques, (*même à la recrudescence du début du néolithique*, v.p.29) dont la grotte a été le siège, à toute circulation aussi bien des eaux de fonte glaciaire que des infiltrations de très fortes pluies; celles-ci eussent effacé tous dessins ou gravures, tant par leur propre frottement que par celui des sables en suspension. Ce point est capital pour l'âge des dessins de Niaux et de Bédeillac, qui ne sauraient remonter plus loin que l'établissement du climat relativement sec de nos jours, et qui sont donc de l'époque géologique *actuelle*. C'est là tout ce qu'on peut dire de précis. Toute autre *affirmation* n'est que de l'ingénieux roman.

Pour résumer les renseignements de chronologie géologique fournis par les quatre grandes cavernes de Niaux, Lombrive, Sabart et Bédeillac, il faut retenir qu'elles nous montrent plusieurs niveaux de cavernement échelonnés entre 690 et 555 mètres (sans parler de ceux supérieurs de Bouichéta, Pradières et l'Albiès).

Sans entreprendre de les numéroter, on peut dire que l'un d'eux, 690-675 mètres, correspond aux entrées de Niaux et Bédeillac.

Un autre, de 650 à 600 mètres environ, représente les galeries de Lombrive, sa complexe entrée actuelle, et celle de Sabart.

Au-dessous de 585 mètres viennent le fond du gouffre de Lombrive et les étages inférieurs de Sabart.

De 540 à 480 mètres ce sont les thalwegs extérieurs actuels du Vicdessos et de l'Ariège.

A ces indéniables *crans de descente* correspondent, surtout dans les parois des barres calcaires, quantité d'orifices de cavernes secondaires ou obstruées; ils augmentent le nombre des témoins de l'abaissement progressif des eaux souterraines et par conséquent subaériennes.

Cette descente s'est effectuée souvent par à-coups, quand une fissure dans une barre facilitait une rupture en masse et amenait une brusque chute du niveau des eaux.

C'était le phénomène du remplacement d'une cascade par une

cluse, dont toutes les régions montagneuses offrent tant d'exemples et dont la Durance et ses affluents, aux environs de Briançon, présentent des types accomplis. Les terrasses échelonnées aux flancs des thalwegs en sont les corrollaires obligés.

Entre Sabart (Tarascon-sur-Ariège) et Foix, la vallée de l'Ariège (coulant maintenant de 480 à 400 mètres) possède, sur les deux côtés, plusieurs terrasses ainsi étagées, emboîtées, où les glaciéristes cherchent le numérotage de leurs périodes gla-

FIG. 26. — BÉDEILLAC. — Gours et concrétions.

ciaires; ce sont elles notamment qui fournissent à M. Obermaier les soi-disant preuves de ses quatre glaciations pyrénéennes. Mais la question (ou pétition) de principe est justement de savoir si les dépôts de ces terrains sont bien glaciaires ou simplement torrentiels. Pour moi, M. Garrigou était certainement dans le vrai, dès 1867, en disant que ces terrasses d'alluvions quaternaires anciennes et d'alluvions récentes indiquent un changement successif dans le régime des cours d'eau et un abaissement bien marqué de leur niveau (1).

(1) *Bull. Soc. anthropologie*, t. II, p. 2e s., février- avril 1867.

Nous venons de retrouver, sous terre, par des observations tellement nettes qu'aucune contradiction ne leur est opposable, la contre-partie de ces terrasses et de ces crans de descente; or, je viens de montrer que ce ne sont pas les glaciers (mais tout au

Fig. 27. — Bédeillac. — Grande colonne.

plus leurs eaux de fontes) qui ont pu excaver les antres de Niaux, Lombrive, Sabart, Bédeillac.

Si loin sous terre, la géothermique infailliblement les y eût fondus. Donc, si les dépôts de graviers et blocs erratiques du sous-sol sont torrentiels, pourquoi ceux du dehors ne le seraient-ils pas aussi? (v. page 31).

J'ai indiqué ailleurs (1) que la plupart des faits imputés jusqu'ici à l'action des anciens glaciers doivent être l'œuvre d'anciens torrents singulièrement plus puissants que ceux de nos jours. Je n'admets donc pas l'opinion de M. J. SAVORNIN, disant (Système de terrasses de l'Ariège et de ses affluents, *Bulletin Services carte géoloqique*, n° 104, mars 1905), que l'Ariège, depuis le col de Puymorens jusqu'à l'aval de Foix, n'a certainement pu

FIG. 28. — Fond de Bédeillac. — Ruisselet surcreusé.

édifier de terrasses bien nettes. Lui-même ajoute qu'à l'aval de Foix, quatre niveaux successifs (l'actuel et trois terrasses antérieures) s'observent, que leurs phases sont dues « à des causes « ayant exclusivement résidé à l'amont, et qu'il paraît naturel « d'imaginer ici l'action des glaciers pyrénéens, qui auraient « eu probablement trois grandes débâcles (2) » à une époque relativement récente. « Il serait à souhaiter que l'on puisse retrouver ailleurs la trace de ce phénomène. »

(1) *C. R. A. F. A. S.* de Lyon, 1906.

(2) M. BOULE continue à admettre trois périodes glaciaires : une pliocène et deux quaternaires (*Anthropologie*, janvier 1908, p. 17.

Eh bien ! cette trace nous est donnée par les trois niveaux de cavernes que je viens d'énumérer. Sans entrer dans la controverse relative à la fixité ou à la variation du niveau de base, sans nier les trois débâcles ou pulsations (plutôt que véritables périodes glaciaires) des anciens glaciers situés *en amont* dans le haut des vallées, je trouve (je ne saurais trop le répéter) dans les apports granitiques et sableux *uniquement torrentiels* de Niaux, de Lombrive, de Sabart, de Bédeillac, la preuve de l'origine *fluviale* et nullement glaciaire de ces dépôts et des terrasses extérieures qui correspondent aux quatre niveaux (les trois anciens des grottes et le moderne des thalwegs actuels). Et je répète aussi que chaque stade d'approfondissement (passage d'une terrasse à une autre) est parfaitement explicable par la rupture d'une barre calcaire d'amont, et beaucoup mieux que par une grande débâcle glaciaire, forcément de peu de durée.

Chaque fois qu'une cluse s'ouvrait dans l'épaisseur d'une muraille calcaire, le cran de descente s'établissait, le courant abandonnant son précédent lit (qui devenait terrasse émergée) pour tendre de plus en plus vers un profil d'équilibre; l'augmentation de vitesse d'écoulement, résultant de l'accroissement de pente du bief en amont de la barre crevée, explique le rétrécissement progressif des lits, ainsi successivement emboîtés, et occupés d'ailleurs par des eaux de moins en moins abondantes, par suite de l'assèchement croissant du climat.

On notera que M. Savornin lui-même reconnaît « que les énormes blocs » parfaitement roulés, du Pech de Varilhes, près Pamiers, loin d'être des blocs erratiques, « sont bien plutôt des traces d'alluvions pliocènes de l'Ariège (*l. c.*, p. 9). »

Et, comme conclusion, il faut retenir que l'important quatuor des cavernes de Niaux, Lombrive, Sabart, Bédeillac est un argument de plus contre l'exagération des théories glaciaires. Celles-ci ont dépassé le but; il faut qu'elles fassent *machine en arrière*.

A titre de constatation complémentaire, et nullement accessoire, je dois dire que la fièvre typhoïde est fréquente, paraît-il, aux environs de Tarascon; on l'impute à la pollution du torrent du Vicdessos par les résidus des forges et usines de cette vallée.

L'étude de cette grave question pratique et hygiénique fait partie de notre programme de 1909, actuellement soumis à l'examen du ministère de l'Agriculture.

Ce programme comporte aussi l'investigation de nombreuses rivières souterraines, signalées dans l Ariège, incomplètement ou pas du tout explorées et susceptibles assurément d'utiles applications alimentaires ou industrielles(1).

(1) Toutes les photographies du présent mémoire sont d'après les clichés de l'auteur.

Cliché Lucien Briet

La Fuente de la Covacha

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 55. — MARS 1909

LES GROTTES DE BASTARAS

(Haut-Aragon — Espagne)

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

34, RUE DE LILLE, 34

1909

LES GROTTES DE BASTARAS

(Haut-Aragon, Espagne)

Situé dans le Haut-Aragon, au pied de la Sierra de Guara, sombre et imposante barrière, par laquelle s'annoncent les Pyrénées d'Espagne, quand on les aborde du côté de Huesca, Bastaras est un hameau qui occupe le faîte d'un promontoire baigné par un torrent, le rio Forniga.

Outre son église, Bastaras comprend huit maisons et appartient au « distrito municipal » de Panzano, en même temps que l' « aldea » de Santa Cilia et l'ermitage de San Cosme. Au Nord, mamelons, ravines, landes et forêts s'élèvent jusqu'à la crête de la montagne, désert si rude et si inhospitalier que de Bastaras aucun chemin ne permet de gagner directement Rodellar; il faut redescendre à Yaso et aller escalader, par un détour, le col de la Peonera, entre Morrano et Pedruel.

Depuis fort longtemps, les grottes de Chavés et de Solencio, à proximité de Bastaras, sont connues des Aragonais. Ayant eu à séjourner à Morrano (Br. 670 mètres) (1), au début de l'automne 1908, je profitai de l'occasion pour les visiter. Le pueblo de Morrano se trouve à 10 ou 12 kilomètres Nord de Angués, point de relai des diligences, sur la grande route royale de Huesca à Barbastro. Partis assez tard, le 3 octobre, à cause de la brièveté du trajet, nous commençâmes, mon guide Joaquin Buisan et moi, par passer du bassin de l'Alcanadre dans celui du rio Forniga. Le chemin, absolument détestable, grimpait sur un sol rocailleux, qui contrastait avec le riche terrain que nous quittions et qu'ombrageaient d'énormes oliviers, contemporains de la domination des Mores.

(1) D'après mes observations barométriques calculées par M. le lieutenant-colonel Prudent.

Au sommet de la croupe (Br. 750 mètres), nous marchâmes à plat. Yaso parut. Une fois hors de ce village, dont l'église (Br. et Saint-Saud, 721 mètres) était dédiée à San Andrés, nous laissâmes la piste de Labata, et, au bout d'une demi-heure, nous avions atteint Bastaras. Tout le monde était aux champs et Joaquin eut de la peine à se faire indiquer la casa Garcés.

Il ne messied point d'expliquer ici que, dans le Haut-Aragon, par suite de l'inexistence d'auberges, on ne voyage pas aussi aisément qu'en Suisse, avec la certitude de rencontrer, à l'heure psychologique et en payant, un gîte plus ou moins confortable. Les villages, médiocres, très pauvres, s'espacent, et quant aux maisons, rares sont celles capables d'accueillir un hôte impromptu. Encore faut-il que vous soyez porteur d'une recommandation émanant d'un parent ou d'un ami ! Je m'étais donc fait octroyer, pour ne point trouver figure de bois à Bastaras, une lettre à l'adresse de la meilleure maison de ce hameau, lettre écrite par D. Manuel Escartin, du village de Aineto, qui m'avait reçu l'année précédente, lors de mon excursion au Salto de Roldan.

Remarquables par la quantité de gargantas et de barrancos qu'elles renferment, les sierras du Haut-Aragon méritent d'être signalées aux savants et aux touristes, et, puisque nous les mettons sur le tapis, empressons-nous d'ajouter que c'est dans cette région que se cache un des plus jolis recoins de l'Espagne inconnue.

La porte de casa Garcés s'ouvrit très cordialement. Volontiers, dans le Haut-Aragon, les amis de nos amis sont nos amis. Au premier étage, j'eus la surprise de me voir assigner une chambre d'une propreté extrême, dont l'alcôve s'enveloppait de rideaux blancs. Je me souviendrai longtemps de l'hospitalité de la casa Garcés. Notre repas s'y prolongea au point que nous ne partîmes pour les grottes qu'à trois heures de l'après-midi. Domingo Seral, le fils de la maison, nous servit de guide.

On compte, de Bastaras à la cueva de Chavés, une demi-heure de trajet. La distance dépasse deux kilomètres. Cette caverne s'ouvre dans le Barranco de Solencio qui donne son nom à une deuxième grotte située à dix ou quinze minutes en amont de la première. Dans la province de Huesca, ces deux antres jouissent d'une renommée acquise, Chavés par l'ampleur de son porche, et Solencio par les éruptions aqueuses auxquelles elle est sujette.

Au delà du Barranco de Berjel, sur une croupe, on distin-

guait Santa Cilia. Nous franchîmes le Barranco de Solencio et remontâmes sa rive droite, parmi des oliviers grêles et des ceps souffreteux. La Sierra de Guara fermait l'horizon au Nord, tandis qu'à l'Est se veloutait une colline, le Cerro de la Virgen.

Le Barranco de Solencio se coudait de façon à confluer avec le rio Forniga parallèlement au Barranco de Berjel. A mesure que nous avancions, ses rochers de poudingue gris, quelque peu marbrés de rouille, détaillaient leurs assises; et celles-ci se désagrégeaient en blocs ventrus disposés comme dans un soubassement cyclopéen. Un champ bordait la crevasse du barranco où se discernait, à une profondeur de 30 mètres environ, un chapelet de marmites. C'est à travers les joints et les diaclases d'une formidable masse de conglomérat éocène que les eaux d'infiltration ont à la longue créé et agrandi les grottes de Chavés et de Solencio.

Je n'étais nullement surpris de retrouver au pied de la Sierra de Guara le conglomérat que j'avais vu occuper à Alquézar, sur la rive gauche du rio Vero, une si vaste étendue de terrain. Lucas Mallada, dans sa carte géologique, signale cette accumulation ainsi que celle existant le long de Guatizalema, là où s'élève le fameux Huevo, quille de poudingue de 50 mètres de hauteur, et semblable à un ove allongé debout sur une de ses pointes.

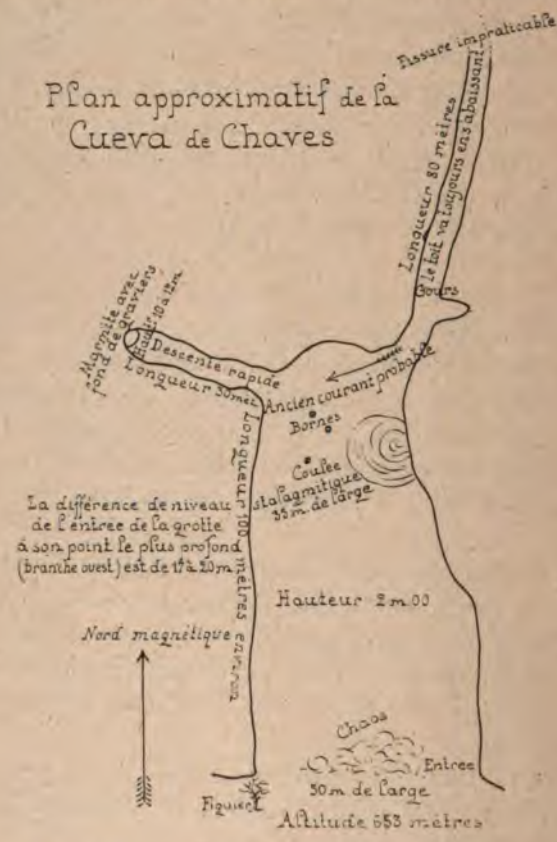
Tout le conglomérat, qui recouvre les bases du versant méridional de la Sierra de Guara, repose sur une couche épaisse de calcaire qui émerge de façon à former la partie supérieure de la montagne, et qui, de là, par ressauts successifs, s'en va jusqu'à la frontière, où elle atteint 3.352 mètres dans le massif du Mont-Perdu.

La cueva de Chavés éventre une falaise qui regarde le Midi. A côté, existe un « est-echo » d'où le ravin s'échappe, ne laissant à la caverne qu'une étroite corniche d'accès. Le Punton de Guara (1.960 mètres) resplendit au-dessus du tableau. Du seuil de l'immense arcade de la grotte, qui a 50 mètres de large sur 10 mètres de haut, l'œil plonge dans une cavité très large et très basse, de 80 à 100 mètres de longueur. Un amas chaotique empêche d'y pénétrer directement. Au centre, le plafond s'écrase à moins de 2 mètres et, sans se courber, on passe juste. Des bornes et des débris parsèment le sol.

Derrière une abondante coulée stalagmitique, qui s'étale cir-

culairement et dont le sommet forme pointe, le vestibule de la cueva de Chavés s'achève en un cul-de-sac, d'où se détachent deux galeries, celle de droite continuant dans la direction du Nord, et celle de gauche se greffant à angle droit de l'Est à l'Ouest.

Au début du couloir Nord, des gours s'esquissent. Après s'être



un peu affaissé, le toit se relève, mais pas pour longtemps. Il faut de nouveau s'accroupir, puis ramper, sans relâche, jusqu'à l'impossible... Cet embranchement mesure une centaine de mètres, et on en a brisé et dérobé toutes les stalactites.

L'autre galerie, à laquelle nous attribuerons 30 mètres, profite d'une diaclase verticale et s'abat avec raideur. Sa faible envergure est compensée par l'élancement de son ciel. Une décoration colonnaire et quelques draperies y captivent l'attention.

Elle se termine par une oule où dorment des graviers. Les eaux que la branche horizontale déversait jadis ont dû s'engouffrer un moment dans ce puisard au fond duquel elles tourbillonnaient, avant de se perdre on ne sait où, peut-être dans la lithoclase que suit aujourd'hui le rio mystérieux de la grotte de Solencio. Il existerait dans le barranco, au-dessous de la cueva de Chavés, une grotte secondaire inaccessible tant que les fortes chaleurs n'ont pas asséché l'étroit et sinistre précipice.

Entre le point le plus profond de la cueva de Chavés et son vestibule, la dénivellation est de 20 mètres en chiffres ronds. D'après mes observations, l'altitude de cette grotte (Br. 653 mètres) se trouve inférieure de 24 mètres à celle du village de Bastaras (Br. 677 mètres, casa Garcés).

Comme certaines cavernes historiques, la cueva de Chavés a longtemps joui de la réputation d'être hantée par des magiciennes, des sorcières, des moresques enchantées qui, chaque année, durant la nuit de la Saint-Jean, s'efforçaient de séduire et d'entraîner avec elles les jeunes bergers assez imprudents pour s'en revenir de nuit par le Barranco de Solencio. Disons entre parenthèses que certaines hautes stalagmites, mal entrevues dans le noir, simulent assez bien une femme arabe enfouie sous ses voiles. Carlos Soler insiste quelque peu sur ces contes à dormir debout et ajoute qu'il renonça à explorer les grottes de Bastaras, non par crainte d'un danger, mais parce que c'était chose matériellement irréalisable. « Hubimos de desistir de nuestro intento, no precisamente por ser su realizacion peligrosa, sino por materialmente imposible (1). » La visite complète de Chavés n'exige pourtant pas grand temps ! Cette grotte servit de refuge durant l'invasion des Mores. Le verbe arabe *satara*, qui signifie cacher, serait la racine étymologique de Bastaras. Non loin de là, Morrano a été occupé par les Sarrazins qui, selon la tradition, y importèrent l'olivier. Chaque fois que leurs travaux les appellent dans les environs, les paysans ne dédaignent pas d'aller déjeuner au frais et à l'ombre sous le portique de Chavés. Il n'y aurait rien d'extraordinaire que cette grotte ait été habitée par l'homme primitif. Moins favorisées que les grottes du ver-

(1) *De Madrid à Panticosa*, viaje pintoresco à los pueblos historicos, monumentos y sitios legendarios del alto Aragon, por Don Carlos Soler y Arques, Madrid; Imprenta de M. Minuesa de los Rios, 1878, 1 vol. in-8°, pp. 170 à 173.

sant français, les cuevas du Haut-Aragon n'ont pas encore été fouillées au point de vue de la préhistoire.

Passé la grotte de Chavés, le Barranco de Solencio étrangle et dessine un portail que l'on traverse à l'aide d'une banquette penchée sur le vide : c'est un mauvais pas, quoiqu'il y ait des buis pour s'accrocher. Le thalweg perd ensuite son caractère de fissure et conduit à la grotte de Solencio.

L'entrée de la grotte de Solencio n'est pas banale. Devant un pan de conglomérat abrupt un entonnoir s'évide en forme de hotte. Ce trou, profond de 5 mètres, fait face à l'Occident. Il y bâille une ouverture de 6 mètres de large sur 0m 50 de haut, qui rappelle, à s'y méprendre, ces bouches d'égout qu'on aménage sous les trottoirs. Une forte couche de galets blancs et arrondis recouvre le plan incliné que l'on descend. L'introduction s'effectue à plat ventre, mais presque aussitôt on peut se mettre debout. Les cailloux roulés n'encombrent que le talus extérieur : j'expliquerai ultérieurement pourquoi. Le jour brille, et au bout de 30 à 35 mètres de parcours, on échoue au fond d'un aven oblong.

Cet aven se greffe sur le couloir de la grotte. Il a 25 mètres de long sur 5 mètres de large et étouffe entre des escarpements de 15 à 20 mètres de hauteur. Des plantes pariétaires en tapissent l'orifice et, à son extrémité, la caverne reprend. Le sol y est d'argile battu, purgé de pierres. Un enfoncement fait songer à un pilier séparant une double voussure. Le ciel n'offre pas de pendentifs. Le lavage sporadique et brutal que cette caverne subit nuit à leur formation. On atteint l'endroit où M. Albert Tissandier raconte « avoir été arrêté dans sa marche par un gouffre qui lui sembla assez profond. »

Chacun sait combien l'obscurité des cavernes se dissipe mal avec une bougie. Cette lueur faible et vacillante a vite fait de transformer une humble faille en un abîme affreux. Il n'y a point de gouffre ici. La galerie se poursuit simplement à 5 mètres en contre-bas et nous la rejoignîmes en nous laissant dévaler par une cheminée lisse et humide.

La voûte se prit alors à figurer une sorte de nef. Sa hauteur variait de 10 à 15 mètres. Une roche s'isola à la manière d'une île. Nous vîmes une arche s'accuser à gauche et, sans transition, nous nous heurtâmes à une vaste cuve ovale. De chaque côté, les parois se rapprochaient et tombaient à pic de telle façon qu'elle barrait catégoriquement le chemin. Il eût fallu jeter en

Cliché Lucien Briet

Le Barranco de Solencio et la Cueva de Chavés

Cliché Lucien Briet

Entrée de la Grotte de Solencio

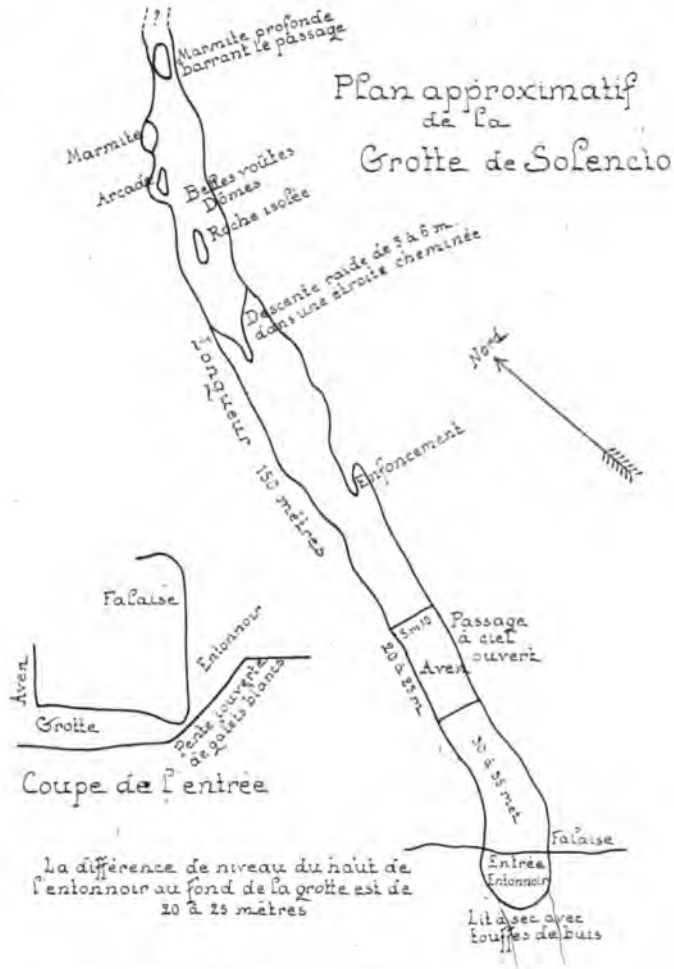
Cliché Lucien Daisy

Le Bassin de Soulaire et la Crête de Chaves

Cliche Lucien Briet

Entrée de la Grotte de Solencio

travers une longue planche en guise de pont. A sauter dedans sans corde ou échelle, on y eût été prisonnier comme dans un silo. Nous découvrîmes dans un coin une seconde marmite



moindre et qui avait également un fond de graviers. Ces oules, pareilles à des gueules de puits, me parurent des trous d'absorption, analogues aux avaloirs perçant certains plateaux calcaires et rendus impénétrables par un remplissage de débris. L'eau aurait séjourné d'une crue à l'autre dans ces deux bassins si leur étanchéité eût été absolue.

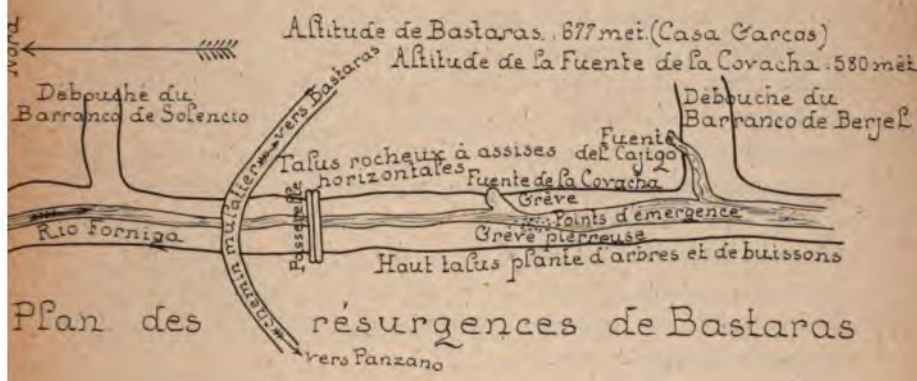
Nou avions parcouru quelques 150 mètres. Au dire de Domingo, seul, un homme du pays, à l'aide d'un câble, avait dépassé cette cuve, mais un autre gouffre, sérieux cette fois, s'était presque aussitôt interposé, infranchissable, et au delà duquel, paraît-il, le couloir continuait. Était-ce par ce puits qu'arrivaient les eaux éruptives? Le défaut de matériel m'empêchant d'éclaircir séance tenante le mystère de la grotte de Solencio, je me promis de revenir une autre année à Bastaras. Mallada déclare cette cueva « dificil de recorrer » difficile à parcourir et écrit que l'on y découvre, après maintes enjambées sur un sol glissant, des salles colossales et des crevasses renfermant énormément d'eau, « colosales cortes y grietas que contienen en su fondo gran candidad de agua ». Il devait y avoir, le jour de sa visite, de l'eau dans les deux oules. Et de fait, le sol que j'ai, pour ma part, trouvé ferme et résistant, il l'a vu glissant et mou, signe que les ondes souterraines l'avaient depuis peu abandonné. Penchés au-dessus de la grande cuve, nous avons eu beau prêter l'oreille, aucun clapotis ne nous a révélé le bruit d'un ruisseau lointain.

La grotte de Solencio posséderait-elle quelque lac immobile et muet dans un étage inférieur? Ses dégorgements abondants et terribles, au point que si l'on était surpris par eux, on serait, non pas bloqué comme à Adelsberg, mais noyé sans rémission, dénotent en tout cas un réservoir apte à se gonfler brusquement sous l'afflux d'un courant englouti ailleurs... Il me vint alors à l'idée de demander à Domingo s'il n'existait pas une grosse source aux alentours du village. Parfaitement, et même il y en avait deux, jaillissant côte à côte dans le lit du Forniga et débitant ensemble beaucoup plus d'eau que la fuente de Mascun, la Vaucluse de Rodellar... Que ne l'avais-je su tout d'abord ! Je tenais là un fait nouveau, Mallada n'ayant point parlé de ces sources, et qui allait nous expliquer tout. Nous rentrâmes au bercail, et le lendemain matin, je me rendis sur les bords du rio Forniga.

Nous avons dit qu'au pied du promontoire de Bastaras passait un torrent, le rio Forniga. Ce torrent prend sa source sous un col, à l'Est du Punton de Guara, et arrive du Nord-Ouest. Entre le village et le rio, la dénivellation est de 97 mètres. On descend par le chemin de Panzano. La pente forme amphithéâtre. Des lanières de champs s'y étagent, plantées d'oliviers pâles

et soutenues tantôt par des murets, tantôt par des talus herbeux. Point de ponceau sur le torrent, mais une passerelle à l'usage exclusif des piétons. Cette passerelle consiste en deux poutres accolées et maintenues par un bout à l'aide d'une attache de fer. Les crues peuvent les renverser et les faire flotter sans inconvénient.

Là, aboutissent les ravins de Solencio et de Berjel, affluents de gauche du rio Forniga, et dont les embouchures ne sont séparées que par une distance de 80 à 100 mètres. Une première source, la fuente del Cajigo, jaillit sur le flanc droit du Barranco de Berjel et se cache sous un taillis. Il faut remonter son courant, sous les branches, pour en contempler l'exutoire, qui ressemble



Plan des résurgences de Bastaras

à un terrier de blaireau. La seconde résurgence se trouve en aval de la première. On la nomme la fuente de la Covacha (Br. 580 mètres). Elle sourd au bord même du rio Forniga, mais plus près du Barranco du Berjel que du Barranco de Solencio, par une fracture verticale et à travers de minces strates de conglomérat. En raison de la force avec laquelle elles émanent, ses eaux décrivent une courbe et repoussent le rio. Des bouillonnements se produisent en outre dans le lit du Forniga, ainsi que dans la grève de la rive gauche, et le torrent est quasi triplé par tous ces apports (air extérieur, 24°; température des deux sources, 13°; eau du Forniga, 19°).

Chaque fois que Solencio fonctionne, la fuente del Cajigo et la fuente de la Covacha vomissent leur maximum, débit qui persiste encore pendant deux jours, après qu'elle s'est arrêtée, le temps sans doute de vider le couloir supérieur de la grotte.

Elles baissent ensuite petit à petit, et finalement reprennent leur étiage habituel. J'ajoute que ces deux résurgences crachent parfois à pleins bords sans que la cueva s'amorce. La galerie où coule le rio mystérieux de la cueva de Solencio offrirait des vides pouvant contenir un certain excédent, vides peut-être praticables pour l'homme.

Au sujet des eaux que dégorge si copieusement et par intervalles la grotte de Solencio, voici ce qu'on lit dans Mallada : « Es muy notable esta cueva por ser la salida de una fuente intermitente de las más curiosas y grandes que existen. Dos o tres veces al año, despues de un temporal de lluvias o de fuertes tormentas, precedido de ronco estruendo que se oye à mas de una legua à la redonda, sale tan copioso caudal de aquella, que no se le calcula en menos de 20 muelas durante 24 horas, trascurridos las cuales, y tambien con estrepito, retiranse las aguas (1). » Je traduis : « Il y a lieu surtout de noter que cette grotte est la décharge d'une source intermittente des plus curieuses et des plus importantes qui existent. Deux ou trois fois par an, après de longues pluies ou une série de violents orages, il s'en échappe, annoncé par un bruit sourd qui s'entend à plus d'une lieue à la ronde, un courant d'eau si abondant qu'on peut l'évaluer pour le moins comme pouvant faire tourner 20 meules (2) pendant 24 heures, passé lesquelles, et toujours avec bruit, les eaux se réabsorbent dans le gouffre. »

D'où il résulte que les réservoirs souterrains de la cueva de Solencio jouissent de la propriété de se gonfler assez rapidement sous la survenue d'eaux pluviales englouties. Or, sur les pentes méridionales de la Sierra de Guara, il y a des avens : on m'en a cité un, entre autres, du côté de Santa Cilia, où une pierre jetée retentissait longuement.

Autrefois, la cuvette d'entrée de la cueva de Solencio était une source puissante, une mare d'eau bleue poétique, adossée à un mur de conglomérat, et d'où émanait une rivière calme, tranquille, mais qui entrait en fureur par des temps pluvieux. Les précipitations atmosphériques s'étant par la suite raréfiées, cette fontaine baissa, puis se perdit complètement, quand ses

(1) *Descripcion fisica y geologica de la provincia de Huesca*, por L. Mallada, Madrid, Imprenta y fundicion de Manuel Tello, 1878, 1 vol. in-4°, pp. 145 et 146.

(2) Les Espagnols appellent « muela de agua » la quantité d'eau nécessaire pour faire fonctionner une meule de moulin.

eaux, réduites à leur plus simple expression, eurent agrandi en sous-œuvre un couloir ayant issue parmi des rochers affouillés par le rio Forniga. Supposons que le débit de la fontaine de Vaucluse s'affaiblisse, que son cours ainsi amaigri aille par une diaclase inférieure sourdre au bord du Rhône, la première galerie, celle par laquelle surgit la Sorgue, se désamorcera, deviendra praticable, et nous représentera exactement ce qu'est aujourd'hui la grotte de Solencio.

Le fonctionnement de Solencio peut en conséquence s'expliquer comme suit : 1° le couloir inférieur, celui du ruisseau, commence par se remplir, faisant débiter leur maximum aux résurgences del Cajigo et de la Covacha; 2° l'inondation augmente et remonte dans la galerie supérieure contrainte de déborder à son tour : ce sont les bulles d'air acculées et comprimées sous les dômes de cette galerie qui produisent, au moment de leur expulsion, ces grondements que l'on entend au loin et qui précèdent ou accompagnent le dégorgement de la grotte. Une forte pression hydrostatique actionne la violence de l'éruption et résulte du poids d'une masse liquide accumulée soit dans quelque vaste salle, soit dans le gouffre d'absorption. Cesse-t-elle d'être alimentée? Cette masse s'épuise, toute pression disparaît et la cueva de Solencio, quoique pleine, cesse de vomir. Mais alors les deux résurgences continuent de cracher abondamment jusqu'à ce que le premier étage soit à sec et que le second ne contienne plus que sa provision d'eau accoutumée. S'agit-il ici d'un ruisseau superficiel pérenne capté par une goule et se gonflant brusquement quand il a plu ? Je ne saurais l'affirmer, car, au-dessus de Santa Cilia, entre le rio Forniga et l'Alcanadre, le pays figure en blanc sur la mappe de Saint-Saud, qui est le seul document cartographique public que nous ayons actuellement sur le Haut-Aragon : c'est une *terra incognita* à explorer.

Pour expliquer la présence des pierres roulées qui remplissent l'entonnoir de la grotte de Solencio, Mallada prétend que « por la vehemencia con que (las aguas) brotan, arrancan del conglomerado sus cantos acabados de redondear en la pedregosa pendiente de su salida, donde toman aspecto y tamaño de huevos de gallina y de pava. » On ne peut que lui donner raison. Grâce à la brutalité avec laquelle elles font éruption, les eaux souterraines, à force de ronger le conglomérat, lui ont arraché des galets qu'elles ont entraînés vers l'orifice où, prisonniers par suite

de leur poids, ces galets tourbillonnent à chaque crue, comme des dragées dans une bassine branlante, opération qui achève de les arrondir merveilleusement : j'en ai ramassé un identique à un œuf de poule. Mais cela se passait surtou avec les puissants dégorge ents d'autrefois Le fond de l'aven conserve maintenant toutes les pierres qui y tombent. Greffé à proximité du seuil de la grotte, cet aven me paraît avoir servi de débouché tant que manqua l'entrée actuelle. Ce fut au début un puits naturel jaillissant.

Si nous nous reportons au jour (3 octobre 1908) où je parcourus la grotte de Solencio, sa dernière éruption datait de la fin de juin 1908. Antérieurement, au mois d'octobre 1907, elle avait eu trois crises successives, la première qui dura deux jours et deux nuits, et les deux autres quatre jours et quatre nuits chacune, car les pluies tombèrent, cet automne-là, d'une façon exceptionnelle dans la région. Il a été, en effet, observé à la *Estacion meteorologica de Huesca* que la province avait reçu, en septembre 1907, presque le double, et en octobre suivant, presque le quadruple d'eau par rapport aux précipitations atmosphériques subies durant les mêmes mois de l'année précédente (1906). Ce déluge provoqua dans le « distrito » de Torre la Ribera, au pied du Turbon, d'importants glissements de terrain (1). Me trouvant à cette époque à Apiés, je dus suspendre mon voyage et revenir en toute hâte à Boltaña par Huesca, Barbastro et Naval. Il s'était mis à pleuvoir tous les jours.

Au point de vue hydrologique, le rio souterrain de la cueva de Solencio, tant par son exode que par sa diminution, semble confirmer ce curieux phénomène de l'enfouissement progressif des eaux superficielles sur lequel, depuis quelque temps, M. E.-A. Martel a attiré l'attention publique. Du moment où notre globe se refroidit, laissant sa lithosphère s'agrandir aux dépens de sa pyrosphère, il est manifeste que l'eau, sollicitée sans relâche par la pesanteur, s'infiltrera de plus en plus profondément dans les failles et les cassures du sol, où elle finira par se perdre à tout jamais. Les 1.500 lieues de rayon de la terre en font une éponge très suffisante pour absorber des mers qui, répandues uniformément à sa surface, ne produiraient qu'un océan de trois

(1) Voir les journaux de Huesca de l'époque et aussi le *Boletin de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, année 1907, pp. 356-357 et 387-388.

kilomètres de profondeur. Même, cet insensible soutirage sera entièrement réalisé avant la disparition complète du foyer central. Toute vie doit s'éteindre ici-bas, non par le feu, comme le prophétisent David et la sybille, mais par un cataclysme, dont les hamadas désertiques nous donnent dès aujourd'hui un avant-goût, celui de la soif. L'aspect de la planète Mars, plus vieille que la terre et plus riche aussi en étendues continentales, ainsi que celui de la Lune, notre satellite, où, d'après les travaux des astronomes, il n'existerait plus aucune trace d'humidité, ont été invoqués pour appuyer et justifier cette évolution bien inattendue, mais qui est la conséquence logique du craquelage subi par l'écorce terrestre.

Et elles ne manquent pas, les contrées, où cette dessiccation fatale s'affirme et se fait déjà cruellement sentir! Décrivons à ce propos l'aspect des sierras du Haut-Aragon. Ces sierras s'étendent entre le Cinca et le rio Gallego de l'Est à l'Ouest et se trouvent délimitées au Nord par le rio Ara et au Sud par les plaines de l'Ebre. Leur aridité est extrême. On y rencontre quantité de landes pierreuses, déboisées, où ne poussent plus que des épines et des buis chétifs, et parmi lesquelles, comme autant d'oasis, mais d'oasis trop souvent sans arbres, se disséminent de misérables villages, dont la principale ressource est la culture du froment. Dans les bas-fonds alternent des sables et des marnes, tandis qu'en haut, sur les crêtes, le grès rouge et le conglomérat surmontent le calcaire coquillier. Les deux rivières sérieuses qui traversent cette région, l'Isuela de Barced et l'Alcanadre, ne s'y sont maintenues que grâce aux étroites vallées qu'elles suivent, couloirs colmatés par des argiles ou des tables de roc. Quant aux autres rios, ils sont à sec ou bien ne roulent qu'un mince filet liquide, serpentant au milieu de vastes lits, dont les alluvions ont été adroitement converties en potagers, qu'on ne saurait créer et irriguer ailleurs. Peu de belles sources. En outre, la plupart des fontaines pleurent avec parcimonie, et sont aussitôt mortes que nées. Les habitants s'abreuvent çà et là à des citernes où il leur faut puiser à la main. Une émergence a-t-elle pu être l'objet d'un captage? Le goulot en est oblitéré par un bouchon d'herbe ou de chanvre, afin d'éviter toute déperdition, son réservoir se vidant plus promptement qu'il ne s'emplit. L'absorption des eaux de surface s'opère dans le Haut-Aragon avec une telle activité qu'il existe sur sa lisière

méridionale un curieux alignement de résurgences vauclusiennes qui, en grossissant les rios au sortir de la montagne, leur permettent de faire un peu figure dans la Tierra Llana.

Du Cinca en rebroussant vers le Gallego se révèlent successivement : 1° la source de Lecina, où le rio Vero commence à avoir un courant pérenne; 2° la fuente de Mascun, qui draine la vallée de Rodellar et enfante le rio de Mascun; 3° la source de la Tamara, sur les bords de l'Alcanadre, au pied des gorges de la Peonera; 4° les deux résurgences del Cajigo et de la Covacha, sous Bastaras; 5° la Fuente Santa de San Cosme, qui augmente et se trouble quand il pleut abondamment; 6° la Gloriosa de San Julian, utilisée par la ville de Huesca; 7° la fuente de Cienfuens, qui triple le rio Flumen; et 8° la fuente del Forato, située au-dessus du pantano de Arguis et voisine d'une caverne, la cueva de San Clemente, émule de la cueva de Solencio, comme éruptions d'eau sporadiques.

Examen fait de toutes ces sources, on est frappé par la similitude d'aspect que présentent les fontaines de Lecina et de la Covacha. Toutes deux s'échappent entre des strates horizontales, par l'intermédiaire d'une diaclase, sur la berge et au niveau d'un rio, dans les graviers duquel se manifestent quantité de petits jaillissements accessoires; la roche seule diffère, qui est du poudingue à Bastaras et à Lecina du calcaire nummulitique.

A première vue, les sierras du Haut-Aragon sont une preuve visible et indiscutable du dessèchement croissant de la croûte terrestre. Puis, à force de les parcourir et de les étudier, une question se pose.

Cette région est-elle aussi absorbante qu'elle le semble, en vertu des phénomènes qui s'y produisent?

Eh bien non, et, à ce propos, je me range hardiment au nombre des savants qui, à l'instar de M. le professeur De Launay, déclarent que « la lenteur du phénomène de dessiccation du globe est telle que l'observation scientifique ne saurait, même en faisant appel aux plus lointains et aux plus vagues témoignages historiques, le saisir nulle part sur le vif (1) » et voici pourquoi.

Aussitôt que la pluie sévit dans les sierras du Haut-Aragon,

(1) E.-A. Martel, *L'Évolution souterraine*, Paris, Ernest Flammarion, 1908. 1 vol. in-18, pp. 100 et 101.

les rios y coulent régulièrement et abondamment : j'ai plusieurs fois été stupéfié par le mascaret formidable que le Barranco de Mascun, absolument aride en amont de sa célèbre fontaine, dégorgeait après deux jours de mauvais temps continu. De son côté, le rio Vero en pareille circonstance, remplit entièrement son lit, sans qu'aucune perte s'y manifeste, de Puimorcate à Lecina. Il est certain que sous l'effet d'un arrosage fréquent et périodique, les sources du Haut-Aragon, gonflées comme elles l'étaient jadis, émettraient un débit assez copieux pour que le rio Vero et le rio de Mascun existassent à partir de leur extrême origine, en dépit de l'infiltration, qui est patente néanmoins, qui joue son rôle, puisque les résurgences grossissent en même temps que les torrents récupèrent leur vigueur. Certaines crêtes sont très lapiazées, je le sais mieux que personne, mais dans les bas-fonds, où les argiles dominent, une réelle imperméabilité s'accuse, démontrée par les flaques d'eau qui y séjournent pendant quelque temps, à la suite d'une averse.

En réfléchissant à ce qui se passerait dans d'autres contrées, par suite de l'augmentation ou de la diminution des pluies actuelles, on comprendra mieux encore, et on ne doutera plus que la dessiccation dont souffrent les sierras du Haut-Aragon réside plutôt dans la faiblesse et la rareté de l'eau qu'elles reçoivent que dans la nature absorbante de leur sous-sol. Si les avens du comté d'York engouffrent toujours des ruisseaux, contrairement à ce qui se passe au pays des Causses, c'est surtout parce qu'il pleut plus fréquemment en Angleterre que dans le Languedoc. Qu'une longue et impitoyable sécheresse vienne à frapper le bassin de la Haute-Loire : les sources s'y étioleront, le courant du fleuve qu'elles alimentent s'affaiblira et présentera, entre les pertes de la Loire et le débouché du Loiret un lit pour ainsi dire à sec, parce qu'il n'y aura plus alors dans le fleuve que l'eau nécessaire pour faire fonctionner les pertes en question. Et cela, sans qu'il y ait eu déchéance hydrologique des montagnes des Cévennes ! En sens contraire, sous l'effet d'un ciel constamment pluvieux, la Lesse, dans les Ardennes, comme elle l'a déjà fait, traversera et contournera à la fois la colline de Han, et, dans le Grand Erg, l'Igharghar recommencera à inonder les Chotts, restes d'une mer intérieure algérienne que le commandant Roudaire voulait ressusciter par le percement du seuil de Gabès. Les oueds sahariens coulent en temps d'orage.

*

Nos soldats faillirent un jour être noyés par une crue de l'oued Mya, entre El Golea et le Touat.

Les déserts se sont créés là où il ne pleut plus ou presque plus. Avec un climat très humide, les dunes d'Afrique seraient, comme celles des Landes, au bord du golfe de Gascogne, couvertes de végétation et de pins. Les chameaux trouvent à pâturer dans les sables pour peu qu'il y pleuve. Lors de sa traversée de l'Algérie au Congo par le Tchad, la mission Foureau-Lamy a remarqué combien l'atmosphère désertique privée de vapeur d'eau contrastait, par sa pureté et par sa transparence, avec les ciels plombés de l'Équateur, patrie des grands lacs et des grands fleuves, où d'immenses forêts, inondées et surchauffées sans cesse, produisent une évaporation sans fin.

Nous voici donc amenés à conclure que *le dessèchement de certaines régions de notre planète résulte surtout de la diminution ou de la rareté des pluies qui y tombent* et non absolument de la nature *absorbante de leurs terrains.* Le débit d'une émergence est généralement — il peut y avoir des exceptions, — en raison directe des précipitations atmosphériques que son bassin d'alimentation reçoit. *Il n'y a plus de fortes sources dans les sierras du Haut-Aragon, parce qu'il n'y pleut plus fortement.* J'ajoute que le soutirage des eaux par les fissures du sol n'est pas un péril, mais un bienfait pour l'humanité. Ce phénomène a sa raison d'être. Non seulement il engendre les fontaines et les rivières, mais encore il maintient cette loi de constance qui veut que la vie sorte toujours de l'eau où elle prit naissance aux temps primitifs, car c'est à l'humidité du sol imprégnée par l'infiltration que nous empruntons — non comme les végétaux, mais d'une façon indirecte — l'eau dont notre corps est en grande partie composé, et où baignent littéralement les cellules vitales de notre chair. La terre imperméable ne serait qu'un caillou infécond.

En outre, les eaux absorbées ne sont pas actuellement perdues pour nous. Elles se rassemblent pour retourner à l'Océan d'où elles proviennent. Superficielles ou souterraines, les rivières ont le même sort. La Recca engloutie s'acharne à grossir la mer Adriatique. Car, dans l'écorce terrestre, l'eau infiltrée ne s'immobilise point au fond de crevasses abyssales, de manière à voir peu à peu augmenter son volume; elle circule au contraire et sans arrêt, repoussée par la chaleur interne; il ne s'en

élimine qu'une quantité minime due à l'oxydation permanente des bases de la lithosphère qui s'accroît — eau de carrière, de constitution des roches, — mais avec une lenteur inappréciable pour la science qui ne sait même pas établir exactement la durée d'une simple époque géologique, à laquelle, faute de base sûre, on peut accorder aussi bien des milliers que des milliards d'années.

Il est un fait reconnu : autrefois il pleuvait beaucoup plus qu'aujourd'hui. Ce sont, du reste, ces déluges d'antan qui, en rongeant, en décomposant, en triturant les plissements et les rochers du début, dans une succession merveilleuse de cycles, où les montagnes se transformaient en pénéplaines et les pénéplaines en nouvelles montagnes, ce sont ces déluges qui ont contribué à varier les sédiments et a accroître l'épaisseur du sol. Mais pourquoi cette dégénérescence? Elle tient d'abord à la diminution de l'océan qui ne couvre plus que les deux tiers du globe, et ensuite à l'affaiblissement de la chaleur que la terre recevait jadis et qui émanait : extérieurement du soleil qui, allant en se refroidissant sans cesse, a certainement perdu de sa force depuis la condensation de la nébuleuse terrestre, et intérieurement, du foyer central igné, qui, lui aussi, s'éteint peu à peu, et dont l'action se fait en outre moins sentir, par suite de l'augmentation en épaisseur de la lithosphère.

Pourquoi maintenant l'Océan a-t-il diminué? Parce que l'écorce terrestre, avec tout ce qu'elle fait vivre, s'est formée à ses dépens. Et ce sera toujours à ses dépens qu'elle augmentera par la suite. Telle est la raison pour laquelle la Terre épuisera ses ressources liquides, est appelée à les annihiler jusqu'à la dernière goutte, non par engloutissement dans son sein, mais par incorporation, par oxydation d'elle-même, si bien que lorsque le lit des mers sera complètement asséché, l'eau n'existera pas davantage dans l'intérieur du globe où elle aura été employée à l'expansion de la vie minérale et sans doute à créer d'autres vies que nous ne sommes pas en état de soupçonner. La Terre vit de nous comme nous vivons nous-mêmes d'elle, et c'est peut-être de là qu'est sortie la légende de Saturne dévorant ses propres enfants et s'en nourrissant.

On comprend alors que du moment où l'océan s'atrophie en masse et en étendue, l'évaporation continuelle dont il est l'objet s'affaiblit de même, c'est-à-dire qu'il se produit moins de vapeurs, moins de brouillards, moins de nuages, le soleil et notre planète

se refroidissant de concert. On ne peut guère expliquer autrement la faiblesse des pluies modernes comparativement à l'abondance des déluges primitifs. *Il y a eu déchéance météorologique du ciel.* Quant au phénomène de l'infiltration subi par la croûte terrestre, il n'est pour le moment, comme nous l'avons dit plus haut, qu'une circulation vitale, contribuant à l'accroissement de son épaisseur, et analogue à celle qui fait alternativement passer le sang par les veines et par les artères du mécanisme humain, l'atmosphère faisant office de cœur. Certes, un jour viendra où il n'y aura plus une goutte d'eau sur notre planète; c'est là le sort qui la menace, le destin qui la guette et qui l'attend, mais cette « marche à la lune », liée au refroidissement de la pyrosphère, ne s'accomplira qu'à travers des temps incalculables, et il serait dès maintenant quelque peu puéril de nous inquiéter, même pour les races futures, d'une échéance aussi lointaine et aussi noyée dans l'immensité des temps.

Ce dont nous avons à nous préoccuper par exemple, c'est du dommage irréparable que tout déboisement inconsidéré cause à l'hydrologie des terrains calcaires, régions que leur fissuration voue à la mort, quand la pluie n'y tombe plus que rarement, et où les arbres doivent être conservés avec soin pour entretenir et conserver des sources qui, autrement, seraient menacées de disparaître à chaque sécheresse.

Or, dans les sierras du Haut-Aragon, alors que ce qui reste de forêts mériterait d'être respecté comme des bocages consacrés aux dieux, le montagnard ne cesse de travailler à une déforestation qui consommera sa ruine, à lui qui, depuis le moyen âge, vénère un saint spécial, San Urbez, « abogado de la lluvia », à l'intercession duquel il a recours dès que le manque d'eau compromet ses récoltes ! D'un bout à l'autre de ce pays, sous la cognée des charbonniers et des bûcherons, tombent journellement des pins, des hêtres, des yeuses, des chênes, dont on n'oserait évaluer l'âge, et cela avec une inconscience inouïe, sans songer aux arrière-neveux, sans réfléchir que ces arbres ne fourniront point de rejetons, sans voir qu'ils ne pourront pas être remplacés, sans comprendre que les pentes rocheuses ainsi mises à nu seront brûlées davantage et ne produiront plus que des épines et des buis inutiles.

Et il ne faut pas invoquer l'espoir de reconstituer un jour, par un reboisement sauveur et méthodique, le manteau ver-

Cliché Lucien Briet

La Fuente de Lecina (Source du rio Vero)

Cliché Lucien Briet

La Fuente de la Tamara, près Morrano

Cliché Lucien Briet

La Fuente de Lecina (Source du rio Vero)

Cliché Lucien Briet

La Fuente de la Tamara, près Morrano

doyant que l'on aura par lambeaux arraché aux sierras ! La pluie ne les arrose plus assez abondamment, assez fréquemment, pour les féconder, pour leur fournir la fraîcheur indispensable à la plante et à l'épanouissement de son feuillage. Sans doute, quelques arbustes rejailliront sur certains versants regardant le Nord, plus riches en humus, moins exposés aux feux du soleil d'Espagne, mais en admettant que les circonstances les plus heureuses favorisent leur croissance, combien de temps leur faudra-t-il pour atteindre la taille, pour acquérir la grosseur des vieux géants, leurs ancêtres? S'il se constitua jadis sur ces rochers une silve puissante, ce fut à force de siècles et sous l'influence d'un climat qui n'existe plus. On ne reboise pas un terrain calcaire victime à la fois et de sa propre dessiccation et de l'aridité du ciel. Pour rendre aux montagnes lapiazées du Haut-Aragon leur antique parure silvestre, il faudrait que sous l'effet d'une humidité acide et constante le calcaire dénudé vît ronger sa surface, que cette surface ainsi décomposée et préparée se couvrît de lichens, que sur ces lichens pourris se greffassent des mousses, que ces mousses enfin, avec le concours de l'herbe, composassent une trame, un feutrage de racines où les graines des arbres pussent germer et se développer sans entraves.

Trouver le moyen de fertiliser les déserts existant sur notre globe serait une des plus belles conquêtes du génie humain. Mais pour cela, il faudrait être à même de diriger au-dessus d'eux, et régulièrement, les nimbus chargés de pluies que les vents entraînent, et qui leur accorderaient l'excédent d'un arrosage tombant avec trop de profusion ailleurs. Peut-être un jour, grâce à la navigation aérienne, parviendra-t-on à connaître mieux les vents, à dresser une carte de l'atmosphère analogue à celles qui indiquent les courants marins, mais sera-t-il jamais possible à l'homme de détourner ces fleuves d'air et surtout de les forcer, de les contraindre à se fondre en eau sur un point voulu? Il ne faudrait pas douter du progrès qui a déjà résolu tant de prodiges, mais actuellement, pour défendre les terrains calcaires contre la dessiccation qui les tue, nous n'avons pas d'autre moyen que de conserver religieusement les bois qui les recouvrent, surtout quand les conditions climatériques interdisent la reproduction des arbres abattus ou le reboisement des pentes et des plateaux soumis à la coupe.

Il est question des grottes de Bastaras dans le chapitre « ca-

vernas » du grand ouvrage de l'ingénieur Lucas Mallada (1). Cet auteur signale en outre, dans le voisinage de Solencio, deux autres grottes, la cueva de las Ovejas et la cueva del Melizar, cette dernière se réduisant à peu de chose « reducida à una fisura del terreno. » Quant à la caverne de las Ovejas, elle représente un vaste abri sous roche caractérisé par une entrée double que les pasteurs ont clos, en vue d'y parquer chèvres et brebis. Le catalogue de Puig y Larraz, *Cavernas y simas de España* (2), cite également, d'après Mallada, ces quatre grottes; et Chavés, et Solencio figurent encore dans le *Diccionario geografico* de Madoz. Ayant signalé les légendes dont l'auteur du *Viaje de Madrid à Panticosa* s'est fait l'écho, il ne me reste plus à rappeler que M. Albert Tissandier, au cours d'une excursion de six semaines à travers les montagnes de l'Aragon et de la Catalogne, jeta en 1889 un rapide coup d'œil dans les grottes de Bastaras; il s'était hospitalisé à Yaso. Deux articles touchant cette belle promenade ont paru dans *Le Tour du Monde* (3) et dans *La Nature* (4); en feuilletant ces deux revues, on trouvera, dans la première, un dessin de l'intérieur de la grotte de Chavés, improprement appelée « deuxième grotte de Solentia », et dans la seconde, une vue extérieure de la même caverne.

Un matériel complet, avec bateau démontable, s'impose pour achever l'exploration de la cueva de Solencio, et avec d'autant plus de rigueur qu'il faudra visiter aux environs plusieurs avens. Il sera très dispendieux de transporter le tout sur place. Avec Gavarnie comme point de départ, trois jours seront nécessaires par Broto, Albella, Rodellar et Morrano, et à condition d'organiser les étapes et de retenir des mulets d'avance. Partir de Huesca, le chef-lieu de la province, serait préférable. Alors, vingt-quatre heures suffiront pour atteindre Bastaras par la route de Barbastro, que l'on suivra jusqu'à Angués, où s'embranche le chemin muletier de Morrano. Si le ruisseau mystérieux du Solencio coule dans une diaclase praticable, il se pourra que l'on y trouve des cascades. La dénivellation entre la grotte et

(1) MALLADA, ouvrage cité, pp. 142 à 147.

(2) *Boletin de la Comision del Mapa geologico de España*, Tomo XXI (Tome I, segunda serie, 1894), Madrid, Est. tip. de la viuda é hijos de M. Tello, 1896, 1 vol. in-8°, pp. 165 à 166.

(3) *Le Tour du Monde*, n° 1523 du 15 mars 1890, p. 165.

(4) *La Nature*, n° 852 du 28 septembre 1889, p. 280.

la fuente de la Covacha s'élève à plus de 100 mètres sur une distance à vol d'oiseau de près d'une lieue.

Tels sont les renseignements que j'ai recueillis durant mon court séjour à Bastaras et qui doivent surtout être considérés comme les préliminaires d'une future exploration spéléologique du versant méridional de la Sierra de Guara.

IMPRIMERIE FRANCIS SIMON — RENNES

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 56. — JUILLET 1909

RECHERCHES SPÉLÉOLOGIQUES

DANS LA CHAINE DU JURA

Par E. FOURNIER

Professeur de Géologie et de Minéralogie à la Faculté des sciences de Besançon.

(10e Campagne 1907-1908).

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

34, RUE DE LILLE, 34

1909

RECHERCHES SPÉLÉOLOGIQUES

DANS LA

CHAINE DU JURA

PAR E. FOURNIER,

Professeur de Géologie et de Minéralogie à la Faculté des sciences de Besançon.

(10e Campagne 1907-1908).

I. — INTRODUCTION

La campagne de 1907-1908 a été surtout consacrée à l'exploration souterraine des plateaux, dans les environs de Salins, Arbois et Poligny et aussi à l'étude de quelques parties de la Haute Chaîne et des plateaux occidentaux.

De plus, grâce à l'initiative du Syndicat des Usiniers du Doubs nous avons pu reprendre en détail, en collaboration avec M. le professeur Schardt, de Neufchâtel, l'étude de la question des pertes qui se produisent dans la partie supérieure du bassin du Doubs; nous espérons même pouvoir, par la suite, exécuter dans ces pertes d'intéressantes expériences de coloration à la fluorescéine.

Enfin, une série d'études hydrologiques a été poursuivie dans diverses communes de Franche-Comté.

Hydrologie et Hygiène publique. — Nous constatons, avec plaisir, que la question si importante de l'alimentation en eau potable continue à préoccuper de plus en plus les municipalités réellement soucieuses de l'intérêt de leurs administrés et, en Franche-Comté, le salutaire mouvement en faveur de l'hygiène, que nous signalons ici depuis 1901, ne s'est pas ralenti un seul instant. A ce point de vue, les départements du Doubs et du Jura tiennent la tête avec 218 projets, pour 637 communes dans le Doubs, depuis 1901, et 142, pour 584 communes dans

le Jura, tandis que les départements voisins arrivent à peine à 1/3 de cette proportion : 66 pour 583 communes dans la Haute-Saône, 8 sur 106 communes pour Belfort. Durant cette campagne, nous avons encore eu à examiner 86 projets pour les divers départements de Franche-Comté, y compris le territoire de Belfort.

Les enquêtes sur la surmortalité dans les communes ont été poursuivies par les commissions sanitaires, notamment dans 15 communes pour la circonscription de Besançon. Nous ne citerons, au cours du présent travail, parmi les constatations faites au cours de ces enquêtes, que celles qui sont en relation directe avec les questions touchant à la spéléologie et à l'hydrologie souterraine des calcaires. Les dispositions de la loi de 1902 relatives aux fumiers commencent enfin à être mises en application dans le Doubs et le Jura.

Enfin, les eaux utilisées pour l'alimentation militaire vont être, d'après une récente circulaire, soumises à un examen géologique identique à celui qui était prescrit pour les adductions communales et des bureaux d'hygiène militaire viennent d'être constitués en conséquence.

Applications industrielles. — Dans notre précédent mémoire, nous avons déjà entretenu les lecteurs du *Spelunca* du projet Butticaz, consistant à dériver une partie des eaux du Doubs pour les déverser, avec une chute formidable, dans la vallée de la Loue, ce qui aurait certainement pour effet de priver d'eau tous les usiniers d'aval du Doubs, pendant les périodes de sécheresse.

Ces usiniers, qui ont déjà été si éprouvés par l'extraordinaire sécheresse de 1906, ont constitué un syndicat, dans le but non seulement de s'opposer à la réalisation de ce projet, mais encore de faire exécuter des travaux ayant pour objet de conserver au cours du Doubs toute l'eau qui lui appartient normalement et dont une partie disparaît actuellement au profit de la Loue, par des pertes qui s'accentuent chaque année de plus en plus. Nous avons déjà eu l'occasion de parler ici à maintes reprises de ces pertes (Voir *Mém. Soc. Spél.*, n°s 24, et 27, p. 8 à 11; n° 29, p. 3-4 et 18 à 29; n° 50, p. 8 à 13. Voir aussi *C. R. Acad.* 2 déc. 1901, p. 962. *Ann. de la Soc. de Géogr.*, t. IX, n° 45, p. 225. Paris, 1900).

Ayant été chargé, par le Syndicat des usiniers du Doubs, de faire, en collaboration avec M. le professeur Schardt, de Neufchâtel, l'étude des améliorations à apporter au régime du Haut-Doubs, nous avons pu reprendre en détail l'examen de toutes les pertes et nous avons rédigé sur cette question des rapports dont nous extrayons les quelques considérations suivantes, qui viennent compléter ce que nous avions déjà dit ici antérieurement :

Les pertes du lit du Doubs s'effectuent dans les régions suivantes :

a) Pertes entre la Cluse et Pontarlier (Environs de l'usine Pernod.)

b) Pertes près du viaduc, en amont d'Arçon, près du Pont d'Arçon et de *Maisons-du-Bois.*

c) Pertes du Drugeon, principalement en amont de Bouverans.

d) Pertes du lac de Chaillexon ou des Brenets.

Au point de vue géologique, il est remarquable de constater que toutes ces régions de pertes coïncident avec des zones dans lesquelles le cours d'eau creuse son lit dans les calcaires du Jurassique supérieur et surtout dans le Portlandien; l'explication de ce fait est toute simple : les calcaires en question sont les plus fissurés et aussi les plus solubles de la série Jurassique. Toutes les fois, au contraire, que le lit est constitué par le Néocomien, qui est calcaréo-marneux, il peut être considéré comme étanche.

Il s'ensuit que, pour remédier à la situation, il faut canaliser le Doubs, en canal étanche, dans les zones de pertes (zones calcaires) et créer, dans les zones étanches (zones marneuses) dont la topographie se prête d'ailleurs admirablement à cela, car ce sont des cuvettes synclinales, de vastes réservoirs servant de régulateurs.

a) Les pertes de la première zone se produisent toutes au voisinage et sous l'*usine Pernod*, dans les Alluvions et le Glaciaire remanié qui reposent en cet endroit sur le calcaire très fissuré du Portlandien; elles comprennent : 1° le puits perdu par lequel l'absinthe s'est écoulée vers la Loue, lors de l'incendie de l'usine le 11 août 1901 : ce puits est actuellement rebouché et occupé par une partie de la nouvelle construction; 2° les puits perdus creusés dans les caves actuelles de l'usine, dont trois

situés dans les caves n°s 1 et 2, fonctionnent très rapidement et sont à peu de distance de l'ancien puits; 3° une perte sur la rive gauche du Doubs, non loin de la turbine; elle est actuellement rebouchée d'une manière très imparfaite. Il est encore probable qu'il existe d'autres pertes, sous les Alluvions dont l'imperméabilité est très imparfaite. A *Pontarlier* même, au *pont des Augustins*, existe encore une perte.

b) Près d'*Arçon* et de *Maisons-du-Bois*, les pertes comprennent trois groupes : 1° Pertes près du *viaduc*, en *amont d'Arçon* : ce sont surtout des fissures de la berge et du fond du lit de la rivière formé de calcaire portlandien. Lors des grandes sécheresses, le lit du Doubs est à sec en aval de ces pertes qui absorbent alors la totalité du débit de la rivière; — 2° Pertes *près du pont d'Arçon*. Ces pertes sont encore plus importantes que les précédentes, et, presque chaque année, le lit du Doubs s'assèche à partir de cet endroit pendant un mois ou deux. Ces pertes se produisent soit sur les berges, soit sur le fond du lit du Doubs. L'une d'elles, située sur la rive gauche, a été maçonnée il y a quelques années;— 3° Les pertes « sous le *Bois de l'Herse* », situées sur la rive droite du Doubs, près de la limite des communes d'Arçon et de Maisons-du-Bois, sont *extrêmement importantes*; l'une absorbe au moins, à elle seule, une vingtaine de litres à la seconde, en très basses eaux, et elle s'élargit chaque jour, bien qu'on ait essayé naguère de la barrer au moyen d'une digue en pierres; on entend de loin le bruit que fait l'eau en se précipitant dans la profondeur du gouffre.

c) *Pertes du Drugeon*. Ces pertes se trouvent situées aux lieux-dits « aux *îlots* et au *Lac* », sur le territoire de la commune de Bouverans.

L'un des entonnoirs est transformé en un petit lac; l'autre, plus profondément entaillé, laisse voir le point de disparition de l'eau. Ils absorbent totalement la branche du Drugeon issue de l'étang de la Grande-Chaussée, situé sur la limite des communes de Bouverans et de Bonnevaux.

En basses eaux, le débit ainsi perdu pour le Doubs est à peu près la moitié de l'eau que charrie le Drugeon; les entonnoirs traversent une couche de tourbe, puis une assise de craie lacustre très tendre remplie de coquilles de mollusques d'eau douce, pour atteindre, dans la profondeur, le calcaire portlandien avec ses fissures absorbantes.

Ces pertes, et d'autres qui existent dans le voisinage, sont très probablement l'origine du cours d'eau souterrain que nous avons signalé au fond du puits de Jardel. Toute la plaine tourbeuse, entre le chalet Verran, l'étang de la Grande-Chaussée et l'oratoire du lac de Bouverans, était jadis un lac, au fond duquel la craie lacustre s'est déposée, et qui, grâce à l'ouverture des entonnoirs, s'est asséché progressivement et s'est transformé en tourbière. Le cours d'eau qui traverse aujourd'hui l'ancien fond du lac y a entaillé ses méandres de plus en plus, rendant plus complète encore la saignée opérée par les entonnoirs.

A ce même groupe de pertes, se rattachent géologiquement les entonnoirs des environs de Granges-Narboz, par lesquels se perdent, dans les fissures du calcaire portlandien, les eaux des tourbières situées à la limite des communes de Granges-Narboz et de Sainte-Colombe. Ces eaux, dont le débit est de 2 à 3 litres à la seconde, paraissent devoir aller rejoindre le cours souterrain du Puits de Jardel, et par suite la Loue. Dans la partie inférieure du cours du Drugeon, près de Bouverans, existent encore d'autres pertes.

d) Les pertes du *Lac de Chaillexon*, qui ont été mises en évidence lors de la sécheresse de 1906 par des expériences de coloration, sont restituées en aval au cours du Doubs.

Pour remédier à cette situation, nous proposions: 1° d'étudier en détail les résurgences de chaque groupe de pertes, à l'aide d'expériences de coloration; 2° de canaliser, en canal étanche, toutes les zones dont les pertes n'étaient pas restituées au Doubs en aval; 3° d'élever le niveau du Lac de Saint-Point de 3 mètres et de creuser un canal permettant de l'abaisser de 3 mètres au-dessous de son niveau moyen, de façon à créer une tranche d'oscillation de 6 mètres au total.

J'insiste particulièrement sur la nécessité de *canaliser* COMPLÈTEMENT les zones de pertes, en un canal de section suffisante pour écouler le débit minimum et en réservant le lit actuel pour les grandes eaux; en effet, si l'on se contente d'essayer d'obstruer les pertes les unes après les autres, on n'obtiendra jamais un bon résultat, car de nouvelles pertes s'ouvriront; en outre, on ne peut essayer de boucher hermétiquement les pertes qui, en temps de grandes eaux, deviennent des exutoires, les conduits souterrains étant insuffisants pour absorber tout le débit. Il faut, en outre, que le lit actuel *reste libre, avec ses pertes intactes*

pendant les grandes eaux, sans quoi l'obstruction locale des pertes *aggravera* les inondations d'aval et troublera considérablement le régime de la Loue; il ne faut donc pas se contenter de demi-mesures, qui ne peuvent avoir, à tout point de vue, qu'un résultat déplorable.

La réalisation de ces travaux est d'autant plus urgente que les travaux d'installation de force électrique au Refrain, en aval du saut du Doubs, sont en voie d'achèvement et que le bon fonctionnement de ces usines, qui vont distribuer dans la région une force motrice considérable, est évidemment subordonné à la stabilité du régime hydrologique du cours d'eau.

Une foule d'autres usines riveraines du Doubs sont également intéressées à leur réalisation, et, parmi les 86 usines riveraines du Doubs, jusqu'à son confluent avec la Loue, nous citerons surtout les usines Vandel, Pernod, de la Grande-Oie, d'Arçon, de Maison du Bois et de la Loie-Longue (usines Michel), de Montbenoit, d'Entreroche, de Remonot, de la Rasse, d'Etoz, de la Goule, de Bellefontaine, de Montjoie, de Saint-Hippolyte, de Pont-de-Roide, de Mathay, de Mandeure, de Bourguignon, etc.

Quelques-unes d'entre elles sont même obligées de chômer pendant plusieurs mois, pendant les années de sécheresse.

Aménagements. — Sur ma demande, appuyée par le Comité des sites et monuments pittoresques du Doubs, le Touring-Club de France a bien voulu accorder à la commune de Mouthier une subvention pour construire une passerelle, sur la rive droite de la Loue, mettant en communication directe la passerelle de Baume-Archée avec la grotte du Pontet, ce qui permet aujourd'hui de faire beaucoup plus facilement et en beaucoup moins de temps la visite des grottes de Baume-Archée, du Pontet et de la grotte des Faux-Monnayeurs ou de la Vieille-Roche.

Pour parfaire encore l'aménagement, il ne resterait plus qu'à établir un escalier, suivi d'un sentier, pour relier l'ouverture supérieure de la grotte des Faux-Monnayeurs avec la route de Pontarlier.

Statistique spéléologique et hydrologique du département du Doubs. — La statistique spéléologique et hydro-

logique que nous avons entreprise depuis douze années, dans le département du Doubs, est aujourd'hui achevée pour 495 communes sur 637 que comporte le département. Le même travail a été amorcé pour les départements du Jura et de la Haute-Saône.

HYGIÈNE ET REBOISEMENT. — L'attention des pouvoirs publics a été appelée, à différentes reprises, sur la nécessité de procéder au reboisement des régions calcaires soumises au régime des érosions souterraines. La chaîne du Jura, qui possède encore de belles forêts, est une de celles qu'il est encore possible actuellement de sauver du désastre sans faire de trop grandes dépenses.

Les zones les plus dangereuses, au point de vue du déboisement, sont celles qui avoisinent immédiatement les sources et résurgences, car, si on laisse déboiser ces zones, le régime hydrologique s'en ressent immédiatement et devient torrentiel; si, au contraire, on reboisait, même sur un rayon restreint, les terrains environnant les sources et les résurgences, le régime serait immédiatement régularisé : il suffit souvent, pour obtenir ce résultat, de reboiser sur un rayon d'une centaine de mètres au maximum. Or, toutes les fois qu'une source se trouve dans une région cultivée, nous demandons dans notre rapport géologique la création d'une zone de protection, qui doit être REBOISÉE; les dimensions de cette zone de protection sont variables, suivant la disposition topographique et géologique du terrain, mais, en moyenne, cette zone couvre une surface de 2 500 à 3 000 mètres carrés. Or, pour les départements du Doubs : 218 projets, Jura : 142, Haute-Saône : 66, soit en tout 426 projets, plus d'un tiers, soit environ 150, n'ont été admis que sous réserves expresses de la création d'une zone de protection.

Si les prescriptions des rapports géologiques AVAIENT ÉTÉ SUIVIES, on aurait donc obtenu, en Franche-Comté, depuis 1901, le reboisement de 375 000 mètres carrés dans les zones *les plus dangereuses* et dans des points où il sera impossible d'obtenir autrement le reboisement, puisque ce sont des TERRAINS CULTIVÉS.

Au point de vue de la régularisation du régime, on aurait certainement obtenu un résultat supérieur à celui que l'on réaliserait en reboisant une surface dix fois plus grande sur des

crêtes calcaires ou dans des pâturages. Malheureusement, *presque nulle part*, les prescriptions relatives aux zones de protection ne sont observées, et l'on n'obtiendra, à ce point de vue comme à bien d'autres, un résultat pratique que lorsque le géologue sera appelé à vérifier le projet, avant la réception des travaux, à laquelle il aurait le droit d'opposer un veto formel en cas de non-exécution des prescriptions indiquées relativement au captage et à la zone de protection.

De grands progrès ont été réalisés, depuis la circulaire de 1900 et la loi de 1902, mais il existe encore des abus intolérables. Dès qu'elles sont en possession d'un rapport favorable, certaines communes agissent à leur guise, sans tenir aucun compte des prescriptions du rapport. Nous avons même vu une commune tenter de se servir d'un rapport favorable, rédigé au sujet d'une source, pour en capter une autre qui avait été refusée ! !

II. — Zone des Plateaux occidentaux et des Avant-Monts.

Au-dessous du village d'*Audeux*, à la limite entre le Bajocien et le Toarcien, s'écoule une résurgence qui alimente un lavoir et sort d'une galerie souterraine naturelle. Nous avons pu pénétrer dans cette galerie et l'explorer en détail; au moment de notre visite (5 avril et 3 mai 1908), faite en compagnie de MM. Rémond, avoué à Besançon, le capitaine Gérard, Petit-Laurent, Fumex, Hudelot, Virieux, étudiants, et M. l'Adjoint d'Audeux, cette résurgence débitait environ deux litres à la seconde.

Le parcours de la première partie de la galerie ne présente pas de difficultés et, à environ 60 mètres de l'entrée, on arrive au confluent de deux galeries renfermant chacune un ruisselet, dont la réunion constitue le cours d'eau alimentant la résurgence. En remontant la galerie de gauche, on arrive, au bout de 150 mètres environ, à une fissure assez étroite dans laquelle on peut encore remonter et qui donne accès dans une autre fissure qu'il faudrait déblayer pour pouvoir poursuivre plus loin l'exploration. La branche de droite, beaucoup plus sinueuse que la précédente, peut être parcourue sur une longueur d'environ 350 mètres ; elle est extrêmement étroite, on ne peut

l'explorer qu'en rampant presque continuellement dans l'eau à

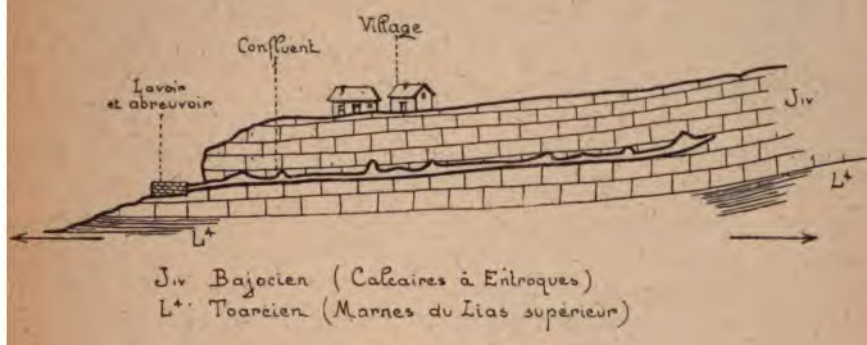


FIG. 1.

Plan schématique de la grotte résurgence Audeux, repéré approximativement par rapport au plan d'assemblage du cadastre

FIG. 2.

plat ventre; très rares sont les points où l'on peut se redresser pour se reposer un instant, aussi cette exploration est-elle

extrêmement fatigante. Vers l'extrémité, on voit l'eau suinter sous des éboulis et dans des fissures et la galerie se termine en cul-de-sac par une pente ébouleuse d'argile et de blocs calcaires mélangés; en certains points, dans les parties les plus élargies, on observe de fort belles stalagmites.

Nous avons pu suivre, à la surface du sol, une série d'effondrements qui jalonnent le tracé de la galerie de gauche et du cours d'eau qui la parcourt.

La grotte-résurgence d'Audeux pourrait donner lieu à une application pratique intéressante : après en avoir relevé le plan à l'échelle, on pourrait établir, au-dessus de la galerie qui passe le plus à proximité du village, et dans un point où l'on n'aurait plus de contamination à redouter, un puits retombant sur le cours d'eau souterrain. En établissant un barrage en aval, on créerait, au fond de ce puits, une réserve d'eau sans cesse renouvelée et sur laquelle on pourrait établir une pompe élévatoire qui assurerait l'alimentation du village.

A *Geneuille*, le village est alimenté par une résurgence contaminée paraissant provenir d'Auxon-Dessus; une autre résurgence plus gravement contaminée encore, se trouve au-dessous du village et paraît avoir la même origine.

Au-dessous du village de *Cordiron*, à la limite entre le Bajocien et le Toarcien, nous avons visité une intéressante résurgence qui alimente un abreuvoir. Cette résurgence, qui provient de la région des Grands Bois et des bois des Rosiers et de la Récompense, est actuellement très contaminée par les infiltrations du village; il serait possible de la recouper en dehors de la zone de contamination, mais, pour l'utiliser, il faudrait l'élever et faire des travaux dont l'importance serait hors de proportion avec les ressources de la commune : il existe, d'ailleurs, dans les environs, d'autres sources à un niveau assez élevé pour pouvoir être amenées directement et à beaucoup moins de frais, au village.

A *Cuse* et *Adrisans*, nous avons examiné pour l'alimentation du village une petite exsurgence alimentée par un plateau Bajocien et jaillissant à la limite entre le Bajocien et le Toarcien.

Nous avons déjà signalé ici le mode d'alimentation de la résurgence qui alimente *Baume-les-Dames*, et mentionné les expériences de coloration qui ont établi l'existence de la cour-

munication avec le sentier des Bannards et le plateau de Saint-Ligier. Des mesures ont été prises pour empêcher l'absorption des purins et eaux résiduaires. De plus la municipalité fait actuellement exécuter des travaux pour remonter la source en galerie et éviter ainsi les contaminations les plus immédiates, et notamment celles provenant du cimetière. En exécutant ces travaux, on a découvert, dans la source, des monnaies romaines du Ier siècle avant Jésus-Christ.

En outre, on a capté dans le tunnel du chemin de fer une petite source de bonne qualité qui pourrait permettre aux habitants de s'approvisionner en eau pure pendant la durée des travaux.

Près de *Soye*, nous avons pu étudier d'une façon complète la zone d'alimentation des résurgences qui jaillissent dans le village et sont par suite gravement contaminées. Le cours d'eau qui les alimente est jalonné par une série d'effrondrements qui longent, au Sud-Est, la route de Mancenans; tous ces effondrements s'ouvrent à la base des marnes oxfordiennes et pénètrent ensuite dans le Bathonien supérieur : l'un d'entre eux mesure environ 8 mètres de profondeur. Au-dessous du bois de la Côte, une petite source, qui prend naissance à la base du Rauracien, s'écoule sur les pentes des marnes oxfordiennes et vient ensuite se perdre dans un de ces entonnoirs. Un deuxième cours souterrain contribuant à alimenter les résurgences vient de la direction de la Combe aux porcs.

Près de *Laire*, des travaux de recherche dans l'Astartien ont mis à jour une source qui jusqu'ici n'émergeait qu'en temps de grandes eaux et qui assurera l'alimentation du village de Raynans en eau potable. La fontaine qui alimente le village de Laire est également une exsurgence dans l'Astartien. Ses eaux, réunies à celles des sources voisines, forment un ruisseau qui se perd dans un entonnoir pour aller vraisemblablement ressortir dans la grande résurgence que l'on observe sur la rive gauche de la vallée, entre Issans et Allondans.

A *Bondeval*, une importante exsurgence qui alimente le village pourrait aussi contribuer à alimenter Valentigney.

Près de Belfort, nous avons visité la grotte de *Cravanche*, bien connue par les nombreux restes préhistoriques qu'elle a fournis. Cette grotte, qui est aménagée, se compose de deux branches dont la longueur totale est d'environ 150 mètres;

elle est creusée dans le Bathonien moyen. On y trouve des ossements et des objets préhistoriques. (Voir Dr Cabis, *Bull. de la Soc. d'Emul. de Belfort*, nº 11, 1892, et *Feuille des Jeunes naturalistes*, nº 264, oct. 1892, p. 242.)

Au nord de Montbéliard, près de *Béthoncourt*, la belle Fontaine du Bois Bourgeois est une exsurgence fournissant des eaux de très bonne qualité; elle est alimentée par la région boisée des forêts de Montevillars.

III.— Région des Grands Plateaux; Plateaux des environs de Salins, Arbois et Poligny.

Près de *Sancey-le-Long*, une résurgence qui prend naissance à la surface des marnes oxfordiennes n'est autre chose que la réapparition du trop-plein des fontaines et des eaux résiduaires du village de Belvoir et est par suite inutilisable pour l'alimentation publique; de petites exsurgences, à la limite entre l'Oxfordien et le Rauracien fourniront, par contre, une eau de bonne qualité. Dans le Bathonien, il existe au nord du village, un petit gouffre.

A *Gonsans*, le plateau Rauracien de Raseberge donne naissance à deux exsurgences qui vont être utilisées pour l'alimentation du village.

Nous avons pu recueillir de nouveaux renseignements sur la *Baume d'Ahon*, à *Naisey* : cette cavité serait une grotte-gouffre d'une assez grande profondeur; il existerait aussi d'autres gouffres importants au voisinage. Les expériences de coloration ayant démontré que le territoire de Naisey fait partie du bassin d'alimentation de la source d'Arcier, l'exploration de ces cavités promet d'être intéressante; nous avons l'intention de l'entreprendre prochainement.

A *Dampierre-sur-le-Doubs*, une importante exsurgence jaillit dans le Rauracien, le long du chemin des Petits-Bans : elle est alimentée par le plateau du Rond-Bois.

Près d'Étalans, au sud-ouest du village de *Fallerans*, existent deux exsurgences dans l'Astartien : l'une d'elles est utilisée pour l'alimentation du village de Fallerans; quant à l'autre, la commune d'Étalans se propose de la capter pour assurer son alimentation. Ce qui fait l'intérêt spécial de ces exsurgences, c'est

qu'elles donnent naissance à un ruisseau, qui ne tarde pas à se perdre, en aval, dans le thalweg d'une importante vallée sèche qui témoigne d'un régime hydrologique passé beaucoup plus abondant que le régime actuel. Il existait encore, il y a peu d'années, un moulin alimenté par les eaux de ce ruisseau aujourd'hui desséché; il est probable que ces eaux vont ressortir à Plaisir-Fontaine.

A *Cademène*, il existe des entonnoirs dans le Bathonien supérieur et une grotte dans le Bathonien moyen, sur la rive droite de la Loue.

Au Nord de *Cussey-sur-Lizon*, dans le Rauracien, s'ouvre un gouffre, dit gouffre de la Barme, que l'on prétend très profond.

Nous avions déjà signalé ici l'important gouffre du *Creux de la Baume*, à Sainte-Anne. Nous en avons commencé l'exploration

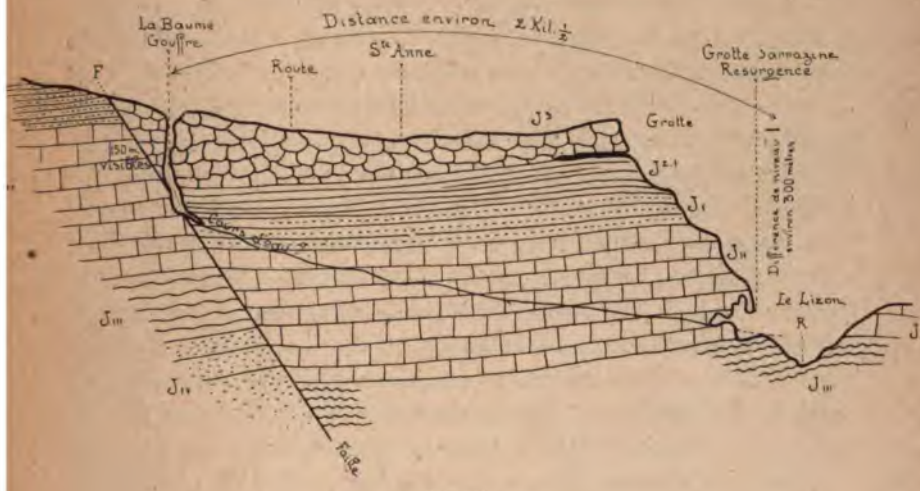


Fig. 3.

avec la collaboration de M. Magnin, doyen de la Faculté des Sciences; M. Léonce Magnin; Mlle Maillarboz; MM. Rémond, avoué à Besançon; Colle, ingénieur, ancien élève de la Faculté; M. le capitaine Gérard; M. Piroutet, licencié ès sciences; MM. Petit-Laurent, Virieux, Naudet et Sollaud, étudiants. Le gouffre débute par un large entonnoir boisé, le long duquel on descend jusqu'à une profondeur verticale d'environ 25 mètres, puis, un à-pic de 15 mètres amène sur une plate-forme d'où l'on domine le fond

du gouffre. D'après le temps que les pierres mettent à tomber au fond, nous avons calculé qu'il y a au moins 110 à 120 mètres de verticale entre la plate-forme et le fond, ce qui porte à 150 mètres la profondeur totale; ce gouffre est donc un des plus importants de la région. On entend, au fond, un bruissement qui paraît indiquer la présence d'un cours d'eau. N'ayant pas un matériel suffisant pour tenter une pareille descente, nous avons été obligés de remettre à une prochaine campagne l'exploration complète; d'après la structure géologique, il paraît certain que ce gouffre communique avec le cours d'eau souterrain qui vient ressortir dans la Grotte Sarrazine, ainsi que le montre la coupe ci-dessus.

A *Villers-sous-Chalamont*, existe une grotte intéressante, la *Baume des Curés*, creusée dans le Rauracien; son exploration fait partie du programme de notre prochaine campagne.

A *Levier*, existait autrefois une source, dite *de la Doye*; depuis la construction des égouts, cette source, qui était d'ailleurs très gravement contaminée, a disparu. Dans les égouts en aval de la Scierie on retrouve un ruissellement correspondant à une partie des apports qui alimentaient autrefois cette source. Des travaux exécutés récemment ont permis de recouper le reste des eaux de l'ancienne source. A l'Est de Levier, dans la combe Fenal, on voit apparaître, en temps de grandes eaux, des résurgences temporaires qui ont même donné naissance à de petits monticules en forme de tumuli. Ces résurgences temporaires correspondent certainement à de petits cours d'eau souterrains permanents qu'il serait possible de recouper, en faisant des travaux de recherche. Un puits, exécuté récemment, a retrouvé l'eau à 12 mètres de profondeur.

Près de *Pupillin*, nous avons exploré le petit gouffre du *Creux du Bioulet*, creusé dans le Bajocien. Bien qu'il soit indiqué sur la carte d'état-major, il est à peu près insignifiant, car il ne mesure qu'une douzaine de mètres de profondeur. Son orifice, très étroit, permet cependant assez facilement le passage du corps.

Plus au Sud-Est, dans la forêt, à 3 kilomètres environ à l'O.-S.-O. de l'*auberge du Bief de Corne*, s'ouvre le gouffre de la Fosse, qui est un des plus importants du plateau.

Dans une première exploration, le 26 janvier 1908, effectuée en compagnie de MM. Braud et Fr. Hétier, d'Arbois, MM. Petit-

Laurent et Sollaud, étudiants, et de M. Rémond, avoué à Besançon, ce dernier avait pu parvenir à une quarantaine de mètres de profondeur. Étant donnée la très grande difficulté des moyens de communication, nous n'avions pu transporter au bord du gouffre, à l'aide d'un traîneau, qu'un matériel relativement restreint, qui ne nous avait pas permis de pousser, pour cette fois, plus profondément la descente. Désireux d'achever cette exploration d'une façon complète, nous avions entreposé notre matériel à l'auberge du Bief de Corne, située à environ trois kilomètres du gouffre. Le 23 mai 1908, nous revenions à la charge avec un matériel plus complet. Grâce à l'extrême obligeance de M. Boilley, maire d'Arbois, le matériel était complété par deux forts câbles de 100 mètres et était transporté sur le bord du gouffre. Je laisse ici la parole au journal de Poligny, *la Gazette jurassienne*, qui a bien voulu publier un compte rendu de l'excursion :

Exploration de l'Abime de la Fosse.

« Dimanche dernier, une double excursion, géologique et botanique, était projetée à Arbois, sous la direction de MM. Fournier et Magnin, professeurs à la Faculté des sciences de Besançon. La municipalité était désireuse de faciliter, autant qu'il était en son pouvoir, les recherches scientifiques de ses hôtes d'un jour. Une bonne journée s'annonçait donc pour tous ceux qui s'intéressent à ces recherches. Mais le temps ne voulut pas se mettre de la partie, et c'est sous la pluie persistante qu'une partie du programme seulement fut remplie.

« Le but de l'excursion géologique était l'étude de la *Fosse*, à trois kilomètres du *Bru de Corne*, à la limite des forêts d'Arbois et de Molain. On devait se rendre compte si cette profonde « *lazine* » se continuait à la partie inférieure par des galeries, si le trou béant était un de ces « *jalons* » qui laissent supposer l'existence d'un cours d'eau souterrain et en révèlent la direction, et enfin si des eaux ainsi cachées pouvaient donner naissance à ces résurgences ou « fausses sources » qui alimentent souvent d'eau contaminée les populations mal renseignées et généralement trop confiantes. Une expérience de coloration à la fluorescéine eût été démonstrative à cet égard.

« Vers dix heures, les préparatifs sont terminés. Les abords de la *Fosse*, couverts de broussailles, ont été dégagés par le service forestier, une tente abrite les personnes chargées de la manœuvre, les échelles de corde sont tendues, les cordages sont déroulés, le téléphone est préparé. Chacun prête son aide et se trouve à son poste. Ce sont : MM. Boilley, maire d'Arbois; Braud, architecte; Fuschs et Richard-Bloch, professeurs au lycée de Lons-le-Saunier; Fumey, professeur au collège d'Arbois; Rémond, avoué à Besançon; Hudelot et Petit-Laurent, étudiants, ainsi qu'un jeune Russe qui s'était joint à l'expédition; Rondot, brigadier forestier, Dôle, Bouiller et Baveux, gardes forestiers; Mme Richard-Bloch, qui a tenu à accompagner son mari.

« Mme Richard-Bloch a fait preuve d'une superbe endurance, en supportant crânement une pluie battante pendant plus de huit heures, auprès du gouffre, après une marche en forêt, par un temps atroce, des monts de Poligny aux monts d'Arbois. Et tout cela, avec un charmant sourire qui n'a cessé que pendant la descente de M. Richard-Bloch dans l'abîme.

« M. Rémond, familier à ce genre d'excursions, compagnon fidèle de M. Fournier dont il partage l'endurance, s'avance; il est ceint de cordes qui, dans un instant, le tiendront suspendu dans le vide, puis la descente commence. On entend les ordres qu'il donne d'abord de vive voix, puis les appels deviennent une résonnance confuse, le téléphone seul le met en relation avec l'extérieur; puis l'instrument lui-même, sali par l'eau boueuse, ne donne plus que des renseignements incertains; on est dans une attente anxieuse, l'instant est solennel...

« Enfin, le signal de la remonte est donné; chacun tire sur les cordes enduites de glaise et, après quelques minutes d'effort en commun, M. Rémond apparaît, mais, dans quel état!... La descente a duré 45 minutes. M. Rémond donne alors quelques détails. La *Fosse*, dont l'orifice, de quelques mètres de large, s'ouvre au fond d'un vaste entonnoir, descend à peu près à pic en une sorte de cheminée plus ou moins régulière jusqu'à un palier incliné qui se trouve à 40 mètres de profondeur; la cavité s'élargit alors en voûtes et donne accès dans deux nouvelles fosses, dont celle explorée, sèche au fond, peut atteindre une profondeur de 70 mètres depuis la surface; la seconde fosse a été visitée en 1882 par M. Charles Paris, qui était descendu y rechercher le cadavre d'un suicidé. Le fond de ces deux fosses

repose sur les couches marneuses du Bathonien inférieur et aucune galerie n'a pu être découverte.

« M. Richard-Bloch veut tenter une nouvelle descente, mais, arrivé au palier, le ruissellement des eaux devient si abondant qu'il lui est impossible de s'éclairer et la remontée est nécessaire.

« L'opération est terminée. Le matériel est chargé sur un camion; on se presse encore une fois autour d'un grand feu clair pour réchauffer ses doigts gourds et sécher ses vêtements, et, sous la pluie toujours serrée, de plus en plus pénétrante, mais qui n'atteint pas la bonne humeur des excursionnistes, se donne le signal du départ... »

(*Gazette Jurassienne*, n° 221, 30 mai 1908.)

Plus à l'Ouest, entre le Bief de Corne et Poligny, existent encore de nombreux gouffres; celui situé près du Bief de Corne ou de la Pissière a déjà été exploré il y a quelques années par M. Viré, qui a donné un compte rendu de cette exploration : celle-ci ayant été très complète, nous avons jugé inutile de la recommencer. Ce gouffre a 62 mètres et se termine par des éboulis touchant la roche.

Dans la forêt de Poligny, nous en avons nous-même exploré naguère un assez grand nombre. (V. *Spelunca*, n° 27, pp. 32 et 33.) Mais aux environs de Molain, nous en signalions déjà ici même (*Spelunca*, n° 50, p. 40) un certain nombre encore inexplorés. Le plus important est celui de *la Baume*, dont nous avons pu effectuer l'exploration cette année. Nous extrayons de la *Gazette Jurassienne* le compte rendu de cette excursion.

« Le 7 juin 1908, une excursion géologique et spéléologique était organisée par M. Fournier, professeur de géologie et de minéralogie à la Faculté des sciences de Besançon, dans le but d'explorer le gouffre de la Baume de Molain, un des plus profonds du plateau.

« M. Gagneur, avoué à Dôle, propriétaire à Molain, avait bien voulu faciliter la tâche des excursionnistes en faisant transporter le matériel d'exploration (cordes et échelles de cordes) jusqu'au bord du gouffre.

« Les excursionnistes, après avoir effectué à pied le trajet de Poligny à Molain, par des sentiers de montagne leur permettant d'observer la structure géologique de la région, arrivaient vers

midi à Molain, où Mme et M. Gagneur leur offraient la plus gracieuse hospitalité. Après déjeuner, le groupe des excursionnistes, composé de Mme et M. Gagneur; Mme et M. Bel, agent-voyer à Levier; M. le Maire de Molain; M. Fournier, professeur à la Faculté; MM. les capitaines d'artillerie Bordeux et Gérard; M. Rémond, avoué à Besançon; MM. Petit-Laurent et Hudelot,

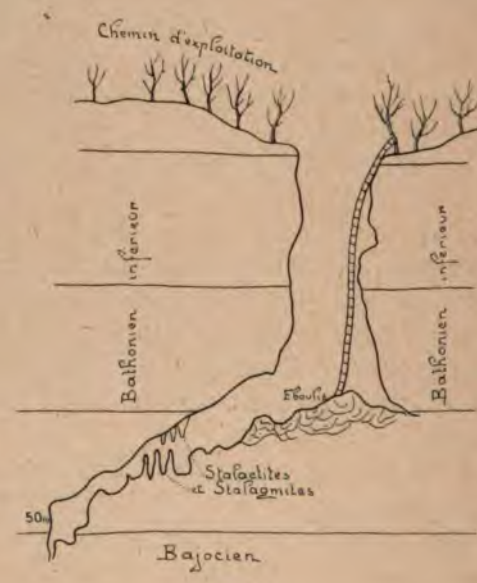


Fig. 4.

étudiants, accompagnés de plusieurs habitants de la commune de Molain, se rendaient sur le bord du gouffre.

« Après avoir fait placer les échelles, M. Fournier s'attachait et effectuait la descente. A 35 mètres de verticale, il prenait pied sur un énorme cône d'éboulis d'où partent trois galeries divergentes: la galerie médiane, en pente très forte, coupée de plusieurs petits à-pic, amenait l'explorateur à une profondeur totale d'environ 50 mètres; celle de gauche a une profondeur à peine inférieure. Ces deux galeries se terminent en cul-de-sac, mais leur sol est orné de superbes stalagmites, dont l'une ne mesure guère moins de trois mètres de hauteur. Quant à la galerie de droite, elle est peu profonde.

« Le gouffre traverse la partie inférieure du Bathonien et s'arrête sur la Bajocien supérieur; il n'existe malheureusement pas de circulation d'eaux souterraines, mais il paraît probable que ce gouffre appartient au même bassin alimentaire que celui de la Fosse. »

Il y a encore, paraît-il, non loin du gouffre de la Fosse un autre gouffre dont l'entrée, très étroite, a été rebouchée à l'aide d'un rocher. On nous signale également, dans le bois, à 2 kilomètres au Sud de Molain, une grotte qui serait, dit-on, très profonde, et deux petits gouffres.

FIG. 5.

Le 19 juillet 1908, nous avons renouvelé l'exploration de la superbe grotte des *Planches*, près Arbois. Les excursionnistes se divisent d'abord en deux groupes : le premier groupe, comprenant MM. Boilley, maire d'Arbois; Fournier, Braud, architecte, Petit-Laurent, Rémond, Fumey, étudiants, vont examiner la résurgence de droite qui, dans l'état actuel des eaux, est impénétrable. M. Boilley y a fait exécuter naguère quelques travaux qu'il faudrait poursuivre pour pouvoir aller plus profondément. Le deuxième groupe, sous la direction de MM. Fr. Hétier et Lascoux, ingénieur agronome, pénètre dans la grotte principale et est bientôt rejoint par le premier groupe; les uns s'avancent alors dans la galerie de la rivière, les autres dans la galerie sèche, puis une partie des excursionnistes remonte à l'extérieur pour atteindre l'entrée supérieure découverte par M. Fr. Hétier. Cette entrée supérieure est très étroite et il faut

y pénétrer à plat ventre; on arrive dans une petite galerie dans laquelle M. Fr. Hétier a découvert des ossements et un vase qui paraît appartenir au premier âge du fer. Au fond de cette galerie, on aboutit à un petit gouffre assez régulièrement circulaire qui descend dans la voûte de la salle d'entrée de la grotte principale, ainsi que le montre la coupe ci-après.

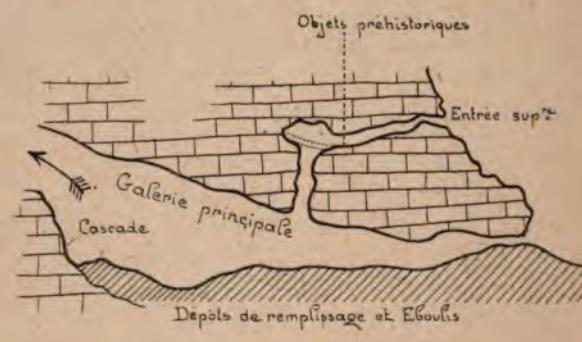


FIG. 6.

Cette galerie supérieure peut donc permettre de pénétrer dans la grotte, même en temps de grandes crues, lorsque l'entrée principale est obstruée par l'eau; il faudrait alors établir une passerelle, permettant d'atteindre depuis là le sommet de la cascade intérieure.

HAUTE-CHAINE.

La ligne de tramways de Morteau à Maiche, prolongée en juillet 1908 jusqu'à Trévillers, permet aujourd'hui d'accéder avec beaucoup plus de facilité dans toute une région de la Haute-Chaîne, que, jusqu'ici, nous n'avions pu étudier d'une façon très détaillée au point de vue spéléologique, à cause des difficultés des moyens de communication; l'étude de cette région, commencée dans les deux précédentes campagnes, a été continuée cette année.

Près de Mancenans, les grottes de l'*Hermitage* sont creusées dans le Rauracien. Elles présentent une double entrée : AB; une petite galerie latérale vient encore se brancher sur la deuxième entrée et ressort aussi de la première entrée.

Enfin, à une cinquantaine de mètres à l'est, s'ouvre un vaste abri. On a trouvé dans ces grottes des ossements d'ours des

cavernes. (V. PETEAUX, *Soc. Anthrop. de Lyon*, t. V, p. 249, 1886.)

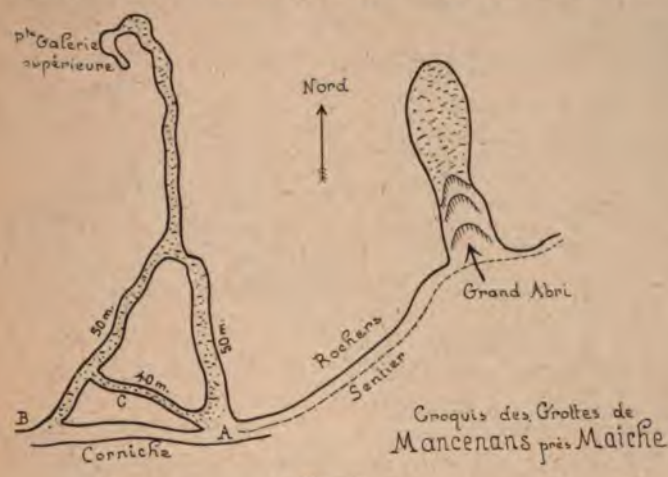


FIG. 7.

Au-dessus des grottes de Mancenans, presque dans le thalweg, à la limite de la commune d'Orgeans, s'élève une curieuse pyramide rocheuse ruiniforme que l'on désigne dans le pays sous le nom de *Château du Diable* et au pied de laquelle jaillit une importante exsurgence. A Orgeans, il existe deux gouffres dans le Bathonien.

Le Ruisseau du Moulin des Seignes, à Trévillers, se perd dans une goule pénétrable qui est, dit-on, très profonde et va peut-être ressortir sur la rive gauche de la vallée du Doubs.

A 1 kilomètre environ au Nord du Mémont, nous avons visité, en compagnie de MM. le capitaine Gérard, Petit-Laurent et Sollaud, étudiants, une grotte creusée dans le Rauracien et qui avait la réputation d'être très profonde; elle n'a, en réalité, qu'une centaine de mètres et descend avec une pente assez régulière dans le plan des couches.

D'abord peu sinueuse, elle ne tarde pas à s'infléchir sur la gauche; on traverse un petit ressaut et l'on arrive à l'extrémité; sur la droite, une pente abrupte, avec des stalagmites, permet encore de monter dans une petite galerie qui se termine en cul-de-sac au bout d'une quinzaine de mètres. La grotte de Mémont a fourni autrefois des ossements d'ours des cavernes. (V. *Annuaires du Doubs*, 1876, p. 265. Elle a été, pendant les périodes tertiaires et quaternaires, un des exutoires du bassin fermé du

Mémont, qui est bordé de marnes oxfordiennes et dont l'écoulement s'effectue aujourd'hui par des entonnoirs creusés dans le Bathonien (1).

Près de *Mont-de-Laval*, nous avons examiné une exsurgence assez abondante qui prend naissance dans le Kimméridgien et qui est destinée à assurer l'alimentation en eau potable du hameau du Tonnot.

Ces eaux se perdent en aval pour aller probablement ressortir au-dessous du village.

A *Ouhans*, une exsurgence, près de la Grange de Sept Fontaines, dans le Rauracien, et une autre dans le bois situé entre la Grange de Sept Fontaines et Ouhans, vont être captées pour alimenter cette dernière localité; leur bassin d'alimentation est entièrement boisé et inhabité.

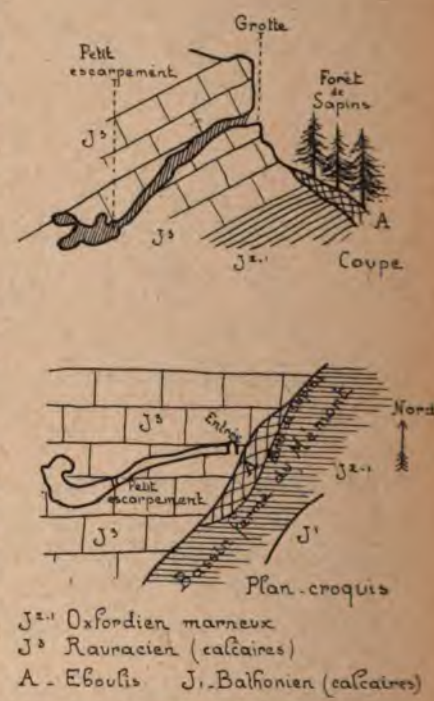


Fig. 8 et 9.

Sur le territoire de la commune d'*Hauterive-la-Fresse*, on nous signale deux gouffres, aux Rebattières et au bois de la Fresse.

Le village des *Hôpitaux vieux* projette de capter pour son alimentation la source de la Pie-miette, qui est une belle exsurgence dans le Rauracien au pied de la falaise du Mont d'Or.

Près des *Nans* (Jura), nous avons visité la curieuse grotte-résurgence qui forme la source de l'Angillon; malheureusement, les eaux étaient trop fortes au moment de notre visite et nous avons été arrêtés par une profonde mare d'eau. Cette grotte est, paraît-il, profonde et va être aménagée prochainement.

(1) Voir Capitaine Gérard, *Comptes-rendus d'excursions géol. dans le Jura franc-comtois*. Besançon, 1909, p. 16-19.

A la *Chapelle-des-Bois*, on nous signale plusieurs gouffres dans le Kimméridgien.

Au *Moulin des Mortes*, les eaux du Lac se perdent dans une goule. Aucune expérience n'a été faite jusqu'ici pour connaître leur résurgence.

Près de la Chaumusse, le gouffre de *la Tane*, creusé dans le Portlandien, est, dit-on, extrêmement profond. Nous comptons l'explorer dans une prochaine campagne.

A *la Doye*, entre Morez et *les Rousses*, nous avons examiné une puissante résurgence qui paraît provenir des entonnoirs de l'Enfer qui servent de drainage à un vaste synclinal infracrétacé.

On nous signale, dans la même région, une petite grotte près des Tuffes, un gouffre au Mont Tendre, un autre près du Brassus et enfin une grotte dite Baume des Benignes. Plus au Sud, non loin de la *Malcombe*, nous avons exploré le gouffre du *Mont-Grevé*. J'extrais du *Patriote Morézien*, samedi 11 juillet 1908, n° 20, le compte rendu que j'ai donné de cette excursion :

« Dans le courant de l'année 1904, M. Péclet, maire de la commune des Rousses, nous signalait l'existence, entre la Dole et la Faucille, d'un gouffre inexploré très profond, que l'on supposait être en communication avec la froide et abondante source de Versoix à Divonne (1).

« Ce gouffre, connu dans le pays sous le nom de *trou du Mont-Grevé*, est situé sur la feuille d'état-major de Thonon, à 700 mètres environ au S.-O. du chalet de la *Baudichonne*, dont il est séparé par un ravin assez profond.

« Grâce à l'extrême obligeance de M. Péclet, qui a bien voulu nous assurer son concours, pour le transport du matériel et l'exploration du gouffre, il nous a été possible de mener à bien cette entreprise.

« Partis de Besançon le 21 juin 1908, nous arrivons dans l'après-midi aux Rousses, et le groupe d'excursionnistes, composé de M. Péclet, maire des Rousses; M. Fournier, professeur à la Faculté; M. le docteur Meynier, de Septmoncel; M. Rémond, avoué à Besançon; M. Petit-Laurent, étudiant, transportaient, dès le soir même, les échelles et les cordes sur le bord du gouffre et, après les avoir abritées sous un gros sapin qui se dresse au voisinage, venaient camper dans le chalet du *Petit Senaillet*, où ils recevaient la plus cordiale hospitalité.

(1) Voir *Spelunca*, n° 47, p. 26. — Société de Spéléologie, 34, rue de Lille, Paris.

« De nombreuses légendes circulent dans le pays sur cette cavité, considérée jusqu'ici comme mystérieuse et insondable.

« Un comte de Divonne (cela se passait il y a quelques siècles) avait mis sur le dos d'un cheval tout ce que l'animal pouvait porter de cordes et s'en était allé mesurer la profondeur du gouffre; les cordes avaient manqué !

« Un berger de la *Baudichonne*, suspendu par une corde que tenaient ses camarades, s'était laissé glisser le long de la paroi. Il s'était muni d'un clochette et avait dit : « Lorsque je sonnerai, vous me remonterez. » Il sonna, on le remonta, il était devenu fou...

« Les bergers du chalet de la *Grand* virent un jour un chasseur tirer en l'air un coup de fusil, puis, détournant la tête, se précipiter dans le trou. Ils disent que l'on voit parfois une colonne de vapeur sortir du trou.

« En 1815, les Autrichiens occupant le pays de Gex cherchaient un passage pour tourner la redoute de la Faucille occupée par nos troupes. Ils envoyèrent en éclaireurs des officiers qui se firent conduire vers la Vasserode, par la combe du *Faoug* (1), par un ancien berger du *Sonailley*, alors fruitier à *la Rippe*.

« En passant dans le ravin de la *Baudichonne*, le berger dit aux Autrichiens : « Il y a près d'ici un gouffre sans fond. Voulez-vous le voir? « Et lorsque les Autrichiens furent penchés sur l'abîme, d'une vigoureuse poussée il les y précipita.

« Le chalet où nous passâmes la nuit est situé près de la ligne de partage des eaux, à 1 500 mètres environ au Nord du gouffre, à plus de 1 400 mètres d'altitude. Aussi, dès le matin arrivions-nous au bord de l'abîme, où nous étions rejoints par MM. Léon Benoit-Guyod, ancien chef de division à la préfecture du Jura; Alfred Vuillet, rédacteur au *Patriote Morézien*; Félix Fournier, négociant, et Camille Lamy, de l'*Union Athlétique* de Morez.

« J'effectue le premier la descente et prends pied à 35 mètres, sur un talus d'éboulis composé de gros blocs de rochers et de troncs d'arbres, que les pâtres et les bûcherons du voisinage jettent dans le gouffre de temps immémorial; puis, descendant la pente du talus pendant 5 ou 6 mètres, j'arrive au fond du gouffre, que j'explore d'une façon complète.

« La profondeur totale est d'environ quarante mètres. M. Pé-

(1) Faoug, hêtre en patois du pays, du latin *fagus*.

clet, maire des Rousses, et M. le Dr Meynier renouvellent à leur tour la descente et font les mêmes constatations. Plus heureux que l'infortuné pâtre de la *Baudichonne*, nous remontons tous sains et saufs.

« Il est vraisemblable que les eaux d'infiltration absorbées par le gouffre contribuent à l'alimentation des sources de Divonne.

« On dit même qu'une année d'épizootie, les vaches de Sept Montagnes furent jetées dans le trou et que les eaux de la Versoix en furent rougies.

« Il est donc de toute nécessité d'assurer la protection de ce gouffre, conformément à la loi du 15 février 1902, en prenant les mesures nécessaires pour éviter cette funeste pratique du jet des bêtes mortes, dans les cavités du calcaire; de sévères pénalités sont d'ailleurs édictées par ladite loi contre ceux qui commettent de tels délits, susceptibles de compromettre gravement la santé publique.

« Nous avons constaté la présence, au fond du gouffre, de très nombreux ossements de vaches et autres bestiaux, mais aucun cadavre en voie de décomposition, ce qui paraît indiquer que cette funeste coutume a été abandonnée depuis quelques années.

« Le gouffre est entièrement creusé dans les calcaires du Jurassique supérieur, qui sont très fissurés et n'assurent aucune filtration efficace.

« L'exploration terminée, nous revenons déjeuner aux Rousses et, après avoir remercié M. Péclet de sa gracieuse et cordiale réception et de sa précieuse collaboration, qui a assuré le succès complet de l'expédition, nous reprenons le chemin de Morez. »

L'exploration du gouffre du Mont Grevé revêtait un intérêt particulier, de ce fait que ce gouffre s'ouvre à une distance relativement faible du point où le tunnel projeté de la Faucille passerait à la plus grande profondeur.

Or, les adversaires du projet ont prétendu, à maintes reprises, sans autre raison d'ailleurs que leur désir d'en empêcher la réalisation, que le tunnel rencontrerait des *nappes* d'eau immenses ou de véritables lacs souterrains, qui, dans leur hypothèse, d'ailleurs contraire à toutes les observations sérieuses, devaient alimenter les grandes résurgences du Flumen, de la Versoix, de la Bienne, etc., etc. Ici, comme partout, l'observation a démontré que la circulation dans les calcaires s'effectuait par des fissures souvent étroites, que les avens ne sont que des

points d'absorption, les uns anciens, gouffres secs, les autres actuels, goules et entonnoirs. S'il existe, comme nous l'avons constaté, des centaines de fois, des rivières souterraines assez importantes, par contre il n'y a nulle part, ni lacs un peu volumineux ni *nappe d'imprégnation continue*, et par conséquent, comme nous l'avons soutenu dans notre rapport géologique de 1903, sur le percement de la Faucille (1), l'exécution de ce travail ne présente, de ce fait, aucunes difficultés spéciales. La théorie du «*Jura éponge*» ne fait que dénoter chez ses promoteurs l'ignorance la plus absolue de la structure géologique et du régime hydrologique de la région, et il serait absolument déplorable qu'elle fût un instant prise au sérieux par les membres de la Commission internationale chargée de discuter la question.

Près de *Gillois*, une exsurgence dans le Portlandien recouvert de Glaciaire, paraissait en communications probables avec une perte située en amont : une expérience de coloration à la fluorescéine a montré qu'il n'en était rien et que les eaux de la perte, atteignant rapidement un niveau inférieur à celui de l'exsurgence, devaient aller ressortir beaucoup plus en aval.

Sur la route de *Clairvaux* à Chatel-de-Joux, existent deux exsurgences que la commune de Clairvaux se propose de capter pour son alimentation; elles jaillissent dans l'Astartien.

Un peu plus au Sud, la *Fontaine de Ninon* est une fort belle exsurgence également dans l'Astartien et qui va être captée par la commune de Soyria. Le bassin alimentaire de toutes ces exsurgences est en partie boisé, inhabité et inculte.

A 1 kilomètre au S.-E. de *Crenans*, dans les rochers de la côte, une belle exsurgence jaillit d'un petit abri creusé dans le Rauracien; les eaux se perdent immédiatement dans les éboulis pour aller ressortir quelques mètres plus bas. La commune de Crenans va capter cette source pour assurer son alimentation.

Dans le village de la *Chaux-du-Dombief*, une exsurgence dans le Bathonien est contaminée par les maisons qui la surmontent : la commune exécute des travaux pour essayer de la capter en amont.

Au Sud-Est de *Larrivoire*, trois exsurgences jaillissant, à la partie supérieure des marnes oxfordiennes, vont être utilisées pour alimenter les trois hameaux qui constituent la commune : leur bassin alimentaire est entièrement boisé.

(1) Archives des Ponts et chaussées, Lons-le-Saunier, 1903.

HAUTE-SAONE ET VOSGES.

Au Nord de *Chassey-les-Montbozon*, des travaux de recherche ont permis de recouper, en amont, le cours d'eau souterrain alimentant une exsurgence qui prend naissance dans l'Oxfordien supérieur; une expérience de coloration a montré qu'il n'y avait pas de communication entre ce cours d'eau souterrain et les eaux d'un ruisseau superficiel voisin. Les eaux ainsi découvertes pourront être utilisées pour l'alimentation du village de Thiefrans.

Le village de *Saulx* n'est alimenté que par des puits creusés dans le Lias supérieur recouvert de marnes décalcifiées. Malgré la nature marneuse et marno-schisteuse de la plus grande partie du sous-sol, il s'est formé des canaux libres d'infiltration, et une expérience de coloration, exécutée dans un puits de la partie supérieure du village, est venue colorer les puits situés en contre-bas. Comme tous ces puits sont creusés en plein village, il en résulte qu'ils sont tous très gravement contaminés par les fosses d'aisances, les purins et eaux résiduaires.

A *Bonboillon*, existe, au bas du village, une résurgence qui prend naissance dans l'Astartien. Un peu plus haut, se trouve une petite exsurgence dont les eaux se perdent dans le sol. Nous avons coloré cette exsurgence: la coloration est venue ressortir, au bout de quelques heures, dans la résurgence, au bas du village; cette dernière est donc gravement contaminée.

Dans le bois des Essarts, entre Bonboillon et Valay, existe un important entonnoir d'une vingtaine de mètres de profondeur, dans l'Astartien. On peut y descendre sans grandes difficultés : cet entonnoir jalonne le cours d'eau souterrain qui va ressortir dans les puits Léger et Ballot et dans la résurgence de Chancey. (Voir, au sujet de cette résurgence très gravement contaminée : FOURNIER, *Étude sur les sources, les résurgences et les nappes aquifères du Jura franc-comtois*. Bull. cart. géol., n° 89, déc. 1902.)

La *Grande fontaine* de Theuley-les-Lavoncourt jaillit dans le Kimméridgien; elle paraît être la résurgence de petits ruisseaux qui se perdent à 1 800 mètres environ à l'Est. Sur le passage du cours d'eau souterrain, existe un effondrement formant une sorte d'entonnoir, au fond duquel on ensevelissait naguère du bétail.

A *Ameuvelle* (Vosges), une exsurgence dans le Muschelkalk peut être recoupée, grâce à un effondrement qui jalonne son cours, à quelques mètres en amont : son bassin alimentaire ne comporte pas de causes importantes de contamination.

Près de *Villers-le-Sec*, nous avons visité la curieuse vallée du Frais-Puits, dont toute la partie supérieure, sur 3 kilomètres environ, en aval du Frais-Puits, est à sec pendant la plus grande partie de l'année. Ce n'est qu'au temps des grandes eaux que le Frais-Puits déborde, donnant naissance à un cours d'eau assez abondant. Cette vallée, qui est en voie de transformation en vallée sèche, est creusée dans le Bajocien et le Bathonien. C'est à 2 kilomètres environ au Nord du Frais-Puits, sur la

FIG. 10.

rive droite de la vallée, que s'ouvrent les grottes dites de Villers-le-Sec, qu'on appelle aussi grottes de Quincey ou Champdamoy. Elles forment en réalité une grotte unique, mais à deux ouvertures, ainsi que le montre le croquis ci-contre.

Elles sont creusées à la limite entre le Bajocien et le Bathonien. Nous les avons complètement visitées : à droite de la galerie d'entrée, on pénètre dans un boyau très resserré, au fond duquel on remonte dans une sorte de petite cheminée extrêmement étroite. A l'extrémité de cette dernière, on aboutit à un petit puits vertical de 7 à 8 mètres de profondeur. Nous avons pu ainsi vérifier l'exactitude de la description donnée en 1833 (1) par Thirria, qui évalue sa longueur totale à 95 mètres et n'y a pas découvert d'ossements fossiles.

(1) Thirria, *Statistique de la Haute-Saône*, Besançon, Outhenin, Chalandre, 1833, p. 221.

LISTE COMPLÉMENTAIRE
DES
GROTTES, GOUFFRES, ENTONNOIRS ET RÉSURGENCES
DU
JURA FRANC-COMTOIS

ANNE (Sainte-). — Gouffre de la Baume.
ARBOIS. — Voir BIEF DE CORNE et PUPILLIN.
AUDEUX. — Grotte-résurgence avec ruisseaux souterrains.
BIEF DE CORNE. — Gouffre près de l'Auberge et gouffre de la Fosse.
BONBOILLON. — Résurgence. Entonnoir du bois des Essarts.
BONDEVAL. — Exsurgence.
CADEMÈNE. — Grotte et entonnoirs.
CHAPELLE-DES-BOIS. — Gouffres.
CHASSEY-LES-MONTBOZON. — Exsurgence.
CHAUMUSSE (la). — Gouffre important de la Tane.
CHAUX-DU-DOMBIEF. — Exsurgence.
CLAIRVAUX. — Exsurgences.
CRAVANCHE. — Grottes.
CRENANS. — Exsurgence.
CUSE ET ADRISANS. — Exsurgences.
CUSSEY-SUR-LIZON. — Gouffre de la Barme.
DAMPIERRE-SUR-LE-DOUBS. — Exsurgences.
DARBONNAY. — Exsurgence dans le Bajocien, près de Saint-Lothain.
DOUBS ET DRUGEON. — Nombreuses pertes.
DOYE (LA). — Entre les Rousses et Morez, résurgence.
ENFER (L'). — Entonnoir au-dessus de la Doye.
ETALANS. — Exsurgences près de Fallerans.
FOSSE (LA). — Gouffre entre le Bief de Corne et Molain.
GENEY. — Gouffre de Combe Aînée, ou Combe Beney, entre Geney et Accolans.
GENEUILLE. — Résurgences très contaminées.
GILLOIS. — Perte et exsurgence.
GONSANS. — Exsurgences.
GREVÉ (Gouffre du Mont). — Près des Rousses.
HAUTERIVE-LA-FRESSE. — Gouffres.

HOPITAUX-VIEUX. — Exsurgence de la Pie Miette, dans le Mont d'Or.

LAIRE. — Exsurgences.

LARRIVOIRE. — Exsurgences.

LEVIER. — Ancienne exsurgence de la Doye et exsurgences de la combe Fénal.

MANCENANS (près Maiche). — Grottes de l'Hermitage.

MÉMONT (LE). — Grotte.

MOLAIN. — Gouffre de la Baume, gouffres voisins et grotte dans le bois.

MONTBÉLIARD. — Exsurgence du Bois-Bourgeois.

MONT-DE-LAVAL. — Exsurgence.

NAISEY. — Gouffres, voisins de la Baume d'Ahon.

NANS (LES) (Jura). — Grotte avec résurgence (source de l'Angillon).

ORGEANS. — Gouffres. Roc et abri du Château du Diable.

OUHANS. — Exsurgences.

PUPILLIN. — Creux du Bioulet.

RAYNANS. — Voir LAIRE.

ROULANS (Val de). — Gouffres.

ROUSSES (LES). — Grottes et gouffres divers. Gouffre du Mont Grevé et résurgence de la Doye.

SANCEY-LE-LONG. — Exsurgences.

SAULX. — Infiltrations souterraines.

SOYE. — Entonnoirs, cours d'eau souterrain, résurgences et exsurgences.

SOYRIA. — Exsurgence.

THEULEY LES LAVONCOURT. — Entonnoirs et résurgence.

THIEFFRANS. — Voir CHASSEY-LES-MONTBOZON.

TRÉVILLERS. — Gouffre absorbant un ruisseau.

VAL DE ROULANS. — Voir ROULANS.

VILLERS-SOUS-CHALAMONT. — Grotte des Curés dans le Rauracien (long. 500 m.) et rivière souterraine.

Imp. Fr. SIMON, Rennes-Paris (2427-09).

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 57. — OCTOBRE 1909

CHRONIQUE DE LA SOCIÉTÉ

(1905-1909)

ET

NOTICES SPÉLÉOLOGIQUES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, RUE DE LILLE, 34

1909

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

(AUTORISÉE PAR ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU 4 MARS 1895)

34, Rue de Lille, PARIS, VIIe

LISTE DES MEMBRES

AU 1er OCTOBRE 1909

L'astérisque * désigne les Membres *fondateurs* (ayant adhéré avant le 1er janvier 1895).

I. — Membres donateurs.

*S. A. I. l'Archiduc SALVATOR d'Autriche, à Trieste, Zindis, (Autriche).
*Le prince Roland BONAPARTE, 10, avenue d'Iéna, Paris, XVIe.
*LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE D'AUTRICHE, 5, Liebiggasse, à Vienne (Autriche).

II. — Membres honoraires.

1897 DECOMBAZ (Oscar), grand Café de la Paix, place Grenette, à Grenoble (Isère).
*MAZAURIC (Félix), 57, rue Nationale, à Nîmes (Gard).
*DELONCLE (François), 59, rue de la Tour, Paris, XVIe.
*ARNAL (Paul), pasteur, à Vébron (Lozère).
**Club cévenol*, 5, rue Las Cases, Paris, VIIe.
*PUTICK (W.), inspecteur des forêts, à Laibach, Carniole. (Autriche).

1898 RABOT (Charles), Secrétaire de la Société de Géographie, 9, rue Édouard-Detaille, Paris, XVIIe.

*RIVIÈRE (Émile), 2, boulevard de Strasbourg, à Boulogne, (Seine).

III. — **Membres à vie.**

*BLANCHARD (Dr Raphaël), membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine, 226, boulevard Saint-Germain, Paris, VIIe.

*DELEBECQUE (André), ingénieur des Ponts et Chaussées, 35, boulevard des Tranchées, à Genève (Suisse).

*GUEBHARD (Dr Adrien), professeur agrégé des Facultés de médecine, rue de l'Abbé de l'Epée, 4, Paris, V^e.

*GUERNE (baron J. DE), 6, rue de Tournon, Paris, VIe.

1899 HULOT (baron Étienne), secrétaire général de la Société de Géographie, 41, avenue de La Bourdonnais, Paris, VIIe.

1902 LE COUPPEY DE LA FOREST (Max), 8, rue du Boccador, Paris, VIIIe.

1895 OLDHAM (R.-D.), ancien superintendant geological Survey of *India*, chez M. S. King et Cie, 9, Pall Mall, à Londres S. W. (Angleterre).

IV. — **Membres titulaires.**

1902 ABSOLON (Dr Charles), Kustos am Landesmuseum, à Brünn, (Moravie), Autriche.

1896 ARGOD-VALLON (Albert), à Crest (Drôme).

1896 *Australian Museum*, à Sydney, Nouvelles Galles du Sud (Australie).

1909 BARBÉ (le Dr André), 11, rue de Luynes, Paris, VIIe.

1897 BARNES (Jonathan), directeur de fabrique, 301, Great Clowes Street, à Manchester (Angleterre).

1909 BIDAULT DE L'ISLE (Marcel), avocat, 9, Côte d'Argent, Ville-d'Avray (Seine-et-Oise).

1906 BIGOT, professeur de géologie et paléontologie à l'Université, à Caen (Calvados).

1908 BILLY (Charles DE), conseiller référendaire à la Cour des comptes, 56, rue de Boulainvilliers, Paris, XVIe.

*BLASIUS (Dr Wilhelm), professeur, 17, Gauss-strasse, à Brunswick (Allemagne).

1905 Bocca frères, libraires éditeurs, 3, via Carlo Alberto, à Turin (Italie).

*Breton (Ludovic), ingénieur civil, 18, rue Royale, à Calais (Pas-de-Calais).

1896 Briet (Lucien), à Charly (Aisne).

*Brisse (E.), ingénieur des mines, 46, rue de Dunkerque, Paris, IXe.

*Brölemann (Henry W.), à Pau (Basses-Pyrénées).

1901 Cazalis de Fondouce, 18, rue des Étuves, à Montpellier (Hérault).

1895 *Zentral-Bibliothek des deutschen und österreichischen Alpen-Vereins*, Isarlust à Munich (Bavière).

*Chauvet (Gustave), notaire, à Ruffec (Charente).

1907 Claverie (le Dr), à Mouy (Oise).

1895 *Club alpin français*, Section de Lons-le-Saulnier (M. le Dr Chevrot, président, à Bletterans (Jura).

1895 *Club Touristi Triestini*, 6, Via delle Legne, à Trieste (Autriche).

*Danicourt (l'abbé Ernest), à Naours (Somme).

*Dautheville, professeur à la Faculté des sciences, 27, Cours Gambetta, à Montpellier (Hérault).

*De Launay (Louis), ingénieur en chef des Mines, 31, rue de Bellechasse, Paris, VIIe.

1908 Descombes (Paul), 142, rue de Pessac, à Bordeaux (Gironde).

1905 Deprat (Jacques), docteur ès-sciences, à Fontaine-Écu, par Besançon (Doubs).

1905 Dienert (Frédéric), chef du service local de surveillance des sources de la ville de Paris, 8, place de la Mairie, à Saint-Mandé (Seine).

1904 Dollot (Auguste), ingénieur, 136, boulevard Saint-Germain, Paris, VIe.

1905 Dramard, 9, rue Saint-Vincent, à Fontenay-sous-Bois (Seine).

1895 Drioton (Clément), 23, rue Saint-Philibert, à Dijon (Côte-d'Or).

1907 Dufau (Camille), à Chéraute, près Mauléon-Soule (Basses-Pyrénées).

*Dupont (Edouard), directeur du Musée d'histoire naturelle, à Bruxelles (Belgique).

1897 *Bibliothèque de l'École des Mines*, 60, boulevard Saint-Michel, Paris, VIe.

*Fabre (Georges), conservateur des forêts, 28, rue Ménard, à Nîmes (Gard).

1904 Fagniez (Charles), château de la Bonde, par La Motte d'Aigues (Vaucluse).

1901 FERRASSE (Eugène), professeur au collège, à Tanger (Maroc).

1898 FONT Y SAGUE (abbé Norbert), rue Élisabeth, 8-1ª, à Barcelone (Espagne).

1896 FOURNIER (E.), professeur à la Faculté des sciences, à Besançon (Doubs).

*FUGGER (Dr Eberhard), professeur, Ernst Thun-Strasse, 7, à Salzburg (Autriche).

*GARRIGOU (Dr Félix), 38, rue Valade, à Toulouse (Haute-Garonne).

*GAUPILLAT (Gabriel), 42, avenue d'Iéna, Paris, XVIe.

*GAUPILLAT (Marcel), 2, rue Marbeuf, Paris, VIIIe.

1908 GILBERT (Dr Th.), 55, rue de la Concorde, à Ixelles-Bruxelles (Belgique).

1904 GOMBAULT (R.), 129, boulevard Saint-Michel, Paris, Ve

1897 HOVEY (Dr Horace C.), 60, High Street, à Newburyport, Massachusetts (États-Unis d'Amerique).

1895 JANET (Armand), ancien ingénieur des Constructions navales, 26, rue Cadet, Paris, IXe.

*JEANJEAN (Amédée), à Saint-Hippolyte-le-Fort (Gard).

1906 JEANNEL (le Dr René), laboratoire Arago, à Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales).

1904 JODOT (Paul), 2, rue Claude Pouillet, Paris, XVIIe.

*LALANDE (Philibert), receveur des hospices, à Brive (Corrèze).

1895 LANGHOFFER (Dr A.), directeur du musée zoologique, rue Demeter, 1, à Agram, (Zagreb), Croatie (Autriche).

1902 LÉGUILLETTE (Charles), propriétaire, 116, boulevard Saint-Germain, Paris, VIe.

1901 LE SOUDIER (H.), libraire (pour Dulau, de Londres), 174 et 176, boulevard Saint-Germain, Paris, VIe.

*LIÉGEARD (Gaston), à Brochon, par Gevray-Chambertin (Côte-d'Or).

*LORY (P.-C.), 6, rue Fantin-Latour, à Grenoble (Isère).

1908 MADER (Fritz), 1, rue d'Augsbourg, à Nice (Alpes-Maritimes).

1895 MAGNIN (Ant.), professeur à la Faculté des sciences, à Besançon (Doubs).

1898 MAIGRET (Georges), 62, rue des Mathurins, Paris, VIIIe.

1899 MAIRE (René-Charles), maître de conférences à la Faculté des Sciences, 127, rue Basse, à Caen (Calvados).

1900 MARÉCHAL (le Dr.), à Saint-Claude, près Besançon (Doubs).

*MARINITSCH (J.), 39, via del Lazzaretto Vecchio, à Trieste (Autriche).

*MARTEL (E.-A.), 23, rue d'Aumale, Paris, IXe.

1902 MARTEL (Henri), inspecteur des services sanitaires au Ministère de l'Agriculture, 71, rue Carnot, à Suresnes (Seine).
1899 MARTIN (Dr Henri), 50, rue Singer, Paris, XVIe.
1907 MARY (Albert), 25, rue du 27 Juin, à Beauvais (Oise).
1905 MEYNIER, docteur en médecine, à Septmoncel, par Saint-Claude (Jura).
1906 MONTON (Auguste), agriculteur, à Cléry-les-Andelys (Eure).
1899 MOSNY (Dr Ernest), médecin de l'hôpital Saint-Antoine, 8, rue de Berri, Paris, VIIIe.
1907 NADAR (Paul), 51, rue d'Anjou, Paris, VIIIe.
1907 NEWBOLD (William), 7, Broadwater Down, à Tunbridge Wells, (Kent) Angleterre.
1895 OWEN (Miss Luella Agnès), 306, North Street, à Saint-Joseph, Missouri (États-Unis d'Amérique).
1901 PARIS (P.), licencié ès-sciences naturelles, 32, rue de la Colombière, à Dijon (Côte-d'Or).
1898 PERCY (Van Epps), archeologist, à Glenville, Schenectady Cy. New-York (États-Unis d'Amérique).
1896 PIC (Maurice), à Digoin (Saône-et-Loire).
1900 PICCIOLA (Luigi), ingénieur, 16, Via Tigòr, à Trieste (Autriche).
1898 PIERPONT (E. DE), au château de Rivière, par Profondeville, province de Namur (Belgique).
1907 PLANAS SUAREZ (Simon), ministre du Nicaragua au Vénézuela, à Caracas, Vénézuela (Amérique du Sud).
1905 RACOVITZA (Émile G.), docteur ès-sciences, 112, boulevard Raspail, Paris, VIe.
*RAMOND (Georges), assistant de géologie au Muséum, 18, rue Louis-Philippe, à Neuilly (Seine).
1905 RASMÜSSEN (Vald), libraire, 1bis, rue Hautefeuille, Paris, VIe.
1896 RECLUS (Onésime), géographe, 12, rue Soufflot, Paris, Ve.
1908 RUDAUX (Lucien), 113, boulevard Saint-Michel, Paris, Ve.
1898 RUTOT (A.), conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, 189, rue de la Loi, à Bruxelles (Belgique).
1901 SAUTEREY, ingénieur architecte, à Dôle (Jura).
**Section Küstenland des deutschen und österreichischen Alpen-Vereines*, Trieste (Autriche).
*SIDÉRIDÈS (N.-A.), ingénieur en chef, 30, rue Socratès, à Athènes (Grèce).
1895 SIEGMETH (Charles), Arena-Ut, 70, à Budapest VII (Hongrie).
1896 SIMON (Eugène), 16, Villa Saïd, Paris, XVIe.
1897 SLINGSBY (William Cecil), Carleton, Skipton-in-Craven, Yorkshire (Angleterre).
1896 *Société d'agriculture de la Lozère*, à Mende (Lozère).
1895 *Societa Alpina delle Giulie*, via del Ponte rosso, n. 5, à Trieste (Autriche).

1905 TERQUEM (Em.) 19, rue Scribe, Paris, IXe.
1907 VALARINO (Nerio A.), consul du Nicaragua au Vénézuéla, à Caracas, Vénézuéla (Amérique du Sud).
*VALLOT (Joseph), 5, rue François-Aune, à Nice (Alpes-Maritimes).
1896 VALLOT (Henri), ingénieur des Arts et Manufactures, 2, place des Perchamps, Paris, XVIe.
1896 VAN DEN BROECK (Ernest), 39, place de l'Industrie, à Bruxelles, (Belgique).
1896 VÉSIGNIÉ (Henry), docteur en médecine, 10, rue du Cirque, Paris, VIIIe.
1907 VÉSIGNIÉ (Louis), capitaine d'artillerie, 2, rue de Dun, à Bourges (Cher).
1895 VIDAL (Luis Mariano), inspecteur général des Mines, ex-directeur de la carte géologique de l'Espagne, rue Diputacion, 292, Barcelone (Espagne).
*VILLENOISY (F. de), 32, rue Washington, Paris, VIIIe.
*VIRÉ (Armand), 21, rue Vauquelin, Paris, Ve.
1907 WOLF (Dr B.), Vereinstrasse, 15. à Elberfeld (Allemagne).
1895 WRIGHT (Perceval), 5, Trinity Collège, Dublin (Irlande).

V. — Membres Correspondants[1].

1897 APFELBECK (Victor), conservateur au Musée national, à Sarajévo (Bosnie).
1897 ARGENSON (Gaston), étudiant en médecine, 19, rue de la Liberté, à Mustapha (Algérie).
*BOURGUET (Paul), 17, Cours Gambetta, à Montpellier (Hérault).
1896 CAPELLINI (G.), sénateur, professeur de géologie, à Bologne (Italie).
1895 *Club Alpin Français*, Section de Provence, 16, rue Beauvau, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
1895 CORCELLE (Joseph), professeur agrégé de géographie, au Lycée, Annecy (Haute-Savoie).
*FABIÉ (A.), notaire, à Peyrelau (Aveyron).
1895 GALLAND (Charles DE), directeur du petit Lycée Ben-Aknoun, Alger (Algérie).
1898 GRUÈRE (G.), avocat, 25, rue Devosge, à Dijon.
1895 GUNTHER (Dr Sigismond), professeur à l'École Polytechnique, 5, Akademie Strasse, à Munich (Bavière).

1. La catégorie des membres correspondants a été supprimée pour l'avenir par décision de l'Assemblée générale en date du 27 décembre 1900, (V. p. 17, Mémoire 37).

*Guyot-Tarbé (Mlle), 11, rue du Tambour d'Argent, à Sens (Yonne).

1899 Hammer, docteur en médecine, 12, Lindenstrasse, à Stuttgart (Wurtemberg).

1895 Kriz (Dr Martin), notaire, à Steinitz (Zdanice), Moravie, (Autriche).

1897 Lamorte (Henri), commis principal des Contributions indirectes, à Provins (Seine-et-Marne).

1896 Legré (abbé Urbain), 22, rue Barthélemy, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

*Mabyre (Maxime), 30, rue des Saints-Pères, Paris, VIIe.

*Marlot fils, médecin-vétérinaire, à Entrains (Nièvre).

1896 Monestier (Jean) ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 37, rue de Berlin, Paris, VIIIe.

1900 Poncet (Pierre), étudiant, 34, rue Roncheux, à Besançon (Doubs).

1896 Robin (Laurent), docteur en médecine, 7, rue Roy, place Saint-Augustin, Paris, VIIIe.

**Société d'étude des Sciences naturelles*, à Nîmes (Gard).

1898 Stainier (Xavier), professeur de géologie, à Gembloux (Belgique).

1895 Stussiner (Jos.), post-controlor, 15, Wienerstrasse, Laibach, Carniole (Autriche).

*Trampler (Dr Richard), 2, Glockenstrasse, à Vienne (II) (Autriche).

1895 Urban (J.-B.), via Bariera Vecchia, à Trieste (Autriche).

1895 Vallot (Me Gabrielle), 114, avenue des Champs-Élysées, Paris, VIIIe.

*Villard (Louis), 9, rue du Griffon, à Lyon (Rhône).

1896 Wells (Samuel), a Goole (Angleterre).

COMPOSITION DU CONSEIL POUR 1909

MEMBRES DU BUREAU

Président : Eugène SIMON.
Vice-présidents : baron J. DE GUERNE et Armand JANET.
Secrétaire général : E.- A. MARTEL.
Secrétaire général adjoint et trésorier : Lucien BRIET.
Secrétaires : A. VIRÉ et X...
Archiviste bibliothécaire : DE VILLENOISY.

CONSEILLERS

1° *Membres donateurs.*

S. A. I. l'Archiduc SALVATOR D'AUTRICHE.
Le prince ROLAND BONAPARTE.
LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE D'AUTRICHE.

2° *Membres élus.*

R. BLANCHARD. — A. DELEBECQUE. — L. DE LAUNAY. — DOLLOT. — ÉD. DUPONT. — E. FOURNIER. — G. GAUPILLAT. — M. GAUPILLAT. — M. LE COUPPEY DE LA FOREST. — G. RAMOND. RACOVITZA. — G. VALLOT. — E. VAN DEN BROECK. — H. VESIGNIÉ.

SOCIÉTÉS ET REVUES CORRESPONDANTES

(ÉCHANGES DE PUBLICATIONS)

Autun (Saône-et-Loire), Société d'Histoire naturelle.
Auxerre (Yonne), Société des Sciences de l'Yonne.
Bar-le-Duc (Meuse), Musée de Géographie.
Bar-le-Duc (Meuse), Société des Lettres, Sciences et Arts.
Barcelone (Espagne), Centre Excursionista de Catalunya, Paradis, 10, principal.
Besançon (Doubs), Société d'Emulation du Doubs.
Berlin (Allemagne), Bureau für Praktische Geologie (Max Krahmann), Händelstr., 6[1], Berlin N. W. 23, (Allemagne).
Berlin (Allemagne), Deutsche geologische Gesellschaft.
Berlin (Allemagne), Gesellschaft für Erdkünde.
Berne (Suisse), Naturforschende Gesellschaft.
Berne (Suisse), Société bernoise des Sciences naturelles.
Boston (Massachusetts), Etats-Unis, Appalachian Mountain Club, 9, Park Street.
Bourg (Ain), Société des Sciences naturelles et d'Archéologie.
Bourg (Ain), Société des Naturalistes de l'Ain.
Bourges (Cher), Société de Géographie du Cher (Hôtel Lallemant).
Bruxelles (Belgique), Société belge de Géologie, Paléontologie et Hydrologie (Bibliothèque), Palais du Cinquantenaire.
Bruxelles (Belgique), Ciel et Terre, M. Lagrange, directeur, 60, rue des Champs-Elysées
Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire), Société des Sciences naturelles.
âteau-Thierry (Aisne), Société historique et archéologique.
hors (Lot), Société des Etudes du Lot.
rcassonne (Aude), Société d'Etudes scientifiques.
ımbéry (Savoie), Société d'Histoire naturelle.
rleville (Ardennes), Société d'Histoire naturelle des Ardennes.
rmont-Ferrand (Puy-de-Dôme), Revue d'Auvergne, 14, rue de Fontrière

Dublin (Irlande), Royal Dublin Society.
Gap (Hautes-Alpes), Société d'Etudes des Hautes-Alpes.
Genève (Suisse), Echo des Alpes (Case Stand).
Genève (Suisse), Société de Physique (Musée d'histoire naturelle).
Gotha (Allemagne), Petermann's Mitteilungen.
Grenoble (Isère), Société dauphinoise d'Ethnographie et d'Anthropologie.
Iglo (Hongrie), Ungarischer Karpathen Verein.
La Plata (République Argentine), Museo de La Plata.
Liège (Belgique), Société géologique de Belgique.
Londres W (Angleterre), Alpine Club, 23, Savile Row.
Londres W (Angleterre), Geographical Society, 1, Savile Row.
Londres W (Angleterre), Geological Society, Burlington-house.
Lima (Pérou), Cuerpo de ingenieros de minas del Perù, Apartado n° 949 (Amérique du Sud).
Lausanne (Suisse), Société vaudoise des Sciences Naturelles.
Manchester (Angleterre), Manchester geographical Society.
Manchester (Angleterre), Manchester geological Society.
Marseille (Bouches-du-Rhône), Société de Géographie, rue Montgrand, 21.
Madrid (Espagne), Société de géographie, calle del Léon, 21.
Madrid (Espagne), Société d'Histoire Naturelle, calle de Alfonso XII, 74.
Madrid (Espagne), Comision del mapa geologico (M. Daniel de Cortazar), Isabel la Catolica, 25.
Mexico D F. (Mexique), Museo Nacional, calle de la Moneda, 921.
Mexico (Mexique), Sociedad científica "Antonio Alzate", Palma, 13.
Mexico D. F. (Mexique), Instituto geologico de Mexico, 6a del Ciprès n° 176.
Montbéliard (Doubs), Société d'Émulation.
Montpellier (Hérault), Société languedocienne de Géographie.
Munich (Bavière), Anthropologische Gesellschaft.
Neuchâtel (Suisse), Société neuchâteloise de Géographie.
New-York (États-Unis), The american geographical Society, 15, West 81st Street, New-York.
Odessa (Russie), Club alpin de Crimée, Jardin de ville.
Paris, Société d'Anthropologie de Paris, 15, rue de l'École de Mécine, Paris, VIe.
Paris, Académie des Sciences, quai Conti, Paris, VIe.
Paris, Annales de Géographie, 5, rue de Mézières, Paris, VIe.
Paris, Revue des Travaux scientifiques (Comité des Travaux historiques et Scientifiques. Ministère de l'Instruction Publique.)
Paris, Société Zoologique de France, 28, rue Serpente, Paris, VIe.

Paris, Revue générale des Sciences (M. le Dr L. Ollivier), 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris, VIIIe.

Paris, Association générale des étudiants, 41, rue des Ecoles, Paris, Ve.

Paris, Société Géologique de France, 28, rue Serpente, Paris, VIe.

Paris, Muséum d'Histoire naturelle (Bulletin des Naturalistes du Muséum).

Paris, Muséum d'Histoire naturelle (Bibliothèque — M. Deniker), 8, rue de Buffon, Paris, Ve.

Paris, Muséum d'Histoire naturelle (M. Boule), 3, place Valhubert, Paris, Ve.

Paris, Revue de Géographie (M. Ch. Vélain), 9, rue Thénard, Paris Ve.

Paris, Société d'Entomologie, 28, rue Serpente, Paris, VIe.

Paris, Société d'Agriculture, 18, rue de Bellechasse, Paris, VIIe.

Paris, Conseil supérieur d'Hygiène publique (Ministère de l'Intérieur).

Paris, Club Alpin Français, 30, rue du Bac, Paris, VIIe.

Paris, Le Courrier de la Presse, 21, boulevard Montmartre, Paris, IIe.

Paris, Société de Géographie, 184, boulevard Saint-Germain, Paris, VIe.

Paris, Feuille des jeunes Naturalistes (M. Dollfus), 35, rue Pierre Charron, Paris, VIIIe.

Paris, Touring-Club de France, 65, avenue de la Grande Armée, Paris XVIe.

Palerme (Sicile-Italie), Club alpino siciliano, via Macqueda, n° 282.

Philadelphie (États-Unis), The american philosophical Society, n° 104, south fifth street.

Pau (Basses-Pyrénées), Bulletin pyrénéen, 5, rue Duboué.

Rodez (Aveyron), Société des Lettres, Sciences et Arts.

Rome (Italie), R. Accademia dei Lincei.

Rome (Italie), Societa geologica italiana, casella postale n° 485.

Rome (Italie), Société de Géographie.

Rio de Janeiro (Brésil), Museum d'Histoire naturelle.

Paris, Polybiblion, 5, rue de Saint-Simon, Paris, VIIe.

Saint-Pétersbourg (Russie), Société impériale de Géographie.

Semur (Côte d'Or), Société des Études historiques et naturelles.

Sydney (Australie), Nouvelles Galles du Sud — Royal Society of New-South Wales.

Sydney (Australie), Nouvelles Galles du Sud — Australasian Association for the advancement of science.

Sydney (Australie) Nouvelles Galles du Sud — President of the geological Survey departement of mines.

Stockholm (Suède), Bibliothèque de l'Académie des Belles-Lettres, d'Histoire et des Antiquités.
Toulouse (Haute-Garonne), Société d'Histoire naturelle.
Turin (Italie), Accademia delle scienze di Torino.
Turin (Italie), Club alpino italiano, 28, Monte di Pièta.
Trieste (Autriche), Société adriatique des Sciences naturelles.
Upsala (Suède), Bibliothèque de l'Université Royale.
Udine (Italie), Circolo speleologico ed idrologico, Mondo Sotteraneo, Palazzo Bartolini.
Vienne (Autriche), Akademie der Wissenschaften.
Vienne (Autriche), Geologische Reichsantalt.
Vienne (Autriche), K. K. Natur historisches Hof Museum.
Vienne (Autriche), Société de Géographie.
Washington D. C. (États-Unis), U. S. Geological Survey.
Washington (États-Unis), Smithsonian Institution.
Washington (États-Unis), National geographical Society.

ACTES DE LA SOCIÉTÉ

Année 1905

MM. G. Gaupillat, *président*; baron J. de Guerne et Le Couppey de la Forest, *vice-présidents*; E.-A. Martel, *secrétaire général*; Lucien Briet, *secrétaire général adjoint et trésorier*; A. Viré et M. Bourdon, *secrétaires*; de Villenoisy, *archiviste bibliothécaire*; Vesignié, Van den Broeck, Ch. Normand, A. Janet, G. Ramond (1), Ch. Rabot (2), *membres réélus du Conseil.*

L'Assemblée générale du 21 décembre 1904 a entendu les communications suivantes :

MM. A. Viré. — La grotte préhistorique de Lacave (Lot). Présentation de photographies.

Lucien Briet. — La crevasse d'Escoaïn (Haut-Aragon). Présentation de photographies.

E.-A. Martel. — Les cavernes des Mendip-Hills (Sommerset), Angleterre.

A. Janet. — Présentation d'un appareil pour éclairage intensif des grandes cavités.

Celle du 22 décembre 1905 a entendu les communications suivantes :

MM. E.-A. Martel. — Développement de la Spéléologie moderne et de ses applications pratiques.

Le Couppey de la Forest. — Mode d'emploi de la fluorescéine.

(1) En remplacement de M. G. Gaupillat, proposé comme président.
(2) En remplacement de M. Parisot, démissionnaire.

Année 1906

MM. A. Janet, *président*; Baron J. de Guerne, Le Couppey de la Forest, *vice-présidents*; E.-A. Martel, *secrétaire général*; Lucien Briet, *secrétaire général adjoint et trésorier*; A. Viré, M. Bourdon, *secrétaires*; de Villenoisy, *archiviste bibliothécaire*; J. Vallot, Delebecque, Malbec, E. Dupont, E. Simon, G. Gaupillat (1), E. Fournier (2), Dollot (3), M. Gaupillat (4), *membres du Conseil réélus.*

Communication à l'assemblée du 21 décembre 1906 :

M. A. Janet. — Le cañon du Verdon.

Année 1907

MM. Le Couppey de la Forest, *président*; Baron J. de Guerne, A. Janet, *vice-présidents*; E.-A. Martel, *secrétaire général*; Lucien Briet, *secrétaire général adjoint et trésorier*; A. Viré, M. Bourdon, *secrétaires*; De Villenoisy, *archiviste bibliothécaire*; R. Blanchard, C. Rabot, L. de Launay, Dollot, M. Gaupillat, *membres du Conseil réélus.*

Communications à l'assemblée générale du 23 décembre 1907 :

MM. E.-A. Martel. — Pyrénées souterraines et dessins préhistoriques de la grotte de Niaux;

E.-G. Racovitza. — Les cavernicoles à caractères ancestraux et la raison de leur persistance dans le domaine souterrain.

Année 1908

MM. Van den Broeck, *président* ; Baron J. de Guerne, A. Janet, *vice-présidents*; E.-A. Martel, *secrétaire général* ; Lucien Briet, *secrétaire général-adjoint et Trésorier*; A. Viré, M. Bourdon, *secrétaires*; de Villenoisy, *archiviste bibliothé-*

(1) En remplacement de M. A. Janet, proposé comme président.
(2) En remplacement de M. Normand, démissionnaire.
(3) En remplacement de M. Vélain, démissionnaire.
(4) En remplacement de M. Rivière, nommé membre honoraire.

caire; RAMOND, H. VÉSIGNIÉ, FOURNIER, G. GOUPILLAT, LE COUPPEY DE LA FOREST (1), RACOVITZA (2), *membres du Conseil*;

Communications à l'Assemblée générale du 23 décembre 1908 :

MM. A. VIRÉ. — Fouilles préhistoriques dans diverses grottes du Lot;

L. RUDAUX. — Rivière souterraine de la Grange (Ariège).

(1) En remplacement de M. VAN DEN BROECK, proposé comme président.
(2) En remplacement de M. MALBEC, démissionnaire.

COMPOSITION DU CONSEIL POUR 1910

MM. Racovitza *président*; A. Janet et Aug. Dollot, *vice-présidents*; E.-A. Martel, *secrétaire général*; Lucien Briet, *secrétaire général adjoint et trésorier*; A. Viré et L. Rudaux, *secrétaires*; de Villenoisy, *archiviste bibliothécaire*;

CONSEILLERS

1° *Membres donateurs* :

S. A. I. l'Archiduc Louis Salvator d'Autriche.
Le prince Roland Bonaparte.
Le Ministre de l'Agriculture d'Autriche.

2° *Membres élus* :

R. Blanchard. — Delebecque. — De Launay. — Ed. Dupont. — E. Fournier. — G. Gaupillat. — M. Gaupillat. — de Guerne. — P. Jodot. — Le Couppey de la Forest. — G. Ramond. — Eug. Simon. — J. Vallot. — E. Van den Broeck. — H. Vésignié.

LES GROTTES DES PYRÉNÉES-ORIENTALES

Par Jean ESCARD

La Caverne de Pouade.

Outre ses sites pittoresques et la variété de son paysage, le département des Pyrénées-Orientales possède un grand nombre de curiosités naturelles, dont les unes sont situées au niveau de la mer et les autres à des altitudes plus ou moins élevées. Il est regrettable que les géologues ne se soient point encore occupés de les étudier en détail, car il est certain que la province du Roussillon leur apporterait un grand intérêt, comme elle l'a déjà fait aux archéologues qui ont entrepris quelques sérieux travaux à ce sujet.

Avant de mettre sous les yeux du lecteur la description d'une caverne que nous avons visitée plusieurs fois, celle de Pouade, située non loin de Banyuls, nous voulons d'abord attirer son attention sur l'ensemble des grottes qui existent dans le département et qui tôt ou tard seront l'objet des recherches des savants.

On sait que non loin de Ria, petit village bâti en amphithéâtre le long des deux rives de la Têt, dans le canton de Prades, se trouve la grotte de *Sirach*, remarquable non seulement par les colonnes stalactiformes qu'elle renferme, mais surtout par les nombreux objets préhistoriques qu'elle a fournis au cours de travaux plus ou moins récents.

Sur les murs de Villefranche-de Conflent, ville fortifiée située au pied du Canigou, s'ouvre la *Cova Bastera*, l'une des plus vastes grottes de la région, communiquant avec celle de Fulla qui s'ouvre sur le versant occidental de la montagne. Elle a 150 mètres dans la totalité de sa longueur et pour la visiter il faut obtenir l'autorisation du commandant de la place. On pénètre alors dans une première salle ayant à peu près la forme circulaire et de dimensions moyennes, autour de laquelle s'enroulent de nombreuses couches de concrétions formant comme des draperies superposées. Vers la gauche, un long et très étroit couloir mène dans une autre salle beaucoup plus vaste que la précédente et d'une grande irrégularité. La hauteur de cette salle est remarquable et les parois en sont recouvertes de merveilleuses stalactites sur

lesquelles la lumière des torches produit des irisations de toute beauté.

La grotte de la Cova Bastera est surtout célèbre, au point de vue historique et militaire, par les luttes dont elle fut le siège entre les Français et les Espagnols dans le milieu du XVIIe siècle, En effet, Villefranche-de-Conflent ayant été rendu aux Français en 1641, lors de la conquête du Roussillon par Richelieu, les Espagnols s'en emparèrent de nouveau quelques années après. mais en furent chassés en 1654, après six jours de siège. En 1674, ils voulurent encore une fois secouer le joug de la France et leur plan consistait à profiter de l'ampleur de la grotte pour y loger plusieurs troupes espagnoles qui devaient, le lendemain matin, entrer dans la ville après l'ouverture des portes et tomber à l'improviste sur les Français. Comme on le sait, ce plan échoua par la trahison de dona Inez de Llar, fille de l'un des principaux conspirateurs.

On peut encore citer comme grotte pittoresque et intéressante celle d'*En Brixot*, située près des Bains de la Preste et qui a souvent été décrite; elle consiste, d'après Companyo « en une espèce de labyrinthe riche en stalactites de toutes les formes. Elle est creusée dans les strates d'un calcaire fissuré; son entrée est très difficile : il faut ramper pendant cinq minutes environ au milieu de débris pierreux pour examiner les dispositions intérieures. La réunion des stalactites et des stalagmites forme de nombreuses colonnes qui, tantôt placées dans un ordre circulaire, tantôt alignées sur plusieurs rangs, présentent l'image de salons immenses ou de longues galeries. Toutes ces colonnes et les voûtes semblent enrichies de cristaux de toute couleur, et offrent à l'œil étonné un spectacle majestueux et admirable ». La grotte d'En Brixot est assez connue des touristes et son caractère tout spécial la rend digne, en effet, des excursions dont elle est l'objet.

Parmi les autres grottes, celle de la Fo, située à 4 km. d'Arles-sur-Tech, consiste en un gouffre creusé dans le calcaire et profond de 160 mètres, large de 50 mètres entre les bords supérieurs et de 1 à 2 mètres dans le fond, où coule bruyamment une rivière furieuse qui descend de l'un des contreforts du Canigou.

Dans le voisinage du village de Corbères, se trouve également une grotte spacieuse formée de galeries à plusieurs étages et ornée de belles stalactites; on y entend le bruit d'un torrent qui se jette éperdu dans un abîme.

Les autres grottes de la région offrent moins d'intérêt. Mentionnons cependant celle d'Ambouilla, située près de Corneilla (canton de Prades), celles qui avoisinent Estagel, l'hermitage de Saint-Antoine de Galamus, près de Saint-Paul de Fenouillet, enfin les deux grottes de Roca Blanca et de la Cova dels Llops, près de Nalcebollère.

* * *

Pénétrons maintenant dans la caverne de Pouade que, malgré des conseils pessimistes alarmants, nous avons pu visiter plusieurs fois. Sombre, en effet, est cette autre émule du Tartare, qui est surtout renommée dans la région par les nombreux contrebandiers qu'elle dérobe aux recherches des douaniers et qui sont

PLAN DE LA GROTTE DE POUADE

dangereux à chasser, dans les environs du Col de Banyuls. Comme on le voit sur la carte ci-jointe, la caverne possède deux entrées *O* et *O'*, distantes l'une de l'autre de 50 mètres environ et situées à des altitudes différentes; elles sont à peine visibles de l'extérieur, car leur section ne dépasse pas un demi-mètre carré et l'on ne s'attendrait jamais que de si petites ouvertures puissent donner accès à de si vastes salles. L'entrée O est surtout pénible et se cache derrière un amas de bruyères et de rochers noirs. Il faut ramper pendant quelques minutes avant d'arriver en *a*, où se trouve une assez vaste salle, ornée de belles stalactites à sa partie

supérieure et où séjournent des légions de chauves-souris de grande taille qui constituent toute la faune de cette caverne.

Il est prudent, avant d'explorer l'intérieur de la grotte, de fixer à l'entrée *O*, au moyen d'une grosse pierre, l'extrémité d'une corde qui permet, au retour, de suivre une direction donnée et de ne pas s'égarer. Sans cette précaution indispensable, on risquerait de se perdre et de ne plus retrouver la sortie. De même, il est dangereux de tenter seul l'exploration de cette caverne, car, outre que les accidents de terrain et les précipices y sont nombreux, on peut à chaque pas rencontrer un malfaiteur ou un contrebandier, qui, croyant avoir affaire non pas à un géologue mais à un douanier, serait capable de faire feu sur lui. Lorsque nous avons tenté cette excursion souterraine, nous étions armés et au nombre de trois. MM. Suroca et Vignes, qui ont prêté leur concours à l'auteur de cet article, lui ont été d'un grand secours et c'est grâce à leur amabilité qu'il a pu relever le plan ci-joint qui donne une idée assez exacte de la disposition intérieure de la caverne.

Ce qu'il est surtout important de signaler ici, c'est la présence d'un cours d'eau qui est figuré sur la carte par les flèches 1 et 2 et qui suit, dans la grotte même, le parcours *m n p e g*. A l'époque où nous l'avons visitée, on n'y voyait point d'eau, mais on peut être assuré qu'elle coule abondamment à certains moments de l'année, car on trouve sur tout son parcours un grand nombre de galets roulés d'une constitution toute différente de celle des autres parties de la grotte, disposés sur une terre vaseuse humide, et noirâtre. Il est probable que ce cours d'eau se prolonge dans la grotte à une très grande distance dans le sens *p n m*, car l'un de nous s'étant aventuré dans le couloir *m*, qui lui sert de lit, a pu marcher pendant plus de 100 mètres sans arriver au jour.

Au point de vue géologique, cette caverne ne présente pas un bien grand intérêt : elle est constituée simplement par un calcaire semi-cristallisé, coloré de distance en distance par de l'oxyde de fer. La hauteur des salles est assez variable, et celles-ci sont d'une grande irrégularité; de plus, elles possèdent par endroits des trous dont la profondeur nous a paru dépasser 100 mètres, ainsi que nous avons cru nous en rendre compte au moyen d'une sonde. La température 12° y est assez basse comparativement à celle de l'extérieur, étant donné qu'à l'air libre et à l'ombre elle était de

29° environ, tandis que dans les chambres de la grotte elle était en moyenne de 12°, d'où un écart de 17°.

Les habitants des environs de Banyuls racontent, en parlant de cette caverne, qu'elle a servi autrefois de refuge, comme celle de la *Cova Bastera*, aux Espagnols pendant les guerres que les Français ont eues avec eux. Elle offre, en effet, un abri sûr aux malfaiteurs et c'est pour cela qu'il est prudent de ne pas s'y aventurer seul.

LA GROTTE DE MIRABEAU (VAUCLUSE)

Par L. PIERRE-OLLIVIER

La vallée de la Durance, aux environs de Mirabeau, renferme des sites qui méritent d'être visités par les touristes.

Cette vallée, à partir du pont de Pertuis, va en se rétrécissant pour ne plus former, près de Mirabeau éloigné de 12 kilomètres, à la brèche de la « Grande Montagne », qu'un détroit de 165 mètres de largeur. Dans cette gorge profonde, le superbe pont suspendu de Mirabeau paraît accroché aux énormes rochers qui l'enserrent.

C'est non loin de ce pont que se trouve la grotte de Mirabeau; elle est intéressante, mais d'un accès difficile. Peu de personnes à Mirabeau et dans les environs pourront donner des renseignements suffisants sur elle, et on ne devra s'y aventurer que sous la conduite d'un guide sûr. Quant à nous, sans notre ami Reynaud, Emile, de La Bastidonne (Vaucluse), chasseur émérite et, connaissant à fond la « Grande Montagne », nous n'aurions pu trouver l'entrée de la grotte cachée par des broussailles et pénétrer dans son intérieur.

MM. Donnet, entrepreneur de travaux publics; Fabre, directeur de l'usine électrique; Chaix, expert géomètre; Biron, instituteur; Arquier et le jeune Ambroix nous ont intelligemment secondés dans cetteexcursion (août 1904); nous avons pu ainsi esquisser un tracé, assurément encore incomplet, car pour bien relever tous les recoins explorés, il nous eût fallu un travail de plusieurs jours.

Racontons simplement et succinctement ce que nous avons vu :

Après avoir quitté la voie ferrée à la gare de Mirabeau, on prend, au pied de la montagne, un petit chemin, qui, débutant au pont suspendu même, suit parallèlement la ligne du chemin de fer, sur la rive droite de la rivière, cela sur une longueur de 1500 mètres; il faut ensuite escalader le vallon, pendant environ une heure et demie. La montée est pénible; elle exige plusieurs arrêts, car la « Grande Montagne », à pic en cet endroit, n'offre qu'un petit sentier à peine marqué et en partie dissimulé par les broussailles; il disparaît à une altitude de 300 mètres environ : c'est une véritable ascension où un guide est nécessaire.

Les excursionnistes devront être munis d'une échelle de corde de 11 à 12 mètres et d'une corde à nœuds de même longueur.

Arrivés à l'entrée ou plutôt à la fente cachée du rocher qui donne accès dans l'intérieur, il faut descendre à reculons et en rampant avec l'aide d'une perche cassée, (posée jadis par la commune de Mirabeau), et à la solidité de laquelle on supplée par une corde supplémentaire; on arrive alors dans une première chambre où le jour se perçoit encore un peu et qui n'est du reste qu'à quatre mètres de profondeur.

Cette salle, à peu près carrée, n'a rien d'extraordinaire; ses murs présentent déjà quelques concrétions chenillées, qui sont comme le prélude des belles stalactites et stalagmites que l'on rencontre plus avant.

La véritable entrée souterraine se trouve immédiatement derrière la perche et au Nord-Est. Un couloir serpentant dans la direction Nord nous conduit à une ouverture, presque carrée, appelée en patois le « fenestroun » qui donne tout juste passage à un homme, et qu'il faut franchir encore à reculons, cette ouverture étant élevée de un mètre environ au-dessus du sol extérieur, et le sol se trouvant légèrement incliné à l'intérieur. La difficulté de ce passage est augmentée par le voisinage, à droite, d'une sorte de bassin, qu'il convient d'éviter.

Le « fenestroun » franchi, un étranglement, parfois très étroit, conduit dans une grande salle, dite de la « Grande Cascade »; ainsi appelée à cause du suintement, plus intense ici, des eaux d'infiltration, surtout quand l'hiver est pluvieux. Avant le déboisement continu de la « Grande Montagne », les infiltrations étaient, paraît-il, beaucoup plus abondantes.

La salle de la « Grande Cascade » a des dimensions réellement

grandioses; elle est surtout remarquable par une superbe colonne stalagmitique plantée au milieu et que l'on dirait avoir été mise là pour soutenir la voûte.

A droite et à gauche, se montrent des bassins sans issue, et, dans la direction Nord existent d'énormes rochers qu'il faut escalader. Après avoir contourné des fentes formées par les stalactites on arrive devant une sorte de glissoire qui aboutit à la Salle du Chandelier.

Le passage est assez dangereux, et un guide d'une extrême prudence devient ici nécessaire pour préparer et faciliter la descente. A droite, se présentent quelques stalagmites, à l'aide desquelles on amarre l'échelle de corde de 11 à 12 mètres qui permettra de descendre dans la salle du Chandelier. Cette échelle, solidement attachée, suit une glissade de 4 à 5 mètres de long, sous un angle de 45° environ, et de là tombe dans le vide à une profondeur de 6 à 7 mètres.

La salle du Chandelier, de dimensions restreintes, est surtout remarquable par les belles concrétions qui décorent ses parois. Une superbe stalagmite, magnifiquement élancée, est placée à point pour recevoir une bougie et faire office de chandelier : de là, le nom de la salle. Plus bas se trouve une petite conque, espèce de bénitier toujours plein d'eau.

L'éclairage, par l'acétylène et le magnésium, montre que le plafond d'où pendent d'énormes stalactites, formant une draperie admirablement bien ordonnée, s'élève jusqu'à 15 et 20 mètres de hauteur.

Une demi-heure n'est pas de trop pour contempler ce curieux décor et se reposer de la pénible descente par l'échelle.

De la salle du Chandelier partent des excavations impénétrables où l'on regrette de ne pas pouvoir s'aventurer.

Un étroit couloir accède à la salle des orgues. Quittant la salle du Chandelier, par une fente ouverte dans le roc, on pénètre, après avoir rampé pendant quelques mètres, dans un couloir long de 50 à 60 mètres, et de là une montée de 10 mètres de haut amène au puits de 4 mètres, lequel débouche dans la salle des Orgues par une pente rapide de 15 mètres de profondeur.

Le tableau de cette nouvelle salle fait oublier la fatigue éprouvée dans le parcours de la montée et de la descente du puits.

La salle des Orgues est ainsi appelée à cause des innombrables stalactites en forme de tuyaux d'orgues qui tapissent ses parois,

principalement à droite. C'est d'ailleurs de ce côté que se trouvent de nombreux couloirs formés par d'énormes colonnades d'une grande hauteur.

Notons que, dans cette salle ainsi que dans certains couloirs du Labyrinthe, que nous verrons tout à l'heure, le carbonate de chaux s'est cristallisé au point de rendre des sons de tonalité différente lorsqu'on les frappe avec un bâton.

La corde à nœuds devient nécessaire pour s'aventurer dans les étroits couloirs de la salle des orgues; ces couloirs n'ont pas moins de 10 mètres de profondeur. Il faudrait avoir beaucoup de temps pour explorer toutes ces excavations. On les quitte pour entrer dans une autre salle attenante, la salle des Raisins. Les parois de cette salle sont, en effet, en majeure partie tapissées par des cristallisations régulières simulant des grappes

Le fond de cette salle des Raisins est particulièrement remarquable. La séparation entre cette salle et la précédente semble résulter de l'interposition de deux énormes et superbes masses stalagmitiques qui se détachent isolément, mais, en réalité, les deux salles n'en forment qu'une seule immense.

L'exploration ordinaire de la grotte de Mirabeau se termine ici. Il a fallu au moins trois heures pour y parvenir, vu les difficultés de pénétration, et on mettra presque autant de temps pour le retour. Toutefois, pour des excursionnistes inlassables, il y a le Labyrinthe qui fait suite à la salle des Raisins. Ce Labyrinthe se compose d'innombrables excavations qui montent et descendent, peu accessibles pour la plupart, et sont généralement formées par de superbes coulées de stalactites plus ou moins blanches. C'est dans l'exploration de ce Labyrinthe que nous avons rencontré un couloir tapissé de magnifiques draperies de Stalactites diaphanes. Ce couloir nous a conduit à une fente donnant accès dans une nouvelle excavation que nous n'avons pu explorer, mais dont la faible clarté d'une bougie nous a démontré l'existence. Tout porte à croire qu'en élargissant cette crevasse, on aurait la bonne fortune de découvrir un prolongement de la grotte de Mirabeau.

Des noms particuliers ont été donnés aux diverses excavations de ce Labyrinthe, bien que la disposition de ces petites salles, plutôt appréciables en bloc, ne mérite guère un pareil honneur.

Nous avons enfin songé à la retraite. Entrés, ce jour-là, dans la grotte à 9 heures du soir, nous n'en sommes sortis qu'à 7 heures

du matin. Il est vrai que la prise de nombreux clichés nous avait pris énormément de temps.

En raison de la difficulté d'exploration, il faut actuellement un minimum de 5 à 6 heures pour parcourir la grotte. Mais si quelques améliorations étaient apportées aux passages les plus scabreux, la grotte, qui n'a que 300 mètres au plus de développement, pourrait être visitée, sans grande fatigue, en 2 ou 3 heures. Cela d'ailleurs permettrait d'explorer de nouvelles excavations, devant lesquelles on passe indifférent par suite de lassitude éprouvée, surtout si l'on s'est aventuré dans le Labyrinthe.

Je crois, si l'on parvenait à élargir certains passages, que l'on découvrirait des salles aussi belles que celles que nous connaissons déjà.

Terminons en disant que la grotte de Mirabeau, située sur la ligne des Alpes (Lyon-Grenoble-Marseille), est un endroit tout désigné pour être l'objectif visité de nombreux excursionnistes.

On trouvera de faciles moyens de communications, soit par la voie ferrée, soit par la route nationale de Toulon à Sisteron. Après un repos au Restaurant de la gare de Mirabeau, gîte et table des plus confortables, ils pourront affronter hardiment l'ascension de la « Grande Montagne ».

Ceux que cette grotte aura intéressé pourront, dans le cas où ils auraient encore quelques heures à dépenser, aller visiter le village de Mirabeau, distant de 1 800 mètres de la gare.

Ce village, bâti sur un petit mamelon, est dominé par le château de Mirabeau, ancienne demeure du fameux tribun, dont le nom restera attaché aux débuts de la grande Révolution. Le salon et les salles attenantes sont réellement curieuses à voir.

Ce château, qui avait été délaissé depuis longtemps, vient d'être restauré et convenablement aménagé par la propriétaire actuelle, Mme de Mirabeau-Martel, plus connue, sous le pseudonyme littéraire de Gyp.

Cette visite est assurément plus attrayante alors que la propriété est habitée, car les meubles sont découverts et à leur place. Mais le gérant accueille en tous temps et de son mieux les promeneurs.

LES GROTTES DE BÉGUÉ-PONCHON A POMPIGNAN (GARD).

Le 31 décembre 1907, l'*Eclair* de Montpellier publiait la notice suivante :

« Depuis quelques jours la commune de Pompignan possède une nouvelle grotte, qui peut-être sera classée plus tard parmi les plus belles de France, quand des connaisseurs l'auront visitée.

Elle est située au pied de Monier, à l'ouest de Pompignan. On y a accès par un trou que l'on appelait en patois « l'avent ». Par ce trou, lors des récentes inondations, sortait une véritable rivière qui allait à travers la plaine se jeter dans la « Rieumassel ».

Cette année, à trois reprises différentes, « l'avent » était « venu », et pourtant il était resté à sec pendant plus de 20 ans.

Les choses en étaient là quand, dans les premiers jours de décembre, le théâtre Provençal vint s'installer à Pompignan.

Quatre artistes de ce théâtre, le mercredi 11 décembre, à 1 heure de l'après-midi, partirent avec des lanternes à acétylène et des câbles de toutes dimensions pour aller explorer « l'avent ».

A l'un d'entre eux, nommé Bégué, revient l'honneur d'avoir entraîné les autres.

Ils utilisèrent 40 mètres de câble, restèrent quatre longues heures sous terre et ne furent arrêtés que par des culs-de-sac, par l'insuffisance de leur corde ou par les pièces d'eau intérieures.

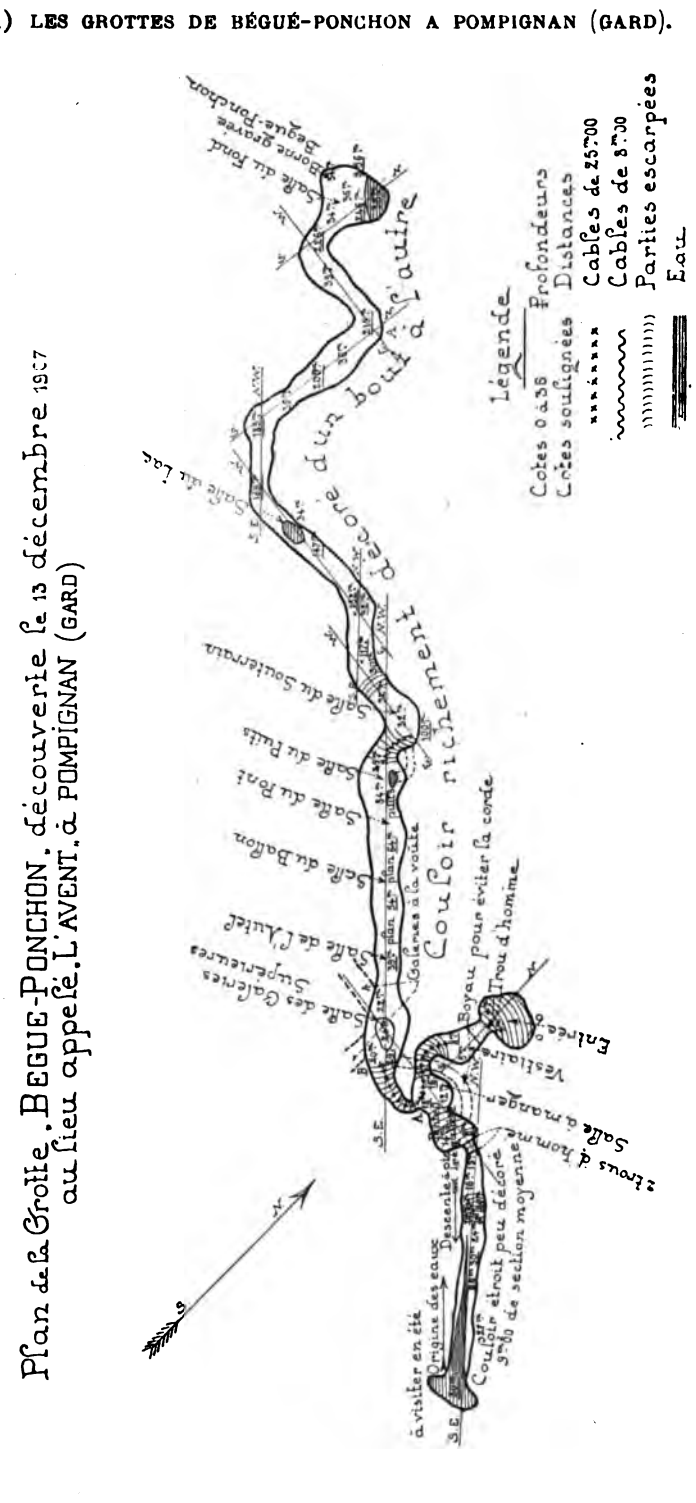
Le vendredi 13 décembre, cinq artistes et cinq Pompignanais partirent, à 7 heures du matin, équipés des pieds à la tête.

On emportait des câbles, des appareils photographiques et une boussole.

La grotte fut visitée dans ses parties les plus cachées, photographiée dans quelques-unes de ses parties les plus belles et, sous la direction de M. MARCEL BOURRAS, ingénieur des Arts et Manufactures, elle fut étudiée avec la boussole et avec la corde.

Un des visiteurs du vendredi, qui avait vu la grotte des « Demoiselles », avoua, sans restriction aucune, que la grotte qu'il venait de visiter était bien plus belle , bien plus digne d'être visitée que celle de Saint-Bauzille-du-Putois.

C'est qu'en effet c'est là une grotte vierge, où les décorations ne se comptent pas et sont des plus originales et des plus variées : stalactites coniques, en forme de navet ou d'oreilles de cheval,


Plan de la Grotte. BEGUE-PONCHON. découverte le 13 décembre 1907
au lieu appelé. L'AVENT. à POMPIGNAN (GARD)
Légende
Cotes 0 à 38 Profondeurs
Cotes soulignées Distances
Cables de 25m00
Cables de 8m00
Parties escarpées
Eau
Salle du Fond
Borne gravée Bégué-Ponchon
Salle du Lac
Galerie d'un bout à l'autre
Salle du Souterrain
Salle du Puits
Salle du Bon
Salle du Balcon
Salle de l'Autel
Salle des Galeries Supérieures
Couloir richement
Galeries à la voûte
Boyau pour éviter la corde
Trou d'homme
Entrée
Vestiaire
Salle à manger
Trous à homme
Descente
Origine des eaux
Couloir étroit peu décoré 3m00 de section moyenne
à visiter en été
S.E.

stalagmites ordinaires et en albâtre, etc., etc., abondent partout.

La grotte a 350 mètres de longueur.

Mais ce n'est pas tout : par un trou que l'on nomme, en patois : « l'Avent fumaïré », situé à une cinquantaine de mètres du premier, nos explorateurs descendirent sous terre, et se traînant tantôt sur les genoux, tantôt sur le ventre, ils découvrirent une nouvelle galerie, plus jolie encore que la première. »

M. M. Bourras a bien voulu nous adresser le plan ci-contre et les renseignements complémentaires suivants : La grotte « Bégué-Ponchon » est située à l'Ouest de Pompignan, au pied de Monier et sensiblement en son milieu. C'est une rivière souterraine et c'est pour cela que malheureusement toutes ses nombreuses et belles décorations ont, à part quelques-unes, une couleur rougeâtre, car les terrains du bois de Monier sont rouges et argileux.

La galerie (S.-E.-N.-W.) qui est la plus longue et la plus belle, ne semble pas être celle qui amène le plus d'eau à l'orifice d'entrée. Voici pourquoi : à l'entrée on constate un amoncellement de galets qui sont parfaitement ronds, comme des œufs de grosseurs diverses. Or, dans la galerie (S.-E.-N.-W.) on ne trouve aucun de ces galets, tandis que dans l'autre galerie on en trouve dans la vase qui, là, est abondante; enfin on trouve de l'eau qui nous empêcha d'aller plus loin.

Or, pour que par un trou, qui n'a guère que 0^{m^2} 50, il sorte une véritable rivière, il faut évidemment ou bien que sous *Monier* il y ait une ramification de petites galeries collectrices *invisitables*, ou bien qu'il y ait une grande galerie ou quelques-unes, qui, se prolongeant sous Monier, doivent être vastes et richement décorées.

Mais tout ceci, on ne pourra s'en rendre compte qu'à la saison sèche, car actuellement les eaux n'ont pas fini de s'égoutter.

Pour ce qui est découvert jusqu'à aujourd'hui, M. Bourras estime que comme décoration on ne peut guère trouver de plus beau. Les galeries sont de dimensions fort convenables.

En particulier on pourrait signaler le *Ballon*, sphère tangeante a la voûte et sur lequelle on aurait jeté un immense drap mouillé; il est de taille colossale et semble vouloir s'échapper de la grotte. Ensuite un superbe *parapluie*.

Les stalagmites sont en forme de chandelles de toutes grosseurs, d'oreilles de cheval (*sic*), de navet et de linge étendu.

LA GROTTE DE SARE (Basses-Pyrénées).

Par E.-A. MARTEL.

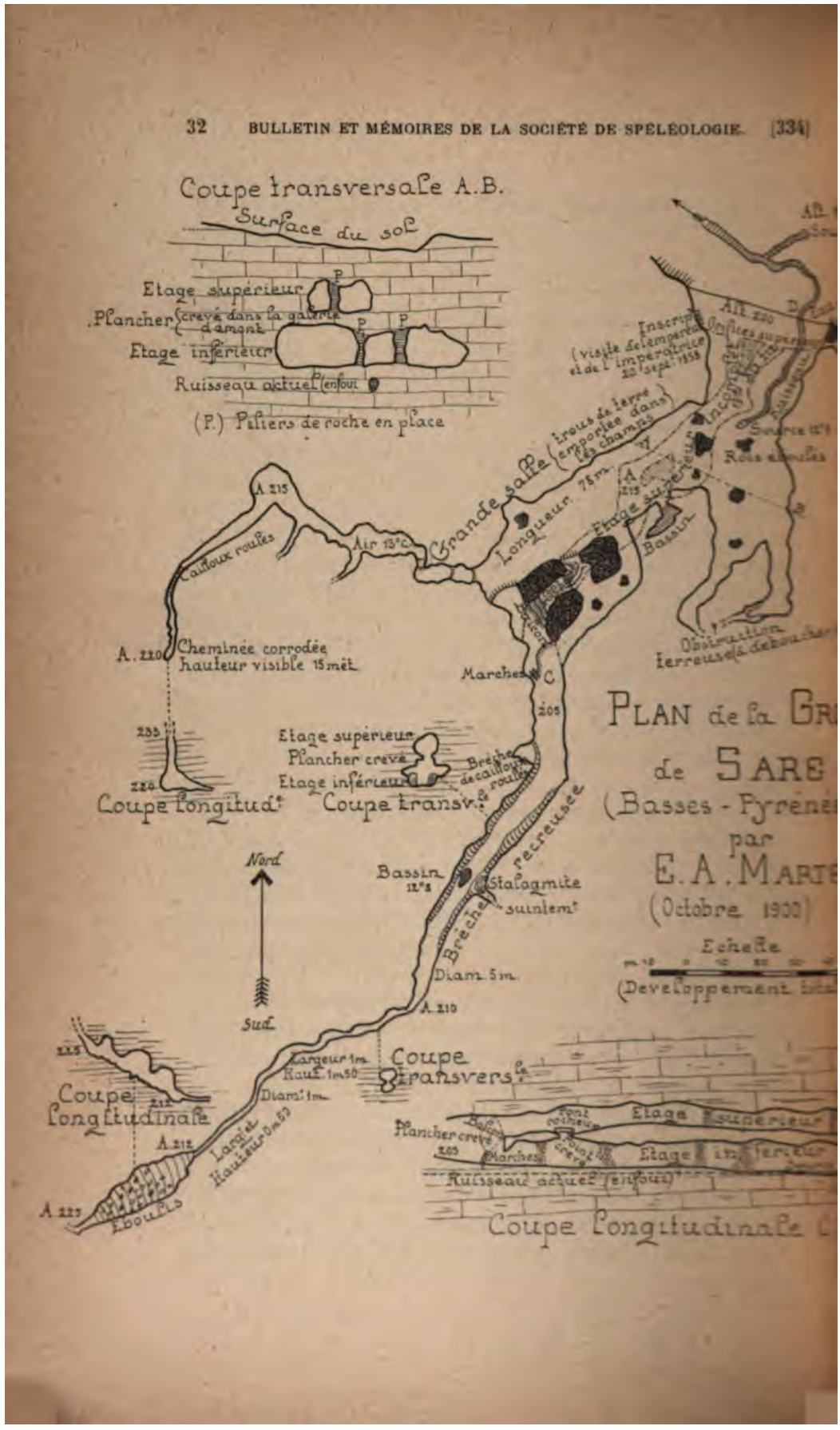
Récemment on a de nouveau publié dans des quotidiens divers de formelles inexactitudes sur la grotte de Sare. On a réédité notamment la légende de sa communication avec le versant espagnol, et de ses ouvertures d'entrée amont bien au delà de la frontière française.

Pour couper court à toutes ces inexactitudes, voici le plan que j'ai levé en octobre 1900, au cours d'une visite complète et que je n'avais pas encore publié.

A 12 kil. S.-E. de Saint-Jean-de-Luz et à la base orientale de la Rhune, la grotte de Sare s'ouvre à 200 mètres d'altitude, par un large et majestueux porche que surmontent deux orifices plus élevés. Les coupes montrent comment le cours d'eau qui l'a jadis excavée est aujourd'hui enfermé dans un petit étage invisible et certainement très réduit. Il jaillit du sol à 12°8; hors de la grotte une autre source est à 12°5. Le vestibule et la grande salle forment le plus bas des deux étages superposés. Par une exception assez rare, l'inférieur est plus large (jusqu'à plus de 50 mètres), parce qu'il est la réunion des trois branches de la caverne. L'étage supérieur, dont le plancher a crevé en plusieurs places à travers le plafond de l'autre, est plus étroit, parce qu'il n'est en somme que l'ancienne prolongation de la plus longue des trois galeries. A l'extrémité de la grande salle, quelques marches dans le roc, un balcon rocheux et un pont naturel sur un point crevé permettent d'accéder à cet étage supérieur et de le parcourir jusqu'aux deux orifices qui surmontent l'entrée.

La première branche à l'Est est large, courte et se termine en deux galeries qu'obstruent des bouchons de terre : derrière ces bouchons doivent se continuer ou bien une galerie, ou bien une cheminée verticale en forme d'abîme.

La deuxième branche au sud est la plus longue et se rétrécit progressivement vers l'amont. La partie moyenne montre nettement la superposition de deux étages, avec plancher intermédiaire crevé. Dans le bas, de part et d'autre, est plaqué sur chaque paroi un important dépôt de cailloux roulés, et d'argile cimenté en brèche. C'est l'œuvre d'un ancien ruissellement très important


Coupe transversale A.B.
Surface du sol
Etage supérieur
Plancher crevé dans la galerie d'amont
Etage inférieur
Ruisseau actuel (enfoui)
(P.) Piliers de roche en place
Grande salle
Longueur 78 m.
Air 13°C
Cailloux roulés
Cheminée corrodée hauteur visible 15 mèt.
Marches
Etage supérieur
Plancher crevé
Etage inférieur
Coupe longitud.
Coupe transv.
Nord
Sud
Bassin
Stalagmite suintem.
Brèche recreusée
Diam. 5 m.
Coupe transvers.
Coupe longitudinale
Largeur 1 m.
Haut. 1 m 50
Diam. 1 m.
Largeur
Hauteur 0 m 50
Etage supérieur
Plancher crevé
Marches
Etage inférieur
Ruisseau actuel (enfoui)
Coupe longitudinale
Plan de la Gr
de Sare
(Basses-Pyrénées)
par
E. A. Mart
(Octobre 1900)
Echelle
(Developpement total

qui aurait en partie comblé la galerie, puis qui s'est trouvé recreusé par un écoulement postérieur plus faible. On observe dans nombre de cavernes ce témoignage très net de phases successives et alternatives dans le creusement et le remplissage des grottes, rivières souterraines (actuelles ou anciennes; par exemple à Padirac, à Gargas, etc.). Après 200 mètres environ de parcours, la galerie se rétrécit en un long boyau de 0^m 60 de largeur et de hauteur. Je n'y ai trouvé la trace du passage de personne, pas plus que dans la salle où ce boyau débouche et s'élargit, en gravissant une pente d'éboulis, terminée à 225 mètres d'altitude au pied d'une cheminée verticale inaccessible sans échelle. Par là sont arrivées les eaux de creusement et les substances de remplissage.

La troisième galerie, plus courte, renferme aussi des cailloux roulés et se termine brusquement à 220 mètres d'altitude, au pied d'une cheminée à pic qui est aussi la base d'un aven.

Ainsi, depuis l'entrée jusqu'au fond des trois branches, on monte constamment (de 20 à 25 mètres.)

Et la grotte de Sare n'est en somme que le point de concentration de trois adductions naturelles d'anciennes eaux souterraines. On pourrait sans doute retrouver au dehors les orifices des trois abîmes (ou groupes d'abîmes) qui y ont conduit autrefois de puissants engouffrements, à moins que ces orifices ne soient trop masqués par la végétation.

L'enseignement à tirer de ces observations est d'abord que la caverne ne débute nullement en Espagne et que son développement total n'est que de 700 mètres environ. C'est ensuite qu'un vide important, comme le vestibule et la grande salle, n'est pas toujours l'indice de vastes cavités d'amont et que, derrière un vaste porche de grotte, il n'y a souvent que de fort modestes galeries.

Comme type de rivière souterraine tarie et comme spécimen de l'œuvre polymorphe des eaux, la grotte de Sare est extrêmement intéressante; mais pour le touriste ses concrétions sont sans valeur et elle ne mérite pas une visite.

NOUVELLES GROTTES DÉCOUVERTES OU AMÉNAGÉES

Comme nouvelles trouvailles en France, nous signalerons sommairement, en attendant une revue plus complète, la grotte de LAGOUBRAN, près Toulon (Var), décrite dans la revue mensuelle du Touring-Club (février 1907); le gouffre de PROUMEYSSAC (Dordogne), décrit dans la *Nature*, du 20 juin 1908 (n° 1830) par E.-A. MARTEL; les nombreux gouffres et cavités révélés en 1908 et 1909 dans les Pyrénées, au cours des missions d'hydrologie souterraine, confiées par le Ministre de l'Agriculture à M. Martel et à ses collaborateurs.

Comme aménagements, on a amélioré ou réalisé ceux de :

BÉTHARRAM (Basses-Pyrénées) près Lourdes (Hautes-Pyrénées), certainement la plus belle de France après Padirac, Dargilan, l'Aven-Armand et Lombrive. C'est la propriété de M. L. Ross, magnifiquement éclairée à la lumière électrique. On y effectue même une navigation souterraine dans l'étage inférieur.

LACAVE (Lot) où M. A. Viré, continuant toujours ses coûteux efforts pour réunir les nouvelles grottes à celle de l'Igue-Saint-Sol, a réussi en 1909 à retrouver dans un étage inférieur une portion du cours de la rivière enfouie qui a jadis creusé la grotte. Les concrétions y sont fort jolies et les installations électriques très ingénieusement disposées.

BEAUME-LES-MESSIEURS (Jura), où une société a grandement facilité l'accès et installé la lumière électrique.

En Belgique, une trouvaille de premier ordre a été celle de la grotte DE ROZÉE, à Engihoul, aux concrétions d'une finesse incroyable et riche en stalactites *excentriques* d'origine encore mal expliquée (1). Elle a été découverte par MM. Doudou et Van de Bosch le 15 septembre 1906, et décrite dans le « Bulletin des Chercheurs de la Wallonie », les publications de la *Société Belge de Géologie, Hydrologie et Paléontologie*, la *Nature* du 10 novembre 1906 (n° 1746) etc., etc.

(1) V. E.-A. MARTEL, *L'Evolution souterraine*, 1908.

En Irlande et en Angleterre, plusieurs équipes de pionniers souterrains complètent et corrigent avec succès les investigations de M. Martel, en 1895 (1). Les nouveaux résultats sont si importants qu'un mémoire spécial leur sera sans doute consacré.

En MORAVIE, M. Absolon a réussi à retrouver dans la vallée de la Punkva l'ancien cours du ruisseau souterrain qui venait du grand gouffre de la Mazocha. C'est une capitale découverte qu'il nous racontera lui-même.

En STYRIE, le *Höhlen-Forschung-Verein* (sous la direction de M. Bock) a poussé avec une rare audace la suite des recherches dans le Lur-Loch jusqu'à 4 kilomètres de développement; on sait combien cette caverne est dangereuse par ses eaux souterraines qui, en 1895, bloquèrent pendant six jours toute une escouade d'explorateurs. On a exécuté le plan précis afin de savoir si, comme on l'espère depuis longtemps, il sera possible, avec quelques travaux de mine, de créer à l'aval une pénétration plus facile par les sources-grottes de Peggau.

Dans le KARST enfin, les recherches ont pris un tel développement qu'en attendant une revue plus détaillée comme suite à la Spéléologie au XXe siècle, il faut au moins mentionner les suivantes.

NOUVELLES RECHERCHES ET EXPLORATIONS DANS LE KARST

Les Cavernes du Karst. — M. E. Boegan a publié une curieuse carte des cavernes actuellement connues dans le Karst, autour de Trieste et dans une portion de la Carniole et de l'Istrie; la liste des abîmes, grottes, pertes de rivières, dont la position est rigoureusement identifiée et qui ont été explorés, comprend 347 numéros; une cinquantaine d'autres ne sont pas mentionnées parce que leur situation topographique n'est pas encore suffisamment précisée. On prévoit d'ailleurs que les découvertes futures pourront

(1) V. E.-A. MARTEL, *Irlande et Cavernes anglaises*, 1897.

tripler le nombre actuellement connu. Dès maintenant cet intéressant document montre à quel degré sont perforés les calcaires de cette région; encore n'y est-il pas question des contrées voisines qui présentent les mêmes phénomènes : surplus de la Carniole et de l'Istrie, Croatie, Dalmatie, Bosnie, Herzégovine et Monténégro. Le Karst autrichien détient toujours le record du cavernement, et on peut dire qu'il y existe des milliers de grottes et gouffres.

Inauguration de la Grotte Géante.

Le Club des Touristes Triestins a rendu accessible aux touristes et inauguré en juillet 1908 la grotte Géante, la plus grande salle souterraine connue (longueur, 240 mètres; hauteur, 138 mètres; largeur, 132 mètres). (Voir la *Nature*, n° 1895, du 18 sept. 1909.)

Investigations de M. G. A. Perko.

Hydrographie du Karst Istriote. — M. G. A. Perko a résumé dans le *Globus* n° 19, t. 104, 19 novembre 1908, et le bulletin de la Société de Géographie de Vienne (1909, fasc. 6) les résultats de ses dernières recherches souterraines, 12e et 13e campagnes, en Istrie. La grotte Martin, près Gradisce au Sud de Marcovsina, est la plus belle et la plus grande caverne à stalactites du Karst; en élargissant des crevasses à la mine et en déblayant des éboulis, on a pu rétablir les communications entre plusieurs cavités; l'étage supérieur n'est pas encore exploré. Près de Materia le gouffre Antonia a 192 mètres de profondeur; à 102 mètres sous terre une cascade jaillit soudain et tombe de 90 mètres à pic dans le dernier puits; elle permet d'observer (comme au Hölloch de Muota) la toute-puissance des chutes qui ont jadis agrandi les crevasses et abîmes. Près de Skadansina le gouffre Jencéreska mesure 214 mètres en 4 étages, terminés par des crevasses impraticables. A Hoticina, un point d'absorption aboutit à une grande salle où l'on a descendu, au moyen d'échelles de cordes, une puissante cascade de 35 mètres de haut (à 194 mètres sous terre). Il y a là sept vallées fermées. Actuellement, M. Perko a déjà exploré 419 gouffres ou cavernes et en a sondé 86 autres; en Istrie, il en reste des quantités à reconnaître. C'est un pays désolé par le manque

d'eau quoique la pluie y varie de 755 à 1400^{mm} par an; tout ce qui échappe à l'évaporation s'engouffre dans les innombrables fissures du sol, à l'intérieur les eaux circulent en rivières souterraines qui restent à peu près toutes à découvrir. M. Perko combat vigoureusement la théorie émise par Gründ en 1903, adoptée en 1904 par Penck et en 1908 par Sbrisaj, et admettant l'existence d'une nappe d'eau générale dans la profondeur (Karst-Gründ-Wasser), qui est, cela va sans dire, complètement fausse ainsi que l'a reconnu M. Putick. Les recherches d'hydrographie souterraine exécutées depuis 30 ans en Europe et en Amérique l'ont surabondamment et définitivement démontré. En 1902, M. l'Ingénieur Pollay fit creuser à Nabrésina, au fond d'une grotte, un puits de 35 mètres qui parvint jusqu'au niveau de la mer sans retrouver d'eau. A Bassoviza, au-dessus de Trieste, un puits est descendu également sans résultat jusqu'au dessous du niveau de mer; à Trieste même, la brasserie Dréher n'a pas eu plus de succès pour un forage artésien partant de 35 mètres d'altitude. Tous ces travaux avaient été entrepris sur les indications de *géologues compétents*, qui ignoraient totalement les vrais principes de la circulation souterraine des calcaires (1).

Dans la grande caverne Dimnice, Perko a retrouvé le torrent absorbé à Gross-Locé; c'est une grotte magnifique, qu'on connaît sur 1600 mètres de développement et qu'on va aménager. Un siphon empêche de suivre le ruisseau souterrain qui se retrouve à 750 mètres de là dans le gouffre de Skalunova, profond de 115 mètres.

A Adelsberg enfin, M. Perko vient de trouver une nouvelle portion de rivière souterraine très importante dans une expédition qui n'a pas duré moins de 37 heures (tunnel grandiose de 320 mètres, 17 lacs, 11 cascades ou rapides et siphon terminal profond de 13 mètres.

Le *Club Hades* fondé à Trieste a aussi effectué de nouvelles recherches à Adelsberg par les soins de MM. Mühlhöffer, Winckler, Martin etc. — Mais il cherche surtout à pénétrer le mystère des gouffres, par où l'on voit sortir de la vapeur d'eau en hiver

(1) 1903. Leipzig, A. Gründ, *Karsthydrographie*. — 1904. A. Penck, *Uber das Karstphänomen*. — Oberingenieur J. Sbrisaj, *Zur Karsthydrographie Krains*, Heft I der *Carnolia* (Mitteilungen des Musealvereins für Krains, 1908. — Putick, *Eine Skizze des hydrographischen Verhältnisse Innerkrains*, *Laibacher Zeitung* 13, 15 mai 1907.

et par où l'on croit entendre le grondement de la Recca souterraine après des crues. Sont-ce bien là des regards comme Trelic sur le courant enterré?

Dans le *gouffre de Dàne* une catastrophe faillit survenir.

Lors de la 5e visite du Hades (Pentecôte de 1908), le lieutenant Martin, du 97e régiment d'infanterie, y descendit avec MM. Hoff-

GOUFFRE DE DANE. — PUITS DE LA CHUTE.

mann et Winckler; ils pénétrèrent jusqu'à 180 mètres de profondeur et 340 mètres de développement horizontal; après les pluies, le gouffre est rendu impraticable par les chutes d'eau hautes de 4 à 26 mètres, au nombre de 33. C'est en reconnaissant le dernier puits que le lieutenant Martin tomba au fond, heureusement dans un bassin d'eau, ce qui l'empêcha de se tuer sur le coup. M. Hoffmann, pour rester en communication avec lui, demeura en haut du puits de 26 mètres, tandis que M. Winckler regagnait seul la surface

du sol, au péril de sa vie et allait chercher du secours à Sésana, distant de 15 kilomètres; il eut la chance d'y rencontrer le lieutenant Mülhöffer qui organisa immédiatement le sauvetage; à 11 heures du soir, il se trouvait avec 5 hommes au point où la chute avait eu lieu à 3 heures de l'après-midi et où Hoffmann avait attendu 8 heures les jambes dans l'eau. Martin n'avait pas perdu connaissance, quoiqu'il eût le pied et la jambe gauche brisés. On opéra sa remontée le long des échelles de corde après avoir constaté que le gouffre se continuait plus bas. A grand'peine le blessé revit le jour le lundi à 6 heures du matin.

Le gouvernement autrichien a décerné des décorations militaires au lieutenant Mülhöffer, aux trois caporaux et aux deux soldats du 97e régiment d'infanterie qui ont ainsi sauvé leur camarade et chef.

(D'après M. V. von Haardt. — *Tagblatt de Vienne*, 5 mars 1909).

Une sixième expédition a fait reconnaître deux cascades de plus, dont une de 40 mètres, et est parvenue à 240 mètres de profondeur; là, sous une voûte de 80 mètres, un lac de 20 mètres de long et large a arrêté la marche faute de bateau; dans la paroi opposée, un trou inaccessible est peut-être une continuation. En 1887 et 1892, MM. Marinitsch, Müller, Novak, etc., descendus dans ce gouffre jusqu'à 120 mètres de profondeur, avaient supposé qu'il se dirigeait vers l'extrémité connue de la Recca souterraine de Saint-Canzian : il faut abandonner cette hypothèse, puisqu'à la profondeur atteinte maintenant, on se trouve, plus bas que ce torrent, à 180 mètres d'altitude. Cette exploration présente des difficultés terribles et le plus grand intérêt hydrologique (Communication manuscrite de M. F. Marinitsch.)

M. le Dr Benno Wolf nous a adressé la liste de ses recherches autour de Trieste et Divazza, en 1907 et 1908 : une vingtaine de gouffres profonds de 8 à 40 mètres et un petit embranchement nouveau de 80 mètres dans la grotte d'Adelsberg.

LE PROBLÈME DU TIMAVO-RECCA (Istrie)

Une gigantesque expérience physico-chimique a récemment résolu la plus grande énigme hydrologique du Karst autrichien. MM. Vortmann et Timeus ont prouvé, au moyen du *chlorure*

de lithine (*ou lithium*) (substance tout à fait inoffensive) et de l'analyse spectrale, la communication entre la perte de la Recca et la grande source du Timavo; la distance d'un point à l'autre est de 35 kilomètres. Virgile a chanté le Timavo aux neuf bouches et Pline l'Ancien avait déjà entrevu le problème. Dans la seconde moitié du XIXe siècle, on avait pénétré de près de 3 kilomètres dans la perte et la rivière souterraine de la Recca et on pensait que cette rivière se laissait aussi entrevoir au fond des gouffres de la Kačna-Jama (profondeur 305 mètres) et de Trebič (322 mètres). Mais la preuve restait à faire de la relation véritable entre les deux points extrêmes; ainsi, de 1880 à 1884, des essais avec des flotteurs n'avaient donné aucun résultat (Ingénieur Grablowitz et Société alpine *delle giulie*). Le 12 juin 1891, une expérience à la fluorescéine avait échoué, la quantité ayant été trop faible ou la durée des observations trop brève. En 1905, le professeur Salmojraghi affirma que la composition des sables de la Recca se retrouvait dans ceux de la Kačna-Jama, de Trebič et même des sources d'Aurésina entre Trieste et le Timavo, mais cette même composition avait été constatée dans d'autres sources de la Carniole très éloignées, et l'argument n'était pas probant, M. E. Boegan avait comparé les troubles du Timavo et d'Aurésina. Enfin, le 23 décembre 1907, une énorme quantité de chlorure de lithium fut jetée dans la Recca à la perte de Saint-Canzian; à partir du 30 décembre 1907 jusqu'au 30 janvier 1908, des traces de lithium furent retrouvées dans toutes les sources littorales : Cedas, Barcola, Aurésina, S. Giovanni etc. depuis Trieste et jusque dans le Timavo. MM. Vortmann et Tineus examinèrent spectroscopiquement 1380 échantillons de 700 litres chacun en moyenne. La méthode permet de déceler un milligramme de chlorure de lithium dans 40 mètres cubes d'eau.

A titre de contre-épreuve, on jeta dans le perte de *Odolina*, à 10 kilomètres Sud de Saint-Canzian, de l'uranine; on obtint un résultat tout à fait inattendu; au bout de cinq jours la couleur reparut à 13 kilomètres à l'Ouest de là, dans le petit fleuve *Risano* qui se jette dans le golfe de Trieste à *Capo d'Istria*. La matière colorante et, par conséquent, la rivière souterraine qui l'entraînait avaient passé sous la montagne de Slavnik (1029 m.).

L'indépendance envers la Recca était donc prouvée, contrairement à l'opinion reçue, et conformément à l'avis exprimé depuis longtemps par M. Marinitsch.

En somme, l'expérience au lithium établit : 1° que la Recca, beaucoup moins puissante que le Timavo (1), le rejoint à l'état d'affluent souterrain; — 2° que les diverses sources du littoral sont des dérivations de la Recca souterraine. Elle corrobore et met d'accord les hypothèses contradictoires antérieurement formulées. C'est le phénomène bien connu des anastomoses et des deltas souterrains constatés dans beaucoup de cavernes.

Critique de l'ouvrage du Dr ALFRED GRUND. *Die Karsthydrographie.* — (Geographische Abhandlungen von Dr Penck tome 7, fascicule 3, Leipzig 1903, Graeser.)

Par E.-A. MARTEL.

Après avoir décrit dans tous leurs détails les poljes (bassins fermés de la Bosnie occidentale) Lika, Unactal, Grabovo, Livno, Glamocko, Duvno, et discuté avec le plus grand soin toutes les observations recueillies sur leurs émergences, leurs ponors ou pertes, l'oscillation de leurs eaux, leurs accidents géologiques, leurs terrasses etc., M. Grund formule les conclusions suivantes, dont la plupart sont bien discutables. Il nie tout d'abord le caractère de circulation souterraine par de véritables courants, que les vingt dernières années d'explorations spéléologiques ont irréfutablement démontrée, aussi bien dans le Karst que dans les autres sous-sols calcaires; selon lui, ce ne sont pas les rivières, mais les sources qui sont la cause des phénomènes hydrographiques du Karst !

Par assimilation à la nappe phréatique des terrains meubles, il pose comme principe général l'existence d'une *eau du Karst*, qui correspond à la *grundwasser* et qu'il définit comme la nappe phréatique du Karst. Cette pétition de principe l'entraîne dans une série d'erreurs absolument flagrantes, par exemple que les calcaires horizontaux possèdent bien moins de dolines que ceux

(1) Le Timavo déverse, dit-on, 2.000.000 mètres cubes par jour (23 mètres cubes par seconde; Vaucluse 8 à 80 en moyenne, 4, 5 à 153,7 par seconde pour les extrêmes connus). On a observé 400.000 mètres cubes par jour au fond du Trebić; 60.000 à 700.000 à la Recca.

qui sont disposés obliquement, et que les calcaires disloqués et faillés ont une circulation souterraine bien plus abondante (les assises généralement régulières des causses français suffisent à démontrer le contraire). Il est faux également que la dissolution chimique du calcaire soit limitée à une certaine profondeur, car on a vu des preuves très nettes de corrosion au fond de gouffres de plus de 200 mètres de creux. On ne peut pas admettre davantage que la surface d'un pays calcaire inclinée depuis la mer jusqu'à la crête des montagnes se présente avec « toutes ses crevasses remplies d'eau stagnante ». M. Grund invoque la capillarité et l'adhérence aux parois des crevasses pour expliquer l'équilibre souterrain entre la pression hydrostatique de la mer et celle des eaux élevées du sol ! Que deviennent alors toutes ces chutes d'eau verticales matériellement vues dans les abîmes et les cavernes et qui font, sans doute possible, descendre les eaux des plateaux jusqu'au fond des vallées ou aux rivages maritimes? Faute de reconnaître cela, on arrive à des formules comme celle-ci: « Le niveau d'émergence de l'eau du Karst est représenté par celui de la mer »; on est conduit aussi à expliquer les sources sous-marines par le résultat de la lutte entre la pression hydrostatique de l'eau du Karst descendant de l'intérieur des terres et la contre-pression de la mer : « tandis que sous l'eau du Karst il existe un amas d'eau stagnante, cette eau du Karst est l'eau atmosphérique qui s'écoule souterrainement, et qui est alimentée par les précipitations atmosphériques. »

Il semble bien que toutes ces propositions réellement peu intelligibles émanent d'un auteur qui a certainement beaucoup moins observé sous la terre, qu'accumulé les documentations bibliographiques. Il ajoute encore que, dans les polje, « les inondations ne sont pas seulement les débordements de rivières à émissaires insuffisants (car de tels flux ne surviennent qu'en quelques jours, tout au plus en une semaine), mais des oscillations de nappes phréatiques, puisque sur tout le reste de la terre le rythme retardataire des oscillations de nappes phréatiques est depuis longtemps connu. » Depuis longtemps, au contraire, il est prouvé que les travaux d'agrandissement exécutés (par le gouvernement autrichien lui-même) dans les étranglements des ponors du Karst (et aussi dans les katavothres du Péloponèse) ont diminué les inondations des poljes. D'ailleurs, ce n'est pas même en quelques jours, mais souvent en quelques heures que l'orage engorgeant

un abîme étroit étale un lac temporaire dans quelque vallée fermée.

M. Grund a trouvé un moyen de déterminer le degré de la fissuration du calcaire, c'est par l'élévation maximum (40 mètres) des flux de l'eau du Karst au-dessus du Kaméniti-ponor. Sans reproduire les chiffres de son singulier calcul, disons seulement que selon lui un mètre cube de calcaire ne renferme que 0,0024 mc. de crevasse. Il est vrai que ce serait un minimum. Il faut laisser à la doctrinale minutie des professeurs allemands toute la responsabilité de semblables principes.

Il en résulte, selon la théorie chère aux irréductibles partisans des nappes d'eau du calcaire, que, dans cette roche, le forage des puits doit toujours réussir, car, les dolines ou gouffres ne sont pas autre chose que « des puits naturels *qui ont atteint le niveau de l'eau du Karst* ». Une telle manière de voir consiste à considérer les eaux souterraines des calcaires comme préexistantes aux abîmes, alors que l'irréfutable empirisme des descentes maintenant effectuées dans ces derniers par centaines, a définitivement prouvé le contraire.

La classification des sources en sources du Karst (périodiques) et sources vauclusiennes (pérennes) ne tient en aucune façon compte des véritables caractères des capricieuses émergences calcaires qui, pour la plupart, ne doivent être considérées que comme des *résurgences*. Il ressort nettement des pages que M. Grund consacre à ce sujet qu'il n'a pas eu connaissance des derniers travaux dont Vaucluse a été l'objet.

« Le phénomène du Karst est la conséquence d'une circulation d'eau verticale. » Cette formule est au moins incomplète, car l'action des eaux obliques ou subhorizontales n'est certainement pas moins efficace, pourvu qu'elles soient *courantes* et que le calcaire soit fissuré *dans n'importe quel sens*.

Les fissures des sources, ajoute notre auteur, sont en général étroites parce que l'eau a depuis longtemps épuisé sa provision d'acide carbonique, mais elle en recouvre à l'air libre dans les polje à l'aval desquels elle creuse de vastes ponors et cavernes. Or, cette limitation du rôle de l'acide carbonique est absolument controuvée par les faits. Il est encore plus inexact de prétendre que toutes les grandes cavernes gisent au-dessus de l'orifice des ponors. M. Grund n'a point songé à ces puissants abîmes des Alpes ou des Pyrénées calcaires qui sont parfois d'immenses cavernes

simplement formées par les infiltrations pluviales. La distinction qu'il établit entre les ponors d'ordre horizontal et ceux d'ordre vertical est complètement illusoire, à cause des innombrables formes intermédiaires qui font transition entre ces types extrêmes. Il répète aussi que la capacité des ponors n'est pas la cause des inondations et qu'elle peut seulement influer sur leur durée. Il est bien clair cependant que ce sont les pluies abondantes qui sont le principal facteur des inondations, mais que celles-ci ne se produiraient pas, si les ponors ne les facilitaient pas en réalité à cause des retrécissements intérieurs qui s'opposent à la liberté de l'écoulement. L'heureux effet des agrandissements artificiels effectués dans les Katavothres du Péloponèse (par Sidéridès) et les ponors de Planina, de Gottschee, d'Herzégovine (par Putick. Hrasky, Ballif, Riedel depuis 1886) sont une preuve formelle à cet égard. C'est donc une pétition de principe de représenter comme « la cause des inondations, la position de la surface du sol en dessous des oscillations de niveau de l'eau du Karst ». Peut-on admettre davantage que « les sources du Karst et vauclusiennes débitent pour la plupart *de l'eau fraîche et pure* »? Ce serait nier tous les faits démontrés de pollution des résurgences. D'ailleurs, en reconnaissant très justement que ces résurgences sont généralement plus fraîches que ne le comporte leur altitude parce qu'elles proviennent de régions élevées, M. Grund semble se mettre bien en contradiction avec son hypothèse d'un niveau d'eau du Karst. Aussi en arrive-t-il à formuler que le trouble des résurgences en temps de pluie ne provient que de leur voisinage immédiat, parce que les petites crevasses y laissent pénétrer de la terre jusqu au niveau de l'eau du Karst, principal aliment des sources. Il énonce encore que les hautes pertes de ruisseaux ne sont qu'une petite partie des sources qui se sont épurées comme dans un grand filtre; et que la communication souterraine entre les ponors et les sources ne se réalise que lorsque les eaux courantes perdues dans les ponors ont pu rejoindre le niveau d'eau du Karst; un canal direct ne peut être que court, quand les ponors sont très rapprochés des sources, autrement le fleuve souterrain se disperse dans les crevasses. A l'appui de cette dernière opinion, M. Grund va jusqu'à citer mes propres recherches dans les Causses, qui prouvent exactement le contraire. En somme, il ne se doute en aucune façon du rôle retardateur exercé par les siphons et les vases communiquants souterrains. Passant aux

vallées, M. Grund énonce que les cañons du Karst n'ont jamais d'affluents latéraux. En Provence, la réunion du Verdon et de l'Artuby suffit à réfuter cette proposition. Une distinction qu'il établit au point de vue des phénomènes souterrains entre les Alpes calcaires et le Karst ne me paraît pas justifiée; surtout si l'on prétend que dans les Alpes les phénomènes dits du Karst ne se présentent que sur une petite échelle et avec un petit nombre de dolines, de pertes de rivières et de sources vauclusiennes.

Nos confrères d'Autriche et d'Allemagne ignorent trop les grandioses manifestations souterraines du Höll-Loch, en Suisse, du Dévoluy, du Vercors, de Provence, des Pyrénées, etc., qui ne le cèdent en rien à ceux du Karst.

Arrivant à l'origine des poljes, M. Grund rappelle que, selon Cvijic, les poljes sont des phénomènes d'érosion dus à l'ablation chimique et dont le sol a été aplani mécaniquement; et que des fractures tectoniques les ont préparés. Mais M. Grund n'admet pas l'ablation chimique, qu'il considère comme extrêmement faible par rapport à l'érosion mécanique. Il regarde les trois grands poljes de Livno, Glamock et Duvno comme des champs d'effondrement tectonique (conformément aux idées de M. Penck), et vidés ensuite par l'érosion mécanique; enfin il conclut, très justement cette fois, qu'en vérité, les poljes sont dus à des causes très diverses dont la multiplicité a provoqué des erreurs d'interprétation Les affaissements tectoniques se seraient produits à deux époques, la première à l'oligocène, époque à laquelle la Bosnie et la Dalmatie devaient ressembler à la Floride actuelle, dont la surface calcaire est au niveau même de la nappe d'eau. Le seconde époque d'affaissement reste tout à fait conjecturale, elle a entraîné un abaissement du niveau de l'eau du Karst; il s'en est suivi le dessèchement de la plupart des poljes, le tout peut-être antérieur au pliocène.

En résumé, il est infiniment regrettable qu'un travail aussi peu adéquat à l'état actuel des notions acquises en hydrologie souterraine ait été incorporé dans un recueil de la valeur des *geographische Abhandlungen* de M. Penck. Et l'on excusera la sévérité de ma critique, en considérant que ce travail (dont à peu près rien ne doit subsister) a précisément pour objet cet extraordinaire sous-sol du Karst, où l'Autrichien Schmidl inaugurait si audacieusement, il y a soixante ans, ces recherches ténébreuses empiriques, dont le développement pratique continu fait effondrer une à une les spéculations des plus fausses et des plus tenaces hypothèses !

LA GROTTE DE GLACE DE SZILICZE

Par Karl SIEGMETH

Au Sud-Est des Erzgebirge de Gömör-Zipse s'étend un grand plateau calcaire appartenant en grande partie au trias supérieur et qui est partagé par les vallées du Coetnek et du Sajá en plateau de Konyár-Pelsüczer et en plateau de Szilicze.

Le plateau de Szilicze est le plus vaste des deux; sa hauteur moyenne varie entre 500 et 600 mètres. Le Somosteko présente la plus grande élévation (677 mètres). Il est situé dans la partie Nord-Ouest du plateau plantée de chênes nains, où l'on rencontre fréquemment des dépressions nombreuses en forme d'entonnoir (dolines). Ce plateau, en outre de nombreuses grottes de moindre importance, renferme la grotte à stalactites d'Aggtelek, longue de 8,7 kilomètres, et la grotte de glace de Szilicze, dont nous voulons nous occuper.

Par le chemin de fer allant de Miskolcz à Dobsina par Bauréve, nous arrivons à l'entrée de l'étroite vallée du Sajó, qui sépare le plateau de Pelsücz de celui de Szilicze. Des pentes escarpées limitent la vallée des deux côtés. Dans un repli, à 4 kilomètres de Pelsücz, se trouve la station de Gombazog et une bonne route carrossable conduit de là, en serpentant, sur le plateau.

Bientôt nous apercevons Szilicze (549 mètres) et au Sud-Ouest, à une distance de 1 kilomètre à peine, s'élève une muraille rocheuse que nous reconnaissons comme le bord d'une grande doline. La voiture nous mène jusqu'à cette doline et nous pouvons nous rendre compte exactement du spectacle.

Cette doline est partagée par un éboulement de pierres en deux parties; la partie Nord, du côté de Szilicze, est tellement recouverte de broussailles et de brousses qu'on ne peut pas apercevoir sa surface ni y parvenir. Par contre, nous pouvons descendre à l'aide d'un sentier étroit, dans la partie Sud. Tout d'abord les broussailles nous empêchent de pouvoir l'examiner et nous n'avons plus devant nous que la muraille rocheuse abrupte; une fissure en forme de cheminée monte presque verticalement jusqu'au bord de la doline.

Si nous continuons à marcher, nous sentons tout à coup un courant d'air froid, et arrivé sur le petit plateau, s'ouvre

devant nous une porte cintrée ayant environ 15 mètres de haut et plus de 20 mètres de large. L'intérieur forme un hall éclairé complètement par la lumière naturelle, et partagé en deux parties par un énorme bloc de rocher.

Déjà sur ce dernier bloc nous trouvons de la glace. Aux fentes de la voûte on voit pendre aussi d'énormes stalactites et jaillir des masses de glace semblables à des cascades gelées. Le sol de la caverne, qui est assez incliné vers l'intérieur, est complètement recouvert d'une couche de glace.

Dans un coin du hall s'ouvre un gouffre étroit et presque perpendiculaire conduisant probablement à des profondeurs non encore explorées et dans lesquelles on entend au printemps, à l'époque de la fonte des neiges, le mugissement des eaux.

Le terrain au-dessus de la caverne est couvert de broussailles et d'une herbe rare où le rocher paraît souvent à nu et toute la surface supérieure est exposée en entier aux rayons du soleil.

Après plusieurs années d'observations, on a remarqué que la plus grande quantité de glace se forme dans cette grotte au printemps. En été et en automne, la formation de la glace décroît et en hiver elle cesse presque totalement. Dans cette dernière saison, le sol de la grotte est sec en grande partie et est dépourvu de toute couche de glace. Toutefois, dans la doline même s'amoncellent d'importantes masses de neige.

Ce qui paraît tout spécialement singulier au visiteur, c'est que, malgré la largeur de l'ouverture de la grotte de Szilicze et bien qu'elle soit exposée, dans toute son étendue, à la lumière du jour, la formation de la glace soit si considérable.

La grotte de Dobsina, tout comme d'ailleurs celle de Demenfalva, a une ouverture relativement petite qui ne permet pas l'accès à la lumière du jour. La grotte de Scilicze a des ressemblances avec ces deux premières comme aussi avec la grotte de glace de Szkerisora qui aboutit également dans une doline.

D'ailleurs, l'ouverture de la grotte de Szilicze est également tournée vers le Nord et le fait que cette ouverture n'est pas libre mais aboutit dans une doline a tout au moins pour conséquence de ne pas permettre l'entrée aux rayons du soleil.

Le professeur Terlanday (Emile) a maintes fois fait des expériences sur la température de la grotte et en a publié les résultats dans les *Cahiers mensuels de la Société des sciences naturelles hongroises*. M. Terlanday a remarqué que la température de la

grotte s'élève en effet ou s'abaisse selon celle de l'air extérieur, mais reste pourtant toujours voisine de 0 et que ce n'est que dans les mois d'été les plus chauds qu'elle s'élève légèrement au-dessus de 0. En janvier, la température de la grotte était la suivante :

— 2°4 C par — 3° C température de l'air extérieur
— 5°6 C par — 9° C — — —
— 3°4 C par — 4° 4 C — — —

En avril, la température de la grotte oscillait entre — 0,6 celsius et — 1,6 par + 11° et + 14,4 à l'air extérieur.

Les expériences faites au moyen du psychromètre montrent que le thermomètre humide descend toujours beaucoup plus bas à l'intérieur de la grotte, que le thermomètre sec. Les expériences de Terlanday, du 9 avril 1892, ont donné les résultats suivants :

HEURES DES EXPÉRIENCES	EN DEHORS DE LA GROTTE		DANS LA GROTTE	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
8 heures du matin.	+ 4°2 c	+ 1°8 c	O	— 2°4 c
Midi.....	+ 10°6 c	+ 5°2	— 0°6	— 1°2
5 heures du soir..	+ 8°8	+ 4°8	— 0°8	— 1°1

L'air dans la grotte par conséquent n'est pas le moins du monde saturé de vapeurs d'eau comme on l'admet souvent; il se produit donc une vaporisation assez importante, ce qui est aussi une des causes de la formation de la glace.

Examinons la situation d'abord en hiver. Dans la doline, devant l'ouverture de la caverne, nous trouvons une couche de neige assez considérable, et le terrain pierreux exposé au soleil qui se trouve au-dessus de la caverne est également couvert de neige. La neige de la doline, qui, de par sa position et grâce aux broussailles, se trouve à l'abri du soleil, ne fond pas facilement et subsiste. Mais la neige située au-dessus de la grotte est fondue par la chaleur solaire et pénètre dans les nombreuses fentes et les fissures du roc. Toutefois, à l'intérieur de la grotte, il nous est impossible de rencontrer la moindre trace de neige; nous observons tout au plus une chute d'eau minima. Ce fait démontre

que l'eau s'infiltrant dans le roc et qui, par suite, est à l'abri du soleil, se transforme en glace.

En hiver, par conséquent, il ne se produit dans la grotte aucune formation de glace. Par contre, cette formation se prépare du fait que, d'une part, l'air froid s'amasse dans la grotte et que, d'autre part, une provision de glace se forme dans les fentes du roc, ce qui refoidit considérablement le roc lui-même.

Au printemps, la couche de neige dans la doline commence à fondre lentement, très lentement. L'intérieur de la grotte est rempli de l'air froid de l'hiver qui s'y est amassé. L'eau provenant de la fonte des neiges, traversant la partie supérieure de la grotte, se congèle sur le sol et le recouvre d'une croûte de glace qui devient de plus en plus épaisse, aussi longtemps que dure la provision de neige et de neige fondue dans la doline.

Au-dessus de la grotte, la couche de neige a fondu beaucoup plus tôt, car le soleil éclaire directement le roc. La glace qui s'est amassée dans les fissures commence à fondre, suinte dans la caverne où elle se congèle sous l'influence de la basse température intérieure et forme des stalactites et des stalagmites de glace.

Toutefois, cette provision de glace serait bientôt épuisée et la congélation s'arrêterait par suite beaucoup plus tôt si n'entrait pas alors en ligne de compte le roc, qui est considérablement refroidi par la glace d'hiver qui remplit les fissures. Il est en outre considérablement refroidi par suite de la chaleur dégagée par la fonte des neiges et la vaporisation.

Ce roc refroidi abaisse également la température de l'eau de pluie qui s'y infiltre au printemps et en favorise la congélation.

On sait d'ailleurs que, dans les fentes capillaires du roc, la réfrigération peut s'abaisser au-dessous de 0 sans que l'eau se congèle; c'est seulement en sortant du roc que l'eau se transforme en glace.

Au printemps, de nombreux cristaux de glace se forment aussi aux parois de la grotte; ces cristaux sont dus à la vaporisation qui se produit à l'intérieur.

Nous voici en été. La couche de neige dans la doline a disparu, par suite la congélation sur le sol de la grotte ne peut plus avoir lieu et la glace commence à disparaître. De plus, le roc au-dessus de la grotte s'échauffe. L'eau qui s'y infiltre ne se refroidit plus et, au lieu de former de la glace, travaille au contraire lentement

à la faire disparaître, car elle dégèle en effet, en passant, les cristaux de glace qui se sont formés.

Ce même phénomène se continue en automne jusqu'à ce que la chute des gouttes d'eau cesse de nouveau en hiver pour recommencer au printemps.

Naturellement, la quantité de glace formée dépend en première ligne des masses de neige de l'hiver et de la quantité de pluie au printemps. Dans les années où la neige est abondante en hiver et les mois de mars et avril pluvieux, la formation de la glace dans la grotte est plus importante que dans les années où l'hiver est pauvre en neige et le printemps sec.

Si, au contraire, l'été et l'automne sont secs, la glace se maintient plus longtemps dans la grotte que si les averses sont abondantes en ces deux saisons. Dans le premier cas, l'infiltration de l'eau chaude qui détruit les cristaux de glace est beaucoup moins considérable que dans le second cas.

Les expériences faites dans la grotte de glace de Szilicze me confirment à nouveau dans la croyance qu'en fait c'est peine perdue d'essayer de formuler une théorie générale de la formation de la glace dans les cavernes. On peut bien énumérer les différentes causes de la formation de la glace, mais il faut reconnaître que cette formation dépend en première ligne de la situation, de la forme et de la nature du roc des grottes, toutes causes dont il y a lieu de tenir compte pour chaque cas particulier.

Fr. Stranak. — Studie o temnostei flore jeskun Sloupskúch S. 2. obrazy a 8 reproduckcemi fotografii. Práce s. ústavu pro fysiologii restlin C. K. ceske university.

Vestnik Král. Ceské sholecnosti nauk v. Praze 1907. 41 p.

Dans cette publication écrite en langue tchèque l'auteur traite de la flore mycologique des grottes et avens de la Moravie.

Après avoir fait l'historique de la Spelaeobotanique, depuis le XVIIIe siècle jusqu'à nos jours, l'auteur aborde l'étude des champignons des grottes. Il divise ces derniers en deux catégories : 1° ceux qui recherchent les grottes pour s'y développer; 2° ceux qui ne vivent qu'accidentellement dans ces milieux. Il étudie

la manière de se comporter de ces végétaux par rapport aux différentes conditions biologiques : altitude, nature du sol, obscurité, état hygrométrique de l'air.

L'auteur étudie ensuite les déformations produites par les différents facteurs, et les résultats confirment les idées émises récemment en France. Le manque de lumière produit l'étiolement et la déformation du chapeau ainsi que la stérilité de l'hymenium et l'atténuation de la couleur des hyménophores.

Les cavernes de la Moravie, où la température oscille entre 6 à 10°, sont peu propices au développement des formes parfaites, mais on y observe par contre de nombreuses formes de myceliums monstrueux. Quant à la phosphorence, elle ne fut observée qu'une seule fois sur un mycelium probable de *Armilaria mellea* Vahl.

L'obscurité des grottes fournit l'occasion d'observer l'accroissement anormal des champignons sous l'influence des mouvements paratoniques et mécaniques. Ce sont, partie des mouvements géotropiques et héliotropiques, partie des mouvements causés par les courants d'air. En ce qui concerne le géotropisme, les champignons semblent être positivement géotropiques tant que le chapeau n'est pas développé, puis négativement géotropiques lorsque le chapeau a acquis un développement suffisant. L'héliotropisme positif ne s'observe qu'à l'entrée des grottes.

Les grottes de la Moravie sont beaucoup plus riches que nos cavités françaises et, dans la seconde partie de son ouvrage, l'auteur décrit 47 espèces avec leurs variations anatomiques. M. Stranak a décrit une nouvelle espèce d'Ascomycète microscopique appartenant au genre *Gliocladim* et parasite du *Lenzites abietina* Bull.

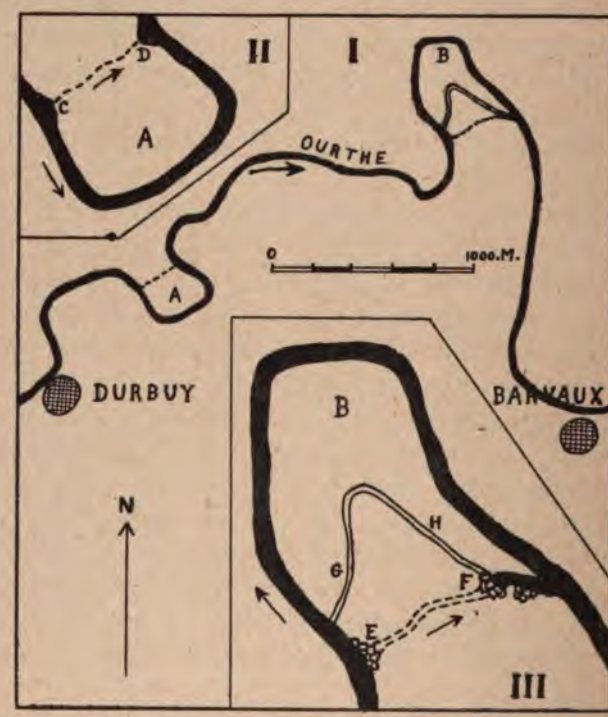
L'ouvrage, des plus intéressants et bien documenté au point de vue local, se termine par l'exposé des conclusions et la liste des grottes avec les espèces mycologiques qu'on y rencontre. Ajoutons que les nombreuses planches rendent des plus faciles la compréhension des diagnoses d'espèces.

Nous regrettons seulement que par suite d'un sentiment patriotique, très louable d ailleurs, l'université de Prague continue à publier ces travaux en tchèque, et n'adopte point une langue plus connue dans le monde scientifique. J. Maheu.

RACCOURCIS SOUTERRAINS DE DEUX BOUCLES DE L'OURTHE (BELGIQUE)

Par E. RAHIR.

Entre Durbuy et Barvaux, l'Ourthe trace une série de méandres, ainsi que le montre le croquis ci-joint. Deux de ces méandres,



RACCOURCIS SOUTERRAINS DE L'OURTHE.

en A et B, sont particulièrement intéressants au point de vue spéléologique, parce qu'ils nous offrent des exemples bien nets de raccourcis souterrains arrivés à des stades d'avancement bien différents l'un de l'autre.

L'un de ces raccourcis (indiqué en B) avait déjà été signalé précédemment par MM. Lohest et Fourmarier, dans leur étude sur l'évolution géographique des régions calcaires (1), et l'autre,

(1) M. LOHEST et P. FOURMARIER, *L'Evolution géogr. des régions calcaires*, *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXX, 1903.

que nous avons reconnu récemment, n'a, à notre connaissance, pas encore été mentionné.

Nous allons décrire ces deux raccourcis (A et B) aussi sommairement que possible et d'après nos observations personnelles.

La portion de l'Ourthe, dont il est question ici, est traversée par une série alternative de bandes calcaires et de bandes schisteuses dévoniennes orientées OEO-ENE. Les deux raccourcis souterrains, dont nous allons dire quelques mots, se sont creusé une voie dans la même direction que celles des bandes calcaires, autrement dit par des fissures d'entre-bancs.

Raccourci B. (voir en III du croquis). On remarquera tout d'abord un raccourci à l'air libre (G. H.) qui a été quelque peu régularisé et même peut-être approfondi par le travail de l'homme, mais qui, actuellement, n'est plus guère occupé que très exceptionnellement — en période de fortes crues seulement — par les eaux de la rivière. Le fond entièrement gazonné qui occupe maintenant ce lit à sec en est la preuve indéniable.

Examinons d'abord le point E, c'est-à-dire celui où la rivière s'engouffre d'une façon permanente sous un massif calcaire très escarpé à cet endroit. En ce point on remarque un assez important écroulement de rocs, dont certains blocs se sont détachés depuis peu de temps. Par les interstices libres entre ces roches, on peut voir très nettement les eaux s'infiltrer sous le massif, mais avec un bruit à peine perceptible et par de multiples points.

Il est de toute évidence — un examen sur place le prouve surabondamment — que l'Ourthe s'ouvre maintenant ici une voie souterraine, dont l'importance augmente rapidement; et le temps n'est pas éloigné où la rivière abandonnera complètement son méandre pour disparaître entièrement sous les roches. Le trajet souterrain étant très court et très direct, ainsi que nous avons pu nous en rendre compte, l'acide carbonique des eaux courantes peut donc y exercer *partout* une très énergique action corrosive, qui, ici, contribue, pour une bonne part, à l'élargissement rapide des voies à ciel couvert.

Si nous étudions le point F, ou la résurgence de la rivière souterraine, en remontant le cours de l'Ourthe, nous passons d'abord par un premier écroulement, qui représente un ancien point de résurgence, maintenant abandonné, et presque immédiatement après nous atteignons un deuxième chaos, plus important que le premier. Parmi ces blocs de rochers, on entend, comme on

voit, les eaux s'échapper avec force et en très grande abondance pour former, non un ruisseau, comme cela a été ditprécédemment, mais une véritable rivière qui va se jeter dans l'Ourthe. En période normale de basses eaux, on peut dire qu'actuellement 50 °/₀ du débit de l'Ourthe passe par cette voie souterraine.

En ce point existe aussi une grotte, dont la voûte est très gracieusement supportée en son centre par un étroit pilier rocheux, et qui est pénétrable jusqu'à une distance de 25 mètres environ. Cette grotte, qui se termine par un siphon, est en grande partie occupée par la rivière souterraine, dont les eaux passent avec bruit entre le chaos rocheux qui entrecoupe son lit.

Raccourci A. Si le cours souterrain, dont nous venons de parler, représente un intéressant exemple de raccourci à ciel couvert, parvenu à un stade assez avancé qui laisse entrevoir, à brève échéance, l'engloutissement total des eaux de la rivière, le raccourci A offre, lui, un exemple de cours souterrain qui en est à ses premiers débuts.

En C (voir II du croquis) le lit de l'Ourthe présente un élargissement qui, en ce point, est précisément en contact intime avec la roche calcaire, déjà fendillée, mais qui n'offre pas encore d'écroulements.

En D, où l'on remarque également un élargissement de la rivière, mais plus nettement indiqué ici qu'en C, les eaux sont aussi en contact avec la roche escarpée. En ce point le lit de l'Ourthe se creuse d'un gouffre assez profond, qui — à n'en pas douter — s'est peu à peu formé par l'affouillement des résurgences du ruisseau souterrain qui a son point de départ en C et son point de sortie dans le gouffre en question.

Rien dans le mouvement des eaux, pas plus en D qu'en C, ne permet de soupçonner ici un raccourci souterrain de l'Ourthe, mais les indices de l'existence de ce cours à ciel couvert sont suffisamment probants, en ce point, pour qu'il ne soit pas nécessaire d'en rechercher d'autres.

Il nous a paru intéressant de signaler l'existence de ces raccourcis souterrains si proches, dont l'un commence à peine à se former, tandis que l'autre marche à grands pas vers le stade final de l'engloutissement total des eaux de la rivière.

CAVERNES ET PHÉNOMÈNES DU KARST DANS LE TCHATYRDAGH ET LE KARABI-IAILA

Par M. KROUBER

Actuellement on connaît un nombre assez considérable de cavernes en Crimée. Ce sont les cavernes du Tchatyrdagh, qui jouissent d'une popularité toute particulière : deux d'entre elles, Bigne-Bach-hoba et Sououk-hoba, sont visitées chaque année par des foules de touristes. Dans le Tchatyrdagh, deux autres cavernes ont été décrites, les n°s 3 et 4, dont l'accès est à présent interdit aux touristes, à cause des difficultés de la descente. On parvient dans la caverne n° 3 par une série d'escaliers à une profondeur allant jusqu'à 15 sagènes (1 sag. = 2 m. 134), mais le *Club Alpin* de Crimée ne considère pas les escaliers comme absolument sûrs : ainsi s'explique l'interdiction faite aux touristes d'y entrer. Par sa beauté, par la masse des stalactites, stalagmites, colonnes et piédestaux qui s'y sont conservés, les ornements pareils à de la dentelle de ses murs, cette caverne surpasse les précédentes.

La caverne n° 4 a été décrite par M. le Professeur Zaitsev; l'entrée en est figurée par une ouverture ronde qui permet de descendre à une profondeur de 8 sagènes.

Il n'est pas douteux qu'outre les cavernes ci-dessus mentionnées il en existe encore d'autres peu ou pas connues du tout. Ainsi, lors de ma visite au Tchatyrdagh, les 23 et 27 juillet de 1908, il m'a été donné de voir deux autres cavernes, dont une se trouve près de l'Abri, l'autre à deux verstes (1 verste = 1 km. 067) environ de ce même Abri.

Le nom de la caverne est « Gougher-djin-hoba », c'est-à-dire caverne des Pigeons, car des pigeons y nichent certainement. L'entrée de la caverne forme un abri de 14 à 15 mètres, on ne peut donc en atteindre le fond qu'à l'aide d'une échelle ou d'une corde. Usant de ce dernier moyen, je me trouvai dans un vestibule assez vaste, soutenu au milieu par une colonne. La visite rapide que j'y fis ne me montra point de grandes stalactites, bien que les murs y soient ornés d'infiltrations calcaires. A gauche de l'entrée, le fond de la caverne baisse, conduisant à une seconde fosse étroite; à droite, après une petite descente, viennent une mon-

tée et un couloir assez long, puis une petite salle. Le couloir et la salle sont ornés de stalactites et surtout de stalagmites, dont quelques-unes atteignent des dimensions respectables. Tout au bout de cette seconde salle se trouve un passage étroit, par lequel un seul homme à la fois peut passer.

La présence des cavernes au Tchatyrdagh tient à d'autres phénomènes intéressants connus dans la science sous la dénomination générale de « phénomènes de Karst ». Quiconque visite le Tchatyrdagh est frappé de l'abondance, dans cette montagne, des dépressions en forme d'entonnoirs de diamètres et de profondeurs les plus variés. Il y existe des dépressions à peine sensibles, semblables à des pustules varioliques, au « talon » du Tchatyrdagh; il y a des « entonnoirs » de plusieurs dizaines de sagènes de diamètre sur près de 10 de sagènes de profondeur. Par endroits, ces entonnoirs sont disposés si près l'un de l'autre que les intervalles qui les séparent disparaissent et au lieu d'une dépression infundibuliforme régulière, on en obtient une allongée, quelque peu irrégulière. Ces entonnoirs vous frappent encore davantage en ce que, lorsqu'ils atteignent des dimensions plus ou moins considérables, il y pousse toujours des arbustes et parfois même d'assez grands arbres (surtout des charmes, des érables de Tartarie, quelquefois des hêtres), tandis que les espaces intermédiaires sont absolument déboisés. La disposition de ces entonnoirs n'est pas accidentelle : presque tous sont toujours rangés sur plusieurs lignes autour du long axe du Tchatyrdagh, constituant avec celui-ci un angle de 15 à 20°. Cela se voit très bien d'Eklisibouroun. Seulement en montant l'Eklisibouroun, cette régularité semble s'interrompre, une bordure sombre de bois presque continue cache aux yeux la disposition des entonnoirs.

Il est encore intéressant de noter que les entrées des cavernes sont également disposées sur ces lignes et qu'elles se trouvent la plupart du temps au fond des entonnoirs. Il est ainsi hors de doute qu'il existe un lien entre les entonnoirs ou « vallons » et les cavernes. Le Tchatyrdagh, comme, d'ailleurs, tout le Iaila, grâce aux roches calcaires qui le composent, appartient à cette catégorie d'endroits où l'écoulement des dépôts atmosphériques ne se fait superficiellement que dans une mesure insignifiante, la plus grande partie des eaux passant sous la terre par les fentes et les crevasses de son squelette pierreux, les suivant dans les profondeurs et ressortant par les pentes, sous forme de sources

et sur la pente nord de la rivière Karstienne de Salghire. Le massif du Tchatyrdagh, dur et ferme en apparence, est tout rongé intérieurement par une foule de crevasss, de cavités, de grottes le long desquelles l'eau coule. Ainsi que le montrent les recherches de Listov et mes observations, la circulation de l'eau a lieu au fond, où cessent les oscillations annuelles de la température et la température de l'eau des sources est égale à la température moyenne qui est depuis des années celle de la localité d'où elles coulent (1). La direction du cours d'eau souterrain se révèle à la surface par la disposition des entonnoirs formés par suite de l'affaissement de la voûte des grottes et des cavités (2). Ainsi, à l'intérieur du massif de Tchatyrdagh, nous avons, selon toute probabilité, un système de grottes, cavités et couloirs conduisant l'eau dehors, d'un côté vers le Salghire, et de l'autre vers les sources de ses pentes.

Si l'on pouvait découvrir et rendre accessibles les crevasses et cavités qui relient entre elles les grottes isolées, nous aurions dans le Tchatyrdagh un système grandiose de voies souterraines qu'on pourrait comparer à la grotte d'Adelsberg, en Autriche.

Le Iaila-Karabi, à l'Est de Alouchta, offre un autre exemple bien déterminé des phénomènes du Karst. Il est difficile de trouver une comparaison qui réponde bien au paysage de Karabi. Il fait songer à une mer aux ondes figées ou pétrifiées ou mieux encore, un désert couvert de dunes. C'est, en effet, presque un désert, mais un désert de chaux et non de sable, criblé tout entier de petites dépressions semblables aux trous d'un dé. Là où la surface n'a pas été recouverte par un gazon ras, le calcaire fait saillie à divers stades d'efflorescence (3).

Les parois des fentes infundibuliformes, là où elles sont dénudées, rappellent des constructions cyclopiques; par endroits, la surface du Iaila semble parsemée d'une pluie de pierres : c'est le squelette calcaire qui sort de l'écorce efflorescente plus friable. Et au fond des entonnoirs « vallons », où les eaux des neiges et des pluies déposent les produits d'efflorescence, on observe aussi un stade plus profond de désagrégation calcaire, qui contient du fer et d'autres sels calcaires, de la « terre rouge ». Bien

(1) Ceci ne peut pas être exact (E.-A. Martel).
(2) Même observation.
(3) C'est donc un *lapiaz* (Id.)

des pierres ont un aspect excessivement fantastique, toute leur surface paraît percée de trous artificiels ou rongée par un acide : tout cela est le résultat du travail lent, mais incessant, des agents atmosphériques désagrégeant la roche calcaire.

J'ai visité quatre des cavernes de Karabi-Iaila : Terpi-hoba, Korlyk-hoba, Bouzoulouk-hoba et Komouk-hoba. Celle de Terpi-hoba n'est pas grande, elle n'est composée que de trois grottes reliées entre elles par des couloirs étroits, mais elle frappe, en revanche, par l'abondance et la bonne conservation de ses ornements calcaires. La descente et la marche dans cette grotte n'offrent pas de grandes difficultés. Il n'en est pas de même de Bouzoulouk-hoba, grotte de glace. L'entrée de la grotte est figurée par une fosse verticale; il est facile d'atteindre la première plate-forme, mais 5 à 7 sagènes plus loin la pente rocheuse devient presque verticale, par endroits seulement des pierres pouvant servir d'appui au pied en font saillie. Plus loin, la descente, de 15 à 18 sagènes, est un peu plus douce et n'offre aucune difficulté; quand on est descendu de 20 à 25 sagènes, on se trouve sous une voûte grandiose, où la lumière pénètre à peine d'en haut. Juste en face se trouve une saillie d'où pend un bloc, ou plus exactement, une cascade de glace. De loin, il a l'air blanc, en s'approchant, on voit que la glace est absolument nette, transparente; toute cette formation de glace rappelle un autel fait de glace très pure. A droite et à gauche de la saillie, se trouvent deux autres entrées de la grotte : celle de gauche se terminant bientôt en cul-de-sac, mais tout près de l'entrée de la niche gauche on voit suspendus des lustres et des draperies pleines d'effet. L'entrée de droite va un peu plus loin et semble se terminer par un abîme, une fosse d'une profondeur considérable, où nous n'avons pas pu descendre. La grotte de Koumouk-hoba ou de Touak ne le cède en rien par ses dimensions et son aspect grandiose aux grottes connues du Tchatyrdagh. L'accès de cette grotte se trouve sous la corniche du Karabi-Iaila, sur sa pente sud, la montée en est très raide et très pénible.

(Traduit de *Jemlesvédénie*, 1909, p. 102-105.)

LA NOUVELLE CARTE DE MAMMOTH-CAVE

Par M. HOVEY

Une nouvelle carte de la célèbre Mammoth-cave, dans le Kentucky (Etats-Unis) vient d'être dressée et publiée par le Dr Horace C. Hovey de Newburyport (Massachusetts).

Cette carte modifie et corrige amplement les cartes antérieures de Rogert (1814), Ward (1816), Lee (1835), Bishop (1845), Blackall (1871, publiée en 1899), Forwood (1875), Hovey (1882) et Elsworth-Call (1897) (1), en combinant les renseignements écrits ou verbaux fournis par les guides et les directeurs avec les propres observations de l'auteur durant ces 27 dernières années. Aucun levé de plans de la grotte entière n'a jamais été fait à l'aide d'instruments et aucune échelle exacte n'est donnée, les propriétaires s'étant toujours opposés à des travaux topographiques de précision; mais une table des distances approximatives (mesurées au pas) de l'entrée aux divers points de l'immense grotte donne quelque idée de ses véritables dimensions. La plus grande distance mesurée est de 8 800 mètres, de l'entrée au Maëlstrom, ce qui équivaut à environ 5 milles 1 /2. La carte recouvre en surface un bon tiers de plus que n'importe quelle ancienne carte. Les dômes, salles, gouffres et routes sont relativement agrandis de façon à les rendre plus visibles; les rivières, lacs et bassins sont en noir pour indiquer l'eau. Les lignes sont très nettement tracées et les différentes voûtes sont indiquées par des lignes spéciales. Un index de 83 noms, et 69 noms marqués sur la carte elle-même font un total de 152 endroits mentionnés.

Il apparaît maintenant sur la carte qu'une partie très intéressante de la grotte du Mammouth a été explorée récemment. On y arrive en laissant la route régulière « Long route » près de Mary's Vineyard (vigne de Marie) et en entrant dans Boone Avenue. Pendant longtemps ce chemin a été muré; il n'a été réouvert que dernièrement. Traversant ce qui a été connu sous le nom de Miriam's Avenue, ce qui n'est en réalité qu'une série de galeries s'entre-croisant les unes les autres de la façon la plus complète, on arrive par un très étroit et tortueux passage dans la longue et

(1) Sur les dimensions, l'historique et la cathographie de Mammoth-Cave v. *Spelunca* (*Bin Société de Spéléologie*), n° 1 et mémoire n° 35.

nouvelle Martel-Avenue, ainsi nommée en reconnaissance des éminents services rendus par cet explorateur de grottes. Martel-Avenue conduit à la fois à droite et à gauche pendant une longue distance. La partie gauche de celle-ci (septentrionale) présente peu d'intérêt; elle est extrêmement raboteuse et difficile. Prenant la direction de droite, on y chemine, pendant un moment, le long d'un petit cours d'eau, des ondulations de sable et de gravier avec de grandes masses de silex très poli. A l'époque de la visite du Dr Hovey l'eau n'y coulait pas, quoiqu'il y eût des traces d'inondations récentes. Des pièces de bois flottés et d'autres objets ont été trouvés; ils avaient apparemment été apportés là du dehors. Les guides considèrent ce cours d'eau comme étant la « Mystic-River » marquée sur les vieilles cartes et depuis longtemps oubliée; mais cela est douteux. Passant par les dômes de Nelson (appelés ainsi du nom d'un guide intrépide et antérieurement atteints, en 1848, comme en témoigne une inscription) on arrive au dôme Einbigler, qui l'a découvert le 15 mai 1906. Là, en traversant périlleusement une corniche étroite calcaire, on peut s'avancer, sur la droite, jusqu'au dôme d'Edna (distant de 90 mètres), du nom de la sœur de M. Einbigler; c'est une des salles les plus imposantes de toute la grotte, elle est plus large au sommet qu'à la base; aussi la suppose-t-on traversée par une galerie supérieure et jusqu'ici inaccessible.

Le 15 mai 1907, un guide nègre, Edward Hawkins, trouva un passage (n° 83 du plan) qui le conduisit à une série de salles énormes (avec lui étaient MM. Einbigler et Bransford). Dans une visite suivante, un photographe local, M. H. M. Pinson, amené par les guides, laissait pour un usage ultérieur, le grand phare d'avant d'une automobile. Le Dr Hovey s'y rendit à son tour, le 18 juin 1907. Il écrit à ce sujet : « J'avais un approvisionnement de carbure pour remplir la lampe d'automobile qui éclairait non pas un dome simple, mais une série de cinq dômes éclairés par des porches voûtés; comme un groupe sigmoïdal à l'extrémité duquel une cascade écumante bondit du sommet jusqu'au sol où elle disparaît dans une crevasse. Au milieu, en haut, une fenêtre donne sur une grande salle irrégulière obstruée par un amas de roches tombées. La longueur totale de la série des dômes, telle que je l'ai mesurée, dépasse 300 pieds (91m 50). Ce qui fait pour chaque dôme une largeur moyenne de 60 pieds (18m 30). Nous dirigeâmes la lumière de la lampe d'auto sur le

sommet de chaque dôme et nous jugeâmes que la hauteur moyenne dépasse 150 pieds (45m 75). Verticalement les murs sont légèrement rugueux; ils sont stratifiés en bancs horizontaux successifs d'environ 10 pieds (3m 05) d'épaisseur chacun et sont bordés d'une riche décoration de stalactites. »

Depuis la visite du Dr Hovey, les administrateurs de la grotte du Mammouth, les directeurs et les guides ont donné à cet endroit extraordinaire le nom de « Hovey's Cathedral Domes » (Dômes de cathédrale de Hovey) en reconnaissance des travaux de cet explorateur et auteur sur le sous-sol d'Amérique, depuis cinquante ans. Depuis, cet endroit porte ce nom sur la nouvelle carte.

La route pour y parvenir est difficile et même quelque peu dangereuse, mais les directeurs de la caverne ont l'intention de combler les crevasses ou de lancer des ponts sur les ravins pour frayer le chemin au visiteur ordinaire. Quand cela sera fait, des milliers de visiteurs seront probablement heureux d'explorer par eux-mêmes cette nouvelle partie qu'on dit la plus merveilleuse de la grotte du Mammouth.

Quant aux dimensions de Mammoth-Cave, objets de tant de fausses indications, la carte ci-contre nous permet une approximation plus approchée. Jusqu'ici on a attribué aux galeries connues de la caverne la longueur tolale de 350, 220, 62 ou 48 kilomètres. Les deux premiers chiffres sont manifestement exagérés. Le troisième serait le plus vraisemblable, car d'après la distance de 8.800 mètres de l'entrée au Maëlstrom, le long du pointillé de la *River Route*, l'échelle de la carte, à la dimension où nous la donnons, peut-être évaluée environ au $\frac{1}{22.000e}$. A ce taux et en promenant le curvimètre sur tous les couloirs indiqués nous arrivons à un chiffre d'environ 85 à 90 kilomètres. Eu égard aux additions récentes depuis Miriam's-Avenue, c'est seulement 17 à 22 kilomètres de plus que le chiffre ci-dessus de 68; la différence est en satisfaisante concordance avec le nouvel accroissement. Si imprécise que soit la base de ces chiffres, il est permis de croire que le développement total de Mammoth-Cave approche maintenant de 100 kilomètres, ce qui lui laisse bien le premier rang en étendue parmi toutes les cavernes du monde.

La relation des eaux souterraines des étages intérieurs de Mammoth-Cave avec la Green-River extérieure et voisine était depuis longtemps admise; elle vient d'être matériellement prouvée par les travaux d'endiguement de cette Rivière verte; ils

ont eu pour conséquence de surélever le niveau hydrostatique général de la grotte, ce qui présente maintenant des inconvénients pour la visite de l'Echo River, du lac Lethe, de la Great Walk, etc., où l'on a dû modifier les embarcadères.

Mammoth Cave sert donc bien encore, pour partie du moins, de trop plein aux crues des cours d'eau environnantes.

INDEX

TABLEAU APPROXIMATIF DES DISTANCES

Kentucky Cliffs	environ	348	mètres
Standing Rocks	"	580	"
Giant's Coffin .	"	800	"
Star Chamber . .	"	1375	"
Ultima Thule . .	"	3855	"
Limitation Hill .	"	1690	"
Angelica's Grotto .	"	1800	"
Mammoth Dome .	"	1790	"
Echo River (A) .	"	2130	"
End of Echo River (est.)	"	2750	"
Jessup Domes . .	"	3850	"
Mary's Vinyard .	"	5500	"
Hovey's Cathedral.		8450	"
Domes (est.) .	"		
Maelstrom . . .	"	6800	"

TABLE DES MATIÈRES

IMPRIMERIE BREVETÉE FR. SIMON, RENNES.

SPELUNCA

BULLETIN ET MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

TOME VII. — N° 58. — DÉCEMBRE 1909

RECHERCHES
SPÉLÉOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

DANS LA

CHAINE DU JURA

PAR

M. E. FOURNIER

Professeur de Géologie et de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Besançon

11e Campagne 1908-1909

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

34, RUE DE LILLE, 34

1909

RECHERCHES
SPÉLÉOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

DANS LA

CHAINE DU JURA

PAR E. FOURNIER,

Professeur de Géologie et de Minéralogie à la Faculté des sciences de Besançon.

(11e Campagne 1908-1909).

I. INTRODUCTION

Malgré les nombreuses explorations que nous effectuons depuis 14 ans dans le Jura Franc-comtois, les cavités souterraines de cette région sont encore loin d'avoir dit leur dernier mot, et notre sous-sol, presque exclusivement calcaire, semble encore réserver aux explorations futures un champ d'investigations pour ainsi dire inépuisable.

Pendant la campagne de 1908-1909, nous nous sommes attaché, d'une façon plus spéciale, à compléter l'exploration souterraine de la zone des grands plateaux, qui nous a déjà fourni, pendant les campagnes précédentes, une si ample moisson. Cette zone, composée d'assises jurassiques peu tourmentées, souvent subhorizontales, présentant en certains points une grande différence de niveau avec le thalweg des vallées voisines, est une de celles où l'on rencontre les cavités les plus profondes et les plus intéressantes ; ces cavités sont, le plus souvent, en relation avec un régime hydrologique souterrain dont la connaissance exacte se précise chaque jour davantage.

La zone des plateaux occidentaux et les plateaux de la Haute-Saône nous ont aussi fourni quelques cavités intéressantes. Enfin nous avons recueilli un très grand nombre de documents sur de nouveaux gouffres et grottes à explorer dans les campagnes ultérieures.

APPLICATIONS INDUSTRIELLES. — QUESTIONS CONCERNANT LA LÉGISLATION DES EAUX SOUTERRAINES. — Nous avons signalé ici même (10e Campagne Spél. N. 56, p. 4) les travaux d'obstruction de pertes, exécutés par les usiniers du Doubs, pour conserver au cours de cette rivière toutes les eaux qui tombent à la surface de son bassin. Au lieu d'obstruer les pertes, ce qui ne saurait d'ailleurs donner un résultat durable, il eût fallu, comme nous l'avions proposé, canaliser un minimum de débit dans les zones dangereuses et laisser le trop-plein des fortes eaux et des eaux moyennes, qui ne peut être que nuisible aux usiniers d'aval, s'absorber dans les fissures du lit, au profit des résurgences ; on aurait ainsi évité d'aggraver les inondations dans les vallées principales.

Les usiniers riverains de la Loue, considérant que l'obstruction des pertes du Doubs va supprimer d'une façon permanente un apport contribuant à l'alimentation de leur rivière, se groupent à leur tour pour lutter contre les prétentions des usiniers du Doubs. Or, dans la législation actuelle, les propriétaires riverains d'un cours d'eau qui n'est ni flottable, ni navigable (ce qui est le cas du Doubs supérieur) sont propriétaires de la moitié du cours d'eau, s'ils sont propriétaires d'une rive, et de la totalité s'ils sont propriétaires des deux. Ils ont le droit de détourner le cours d'eau pour leur usage, dans la traversée de leur propriété, sous réserves de le rendre intégralement à son cours naturel en aval. En obstruant les pertes du Doubs, les usiniers, non seulement ne vont pas à l'encontre de la législation existante, mais même l'*appliquent rigoureusement*, dans l'esprit et en la lettre, puisque l'obstruction a pour effet de conserver entier le débit qui DOIT ÊTRE restitué, sans diminution, à son cours, en aval. D'ailleurs, vouloir interdire aux usiniers riverains du Doubs de faire des travaux pour conserver dans le lit de cette rivière les eaux qui tombent sur son bassin, serait les condamner à assister impassibles à l'agonie du cours d'eau qui les alimente, car les pertes s'aggravent d'année en année et la disparition du Doubs supérieur, sur une dizaine de kilomètres, n'est plus qu'une question de quelques vingt ans, si l'on n'y porte remède.

Mais, disent les riverains de la Loue, les cours d'eau souterrains, issus des pertes du Doubs supérieur et alimentant notre rivière, ne sont-ils pas eux aussi des cours d'eau naturels, ayant une existence légale, existence dont nous profitons de temps immémorial, et, de quel droit les riverains du Doubs viendraient-ils par leurs travaux en tarir la source ?

Telle est l'intéressante question soulevée et qui ne pourra évidemment être tranchée que par une nouvelle loi (la législation actuelle n'ayant pas prévu les phénomènes de capture par les

cours d'eau souterrains), à moins toutefois qu'une entente amiable ne survienne entre les intéressés, entente qui pourrait se faire évidemment sur les bases suivantes : 1° conservation par canalisation, dans le cours du Doubs, d'un débit minimum à fixer ; 2° maintien dans le lit naturel du Doubs de toute l'eau dépassant ce débit minimum ; cette eau serait absorbée en partie par les pertes ; 3° régularisation du débit du Doubs par aménagement du lac de Saint-Point ; cette régularisation profiterait à la fois aux riverains du Doubs et à ceux de la Loue.

Aménagements. — Le sentier de la grotte de Saint-Léonard a été réparé par les soins du Club Alpin, grâce à l'initiative de M. Nicklès, avec la collaboration du Génie sous la direction de M. le Cant Bois. Le sentier de la grotte du Pontet par la passerelle a été amélioré et le sera encore d'une façon plus complète. Enfin le Touring-Club va faire construire un sentier accédant à la grotte de Gondenans-les-Moulins. Un poteau indicateur a été placé à proximité du Puits de Poudrey.

Hydrologie et Hygiène publique. — La loi de 1902 sur l'hygiène publique commence à être appliquée dans le département du Doubs d'une façon satisfaisante : on a exigé des cultivateurs la construction de bétons et de fosses à purin étanches. De plus, sauf dans quelques communes arriérées, on s'occupe sérieusement de l'exécution de nouveaux projets d'adduction et de la protection des eaux potables, ainsi par exemple l'orifice du puits de Chinchin qui contaminait la source du Grand-Vaire (Voir *Spelunca*, n° 27, p. 14 et suiv.), a été enfin maçonné.

Pour fixer définitivement certaines municipalités sur la valeur de leurs eaux d'alimentation, nous avons exécuté plusieurs expériences de coloration à la fluorescéine ; je citerai pour mémoire deux des plus intéressantes : celle de Mouchard, qui a démontré la communication de la source avec les égouts du village d'Aiglepierre, et celle de Vercel qui a montré que la source du Terrot provenait directement du cimetière. Nous décrirons en détail ces deux expériences au cours de cette étude.

Enfin, pendant cette campagne, nous avons examiné : 42 projets d'alimentation en eau pour le Doubs, 32 pour le Jura, 17 pour la Haute-Saône, 2 pour le territoire de Belfort.

Statistique spéléologique et hydrologique. — Cette statistique est actuellement terminée pour plus de 520 communes sur 637 que comporte le département du Doubs. Le même travail est commencé pour les départements du Jura et de la Haute-Saône.

II. — ZONE DES GRANDS PLATEAUX

Nous avons déjà signalé, dans la campagne précédente, l'existence de la *Baume d'Ahon* que l'on disait extrêmement profonde. Elle est située à 2 kil. 1/2 environ au sud-est du village de Naisey, au sud du signal de Naisey, à peu près à l'extrémité de la branche inférieure de l'è de Verrières du Gros-bois (carte d'état-major), au fond de la combe qui longe le bois du Petit-Mont. Son orifice s'ouvre à la limite entre le Bathonien supérieur et l'Oxfordien et affecte l'apparence d'une sorte d'entonnoir, par lequel on pénètre

FIG. 1 et 2. — *Légende.* — $J_{,,}$ Bathonien moyen (calc. compact du Forest-Marble) — $J_{,}$ Bath. supérieur (calc. roux en dalles avec petit niveau marneux. — $J^{1.2}$ Marnes oxfordiennes. — J^{3} Rauracien (calc. un peu siliceux).

dans une galerie assez large, en pente assez forte marchant parallèlement à la direction des bancs. Au moment de notre visite (14 février 1909), le sol de cette galerie était orné d'assez belles stalagmites de glace; au bout d'une trentaine de mètres, on arrive sur le bord d'un petit gouffre au fond duquel je suis descendu sans difficultés à l'aide de cordes et qui mesure environ une quinzaine de mètres de profondeur; le fond, couvert d'éboulis rocheux, est entièrement obstrué. De l'autre côté du gouffre, la galerie continue encore pendant 7 ou 8 mètres, elle remonte assez rapidement et se termine par un décollement entre deux strates.

La combe dans laquelle se trouve la Baume d'Ahon est jalonnée par une série d'entonnoirs de moindre profondeur, mais tous dans la même situation géologique. Or, si l'on suit cette combe du côté du S.-O., elle amène directement vers le Puits de la Vieille-Herbe dont nous avons tenté l'exploration dans les campagnes précédentes (Voir *Spelunca* n° 24, p. 10, 2e Camp.) et qui nous a amené à une profondeur de 85 mètres, sans atteindre le fond. Les eaux absorbées par les entonnoirs de la combe de la Baume d'Ahon vont donc, sans aucun doute, passer à une grande profondeur, au fond ou peut-être même au-dessous du fond du puits de la Vieille-Herbe, pour aller rejoindre la grande faille de Mamirolle, qui joue, comme on le sait, un rôle si important dans l'hydrologie souterraine de la zone des grands plateaux. C'est donc encore, presque certainement, un affluent du grand réseau comprenant : le Leubot, Tarcenay, les Cloutiers, la Baraque des Violons, les Trous de Mérey, la Belle Louise, les Caveaux, etc., et qui va ressortir dans la vallée de la Loue à la source de Maine, à celle de l'Ecoutot et au puits de la Brême (1). Ces observations montrent tout l'intérêt qu'il y aurait à achever l'exploration du Puits de la Vieille-Herbe, qui est malheureusement un des plus dangereux de ceux que nous ayons rencontrés en Franche-Comté, et dont nous avons dû abandonner l'exploration à cause des avalanches d'éboulis que l'on recevait sur la tête dans le 2e gouffre.

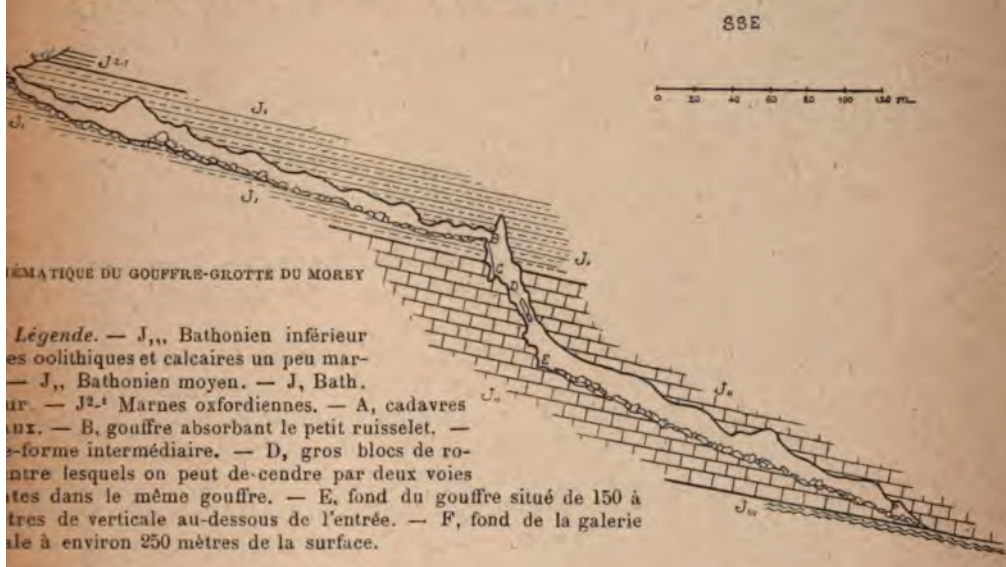
Nous avons raconté ici-même la légende du Gouffre dit le *Poue d'Orsans* (*Spelunca* n° 50, p. 18). Le 21 février 1909, nous en avons effectué la visite : il est creusé dans le Bathonien moyen au voisinage de la faille mettant en contact le Bathonien moyen avec le Bathonien supérieur, à 700 mètres environ du village, tout près de la route de Courtetain. Il n'a que 29 mètres de profondeur. MM. Barthélemy et Hudelot, étudiants, qui y sont descendus, ont constaté que, contrairement à la légende il ne donnait accès *dans aucune galerie*. Au moment de notre excursion, il ne renfermait pas d'eau, mais les habitants du pays affirment qu'il en contient après les pluies ; cela est très vraisemblable, étant donné sa situation. Le Poue d'Orsans est certainement tributaire du ruisseau de la Grâce-Dieu, qui est la continuation du ruisseau de Creuse et qui prend lui-même, près d'Aissey, le nom d'Audeux. Ce curieux ruisseau, qui traverse toute la zone des grands plateaux depuis Eysson jusqu'en aval de Pont-les-Moulins, reçoit sur son parcours un très grand nombre d'affluents souterrains, notamment les eaux

(1) Ce réseau est probablement double : Une branche, qui reste au sud de la faille de Mamirolle, alimente le puits de la Brême, la seconde branche passant par les Cloutiers, Mérey, le Puits de la Belle Louise, va ressortir à la source du Maine et à celle de l'Ecoutot.

provenant des pertes du ruisseau de Tautoulan (au sud de Chaux-les-Passavant), une partie des eaux de Bouclans et de Naisey et enfin la grande source de Bléfonds, provenant des pertes de Champlive. La partie du cours située entre Aissey et Bléfonds subit de nombreuses pertes qui mettent, dans ce parcours, le lit de l'Audeux à sec pendant une grande partie de l'année. Ces pertes sont restituées, à l'aval, au cours même de l'Audeux, par une importante résurgence située sur la rive droite ; un peu en amont de celle de Bléfonds qui jaillit sur la rive gauche. Au N.-O. d'Orsans, non loin de la Chapelle, existe encore un petit gouffre dit *Poue des Chioux* ; d'après les renseignements que nous avons recueillis, il n'a que 5 à 6 mètres de profondeur et donne accès dans une galerie d'une trentaine de mètres de longueur se terminant en cul-de-sac et qui contenait jadis d'assez belles stalactites et stalagmites qui ont été détruites par les visiteurs.

A 3 kilomètres environ à l'Est de *Vercel*, à 800 mètres environ à l'Est de la *Chapelle de N.-D. des Malades*, sur la droite de la route de Loray, au lieu dit *le Morey*, s'ouvre un *entonnoir* important donnant accès dans une *grotte*. L'orifice de l'entonnoir s'ouvre à la limite entre l'Oxfordien et le Bathonien supérieur. Le 28 février, dans une première exploration, nous parcourons la galerie qui fait suite à l'entonnoir. Cette galerie, en pente extrêmement rapide, est encombrée de blocs provenant du décollement de la voûte et la marche y est peu rapide. Nous parcourons ainsi près de 250 mètres, avec une dénivellation totale d'environ 100 mètres et nous arrivons sur le bord d'un *gouffre*. Un petit ruisselet, formé par les suintements de la voûte, s'écoule dans le gouffre. M. Virieux descend, à l'aide de cordes, à une vingtaine de mètres de profondeur, mais le gouffre continuant toujours, nous sommes obligés de remettre à un autre jour la suite de l'exploration, à cause de l'insuffisance de notre matériel. Le dimanche 16 mai, nous revenions à la charge avec un matériel plus complet. M. Virieux et M. Rémond, avoué à Besançon, descendent dans le gouffre, tandis que M. Barthélemy assure la communication, sur une plate-forme intermédiaire ; le gouffre est encombré de gros blocs de décollement entre lesquels il faut se faufiler pour effectuer la descente qui est assez dangereuse. A 70 mètres de l'orifice, MM. Rémond et Virieux prennent pied dans une galerie qui descend de nouveau avec une pente très rapide, donnant encore une dénivellation verticale d'environ 100 mètres. L'eau formant le ruisselet a disparu depuis longtemps entre les éboulis et les explorateurs arrivent au fond de la galerie qui se termine en cul-de-sac ; le fond est toujours encombré par des blocs éboulés. La profondeur verticale totale est de **250** à **260** mètres au minimum, c'est donc *une des*

plus profondes cavités verticales de Franche-Comté et même de France. En projection horizontale, il n'y a guère plus de 500 mètres entre l'entrée et la terminaison des galeries.



ÉMATIQUE DU GOUFFRE-GROTTE DU MOREY

Légende. — J,,, Bathonien inférieur es oolithiques et calcaires un peu mar- — J,, Bathonien moyen. — J, Bath. ur. — J²-¹ Marnes oxfordiennes. — A, cadavres ux. — B, gouffre absorbant le petit ruisselet. — -forme intermédiaire. — D, gros blocs de ro- ntre lesquels on peut de-cendre par deux voies tes dans le même gouffre. — E, fond du gouffre situé de 150 à tres de verticale au-dessous de l'entrée. — F, fond de la galerie le à environ 250 mètres de la surface.

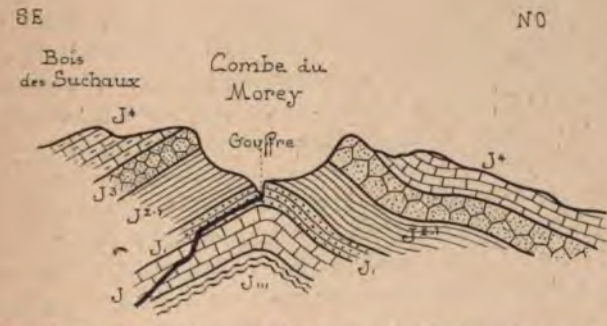


Fig. 4. — Coupe indiquant la situation géologique du gouffre. Même légende que dans les figures 2 et 3. J⁴ Astartien (calcaires bien lités, plus ou moins marneux.)

Le Gouffre du Morey est situé dans la partie intermédiaire entre la zone des Grands plateaux et celle de la Haute-Chaîne : nous l'avons placé dans la première zone à cause de ses relations hydrologiques probables. Lors de notre première visite, nous avons constaté, au fond de l'entonnoir d'entrée, la présence de plusieurs cadavres d'animaux, notamment un gros chien et deux porcs. Le propriétaire du chien, ayant pu être retrouvé, a été puni d'une amende et mis dans l'obligation de retirer l'animal et de l'enfouir :

*

la municipalité a fait également enlever et enfouir les deux porcs.

La résurgence des eaux du Morey paraît devoir être très lointaine, car elle ne peut se faire que dans des terrains inférieurs aux marnes oxfordiennes : or, les affleurements les plus rapprochés du Bathonien moyen et inférieur, où peuvent se produire cette résurgence, sont ceux d'Orsans et de la Grâce-Dieu. Du côté du Dessoubre, il faut descendre jusqu'au-dessous de Rosureux pour trouver le Forest-Marble. Le gouffre étant creusé dans le flanc méridional du brachyanticlinal, les eaux se dirigent d'abord vers la région de la Réverotte et du Dessoubre, mais il est très possible qu'elles contournent souterrainement l'extrémité S.-O. du pli pour reprendre la direction N.-O. qui les ramènerait vers l'Audeux. Une expérience de coloration serait nécessaire pour élucider ce point intéressant.

Dans la même région, on nous signale, près de *Longechaux*, avant d'arriver à la Chaux, un gouffre nommé *Puits Gueulot* et au fond duquel coulerait de l'eau qui irait ressortir dans la vallée de la Réverotte près de Martinvaux. Sur le territoire de *Dompreel* existerait aussi un *gouffre* assez important.

Les eaux de Vercel et celles de Goux se perdent dans un *entonnoir*, un peu à l'ouest du village, leur résurgence est vraisemblablement dans la vallée de Creuse.

La *source du Terrot*, à Vercel, étant située en contrebas du cimetière, nous avons résolu de faire une expérience de coloration pour s'assurer de la communication ; grâce au concours éclairé de la municipalité, nous avons pu mener à bien cette expérience. Le 20 juillet 1909, à 11 heures du matin, nous faisions creuser une excavation contre le mur du cimetière, près de la porte d'entrée ; deux gros noyers ayant été coupés et partiellement arrachés à cet endroit, nous pouvions disposer d'une dépression assez considérable pour exécuter notre expérience. Deux kilogrammes de fluorescéine, dissous dans 4 litres d'ammoniaque, furent déversés en ce point et nous fîmes écouler deux barriques d'eau pour permettre l'entraînement de la matière colorante et produire une chasse. Cette chasse d'eau fut renouvelée à deux reprises et, dès le lendemain matin, la coloration apparaissait avec une grande intensité à la source, située à environ 200 mètres ; l'usage de cette source constitue donc un *grave danger pour la santé publique* et la commission sanitaire d'arrondissement va prendre les mesures que la situation comporte.

Près d'*Orchamps-Vennes*, la municipalité a fait entreprendre des recherches en vue de découvrir de l'eau potable, dans le ravin situé à environ 2 km. à l'ouest de Luisans, entre les Hejottes et la cote 816. D'après nos cotes barométriques, l'orifice du puits de

recherche, qui est creusé dans l'Astartien, se trouve à 831 mètres d'altitude et le fond, qui était au moment de notre visite à 16 mètres de l'ouverture, se trouvait par conséquent à 815. On a rencontré en ce point une petite infiltration et en approfondissant le débit a augmenté, mais les difficultés qu'il y aurait eu pour assurer l'adduction ont fait abandonner le projet. Un autre puits (*Puits Courtot*) avait été également creusé dans le ravin, un peu en aval du précédent, son orifice est à 827 mètres et le fond, à 810, fournissait aussi de l'eau. Enfin, sur la rive gauche du même ravin s'ouvre un gouffre naturel (*Trou de l'Enfer*) dont l'orifice est à 832 mètres et le fond à 793 et qui mesure par conséquent 39 mètres de profondeur. Nous y sommes descendus à l'aide d'échelles que la municipalité y avait fait placer. Le premier à-pic mesure environ 18 mètres, puis on descend dans une petite galerie qui se termine en cul-de-sac ; sur la gauche, s'ouvre une autre cavité plus large, ornée en certains points de stalagmites et qui se termine également en cul-de-sac au bout d'environ 25 mètres, à 39 mètres de profondeur verticale de l'entrée. Le gouffre et les puits de recherche sont creusés dans l'Astartien.

Près de *Trépot*, dans le *Bois du Mont*, à 500 mètres environ de la route de Foucherans, s'ouvre, dans les calcaires du Bathonien, *un gouffre* d'orifice très étroit et dont la profondeur totale est d'environ 50 mètres. Le 28 mars 1909, nous en avons fait l'exploration : MM. Virieux et Tirode, étudiants, qui ont effectué la descente, ont constaté que le gouffre était en éteignoir et qu'il était complètement obstrué à une cinquantaine de mètres de profondeur : une plate-forme intermédiaire permet un repos dans la descente, à une vingtaine de mètres de la surface. Il existe encore, paraît-il, un autre gouffre dans le même bois. Non loin de là, un autre trou nommé *Puits banal*, parce qu'il était naguère considéré comme *charnier communal*, ne mesure qu'une vingtaine de mètres de profondeur et présente un orifice d'environ 4 mètres de large. Toutes ces cavités se rattachent au réseau souterrain de Mérey, Montrond, La Belle-Louise, etc.

Près des Granges Céry, nous avons déjà exploré les Puits de *Brise Poutot*, de *Saint-Grosjean* et le Puits Noir (Voir *Spelunca*, 3e campagne, n° 27, p. 23, 24).

MM. Bobillier, Heitz, Martinet, Virieux et Tirode, étudiants, ont exploré, dans la même région, un autre gouffre sans nom (1), dont nous donnons ci-contre la coupe d'après M. Virieux. Au fond, on aperçoit un petit orifice qu'il faudrait désobstruer pour pouvoir pousser plus loin l'exploration.

(1) Il est situé presque en face de celui de Brise Poutot, de l'autre côté de la route.

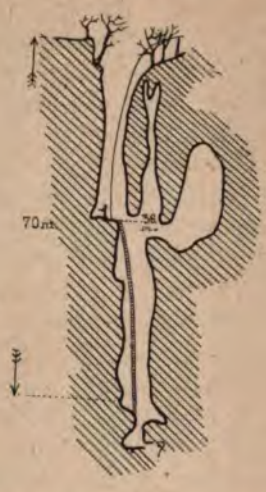


Fig. 5. — Gouffre de la Grange Céry.

Près de *Cussey-sur-Lizon*, nous avons déjà signalé ici même l'existence d'un gouffre important dit *Gouffre de la Barme*. MM. Virieux, Tirode, Heitz, Martinet, Bobillier et Tournier, étudiants, accompagnés de deux jeunes gens du pays, MM. J. Roussel, de Cussey et Laithier, dit Mathieu, de Montrond, en ont effectué l'exploration complète le 6 avril 1909.

Fig. 6.

Voici, d'après M. Virieux, la description de cette intéressant cavité.

L'ouverture du gouffre forme une fente d'une quinzaine de

mètres de longueur, entaillée dans les calcaires du Rauracien et présentant une direction NNE.-SSO.

La descente s'effectue le long d'une paroi verticale AB, haute de 30 à 35 mètres. Le gouffre s'évase très rapidement et l'on prend pied sur un cône d'éboulis à pente très rapide, mesurant environ 25 mètres de hauteur, BC (fig. 6). A droite, une première petite galerie ornée de belles stalactites D (fig. 7) se termine en cul-de-sac, au bout d'une dizaine de mètres ; un peu plus à gauche, s'ouvre une vaste galerie dont la largeur et la hauteur varient entre 7 et 10 mètres, elle descend en pente rapide jusqu'à une petite mare E (fig. 6 et 7) ayant une profondeur maxima de 1 m 30.

Fig. 7. — *Légende.* — $J^{2.1}$ Marnes oxfordiennes. — J^3 Rauracien.

Cette eau très claire ne paraît pas présenter de courant. Sa surface est à environ 70 mètres de verticale de l'orifice. Les explorateurs ont découvert, près de cette mare, sur une corniche, deux crânes

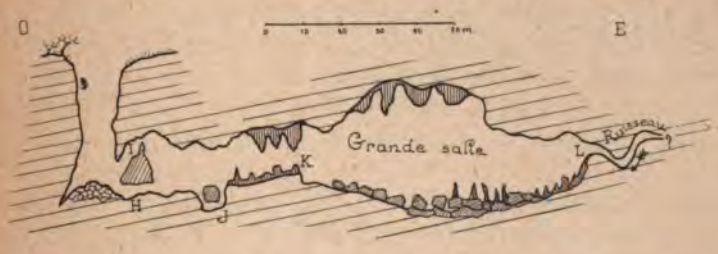


Fig. 8. — Coupe de la grande galerie de la Barme de Cussey-sur-Lizon, d'après M. Virieux.

humains. Ces crânes ne sont pas très anciens et paraissent avoir été placés intentionnellement sur la corniche, peut-être par les premiers visiteurs qui descendirent dans le gouffre, il y a un peu plus d'un siècle ; les explorateurs ont en effet relevé, au fond de la galerie des crânes, les inscriptions suivantes :

Matthieu
Toul... (lettres effacées)
Bruand
un nom illisible,
Et dans la galerie principale :
Matthieu
Bruand
J G Petit
1800 An 8

La galerie des crânes, qui mesure environ 80 mètres, se termine par un étroit cul-de-sac remontant, obstrué par les stalactites et les stalagmites. En ressortant de la galerie des crânes, on trouve, sur sa droite, une petite cheminée FG, d'une quinzaine de mètres de longueur, en pente très raide et garnie d'une foule de stalactites; un peu plus loin, s'ouvre l'entrée H de la grande galerie (fig. 7). Cette entrée est double : l'une en bas, très surbaissée H, l'autre I passant sur un gros bloc et rejoignant la précédente.

La voûte de la grande galerie est très haute et ornée de stalactites et de stalagmites. Sur la droite, un petit diverticule J renferme plusieurs petit gours, à sec ; on arrive ensuite à un petit à-pic d'environ 1 m. 50, K (fig. 7 et 8), qui donne accès dans une grande salle avec blocs éboulés et nombreuses stalactites et stalagmites. On y trouve beaucoup d'ossements d'animaux. Un chien y était encore en putréfaction. La salle remonte ensuite vers l'orifice d'une petite galerie très étroite (L), correspondant à un petit ruisseau qui ne doit fonctionner qu'en temps de grandes eaux, et dont le fond est garni de choux-fleurs stalagmitiques. Il est tellement régulier qu'il ressemble à un aqueduc artificiel ; et il est si étroit qu'on ne peut y pénétrer qu'à grand'peine pendant 7 ou 8 mètres, mais il semble continuer encore longtemps, se rétrécissant de plus en plus : c'est le reste d'un ancien cours d'eau souterrain qui devait se déverser dans la galerie des gours et qui est peut-être aussi en relations en temps de grandes eaux avec la mare de la galerie des crânes. La résurgence se trouve située à la limite entre les marnes oxfordiennes et le Rauracien et contribue à alimenter le petit cours d'eau, affluent du Lizon, qui parcourt le thalweg de la vallée de Cussey.

Au S.-O. de la Barme s'ouvre un *autre gouffre* à large entrée qui ne mesure que 6 mètres de profondeur et donne accès dans deux galeries de 10 mètres environ de longueur, avec quelques stalactites. Au moment de l'exploration (6 avril 1909), il renfermait encore un amas de neige d'environ 50 centimètres d'épaisseur et quelques stalagmites de glace : c'est donc une sorte de glacière, mais elle doit être temporaire, car, étant donné la faible altitude

du plateau (450 mètres environ), la glace ne doit pas s'y conserver toute l'année.

A 600 mètres environ au sud-ouest de Cussey-sur-Lizon, nous avons visité une importante *exsurgence* qui prend naissance à la limite entre les marnes oxfordiennes et le Rauracien et qui alimente le village : cette exsurgence sort d'une espèce de grotte, mais n'est pas pénétrable.

A *Goux-les-Quingey*, près du chemin qui conduit à Quingey en traversant le bois, nous avons pu explorer le gouffre de Buhin, le 21 mars 1909. Il est creusé dans le Bathonien moyen, à peu près exactement à la limite entre la zone des plateaux et celle du Vignoble, limite qui est marquée par une faille.

Le premier à-pic, qui ne mesure pas plus de 12 mètres, donne accès dans deux galeries : celle de gauche, A B, descend d'abord sur un talus d'éboulis, puis ne tarde pas à remonter en pente plus douce ; elle est ornée de superbes stalagmites et stalactites et mesure une cinquantaine de mètres de longueur totale. Sa voûte, assez élevée, remonte jusqu'à une faible distance de la surface, à tel point qu'une racine, pénétrant par la voûte, s'est ramifiée et a formé une sorte de câble naturel descendant jusqu'au sol. (R) (fig. 9 et 10).

Fig. 9. — Plan schématique du Gouffre-grotte de Buhin. C C' failles. Sur la figure, on a rapproché les deux failles d'environ 200 mètres pour la commodité de la représentation ; pour rétablir la réalité, il faudrait donc écarter les deux flèches d'une longueur correspondant à 200 mètres.

La galerie de droite (AD), qui mesure plus de 100 mètres, descend en pente assez rapide. A l'entrée, nous constatons la présence d'un amas considérable d'ossements et de quelques bêtes encore en pleine putréfaction (H). Cette galerie est ornée de stalactites et de stalagmites de toute beauté. Certaines colonnes stalagmitiques de plus de 4 mètres de haut forment des cylindres presque parfaits n'ayant pas plus de 6 à 7 centimètres de diamètre : des stalactites en parasol et en draperies sont aussi extrêmement remarquables ; toutes ces concrétions, d'une blancheur immaculée, sont d'une très grande fragilité, et si la

visite de cette intéressante cavité tente quelques touristes, il faut espérer qu'ils sauront respecter ces intéressantes curiosités naturelles, dont certaines représentent le travail de plusieurs siècles de la goutte d'eau suintant des parois.

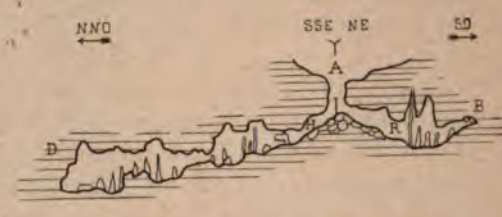


Fig. 10. — Coupe du Gouffre-grotte de Buhin.

A 200 mètres environ de là, et sur la lèvre occidentale de la faille C′, s'ouvre un petit gouffre qui n'a que 5 à 6 mètres de profondeur et n'aboutit dans aucune galerie ; tout auprès se trouve une petite source qui ne coule avec quelque abondance qu'en temps de grandes eaux. Ce petit gouffre paraît avoir été une ancienne résurgence, la source serait la résurgence actuelle des eaux qui s'infiltrent par les grandes pluies dans le gouffre-grotte de Buhin.

Près de Myon, on nous signale (près du bois Rouvier) une grotte qui mesurerait une trentaine de mètres de longueur et, près de la route de Myon à Saizenay, un gouffre ayant une trentaine de mètres de verticale ; les deux cavités sont creusées dans le Bathonien et pourraient être en relations avec les résurgences temporaires qui existent sur la rive gauche du ruisseau de Conche.

A la Chapelle, on nous indique aussi deux profonds gouffres.

A *Cléron*, nous avons examiné, pour l'alimentation du village, un groupe d'exsurgences à 1 kilomètre environ au S.-E. du village, à la limite entre les marnes oxfordiennes et le Rauracien. Leur bassin alimentaire est entièrement boisé, inculte et inhabité ; elles sont donc dans des conditions hygiéniques excellentes. Les eaux de ces exsurgences se perdent, en aval, sous les produits de décalcification et les éboulis, pour venir ressortir dans les captages actuels qui laissent échapper une grande partie de ces eaux souterraines. On les recoupera facilement à l'amont, par un captage en tranchée.

La partie septentrionale des grands plateaux ne nous a pas fourni, durant cette campagne, de cavités importantes nouvelles, mais nous avons pu faire exécuter, par la municipalité de *Valentigney*, de très intéressantes expériences de coloration qui ont donné un résultat concluant. La commune de Valentigney se pro-

posait en effet d'adjoindre aux eaux qui alimentent actuellement Glay et Hérimoncourt, une nouvelle source (*source Coulon*) et de profiter ensuite de cet accroissement de débit pour emprunter au réservoir d'Hérimoncourt la quantité d'eau nécessaire à l'alimentation de Valentigney. Les sources paraissaient dans de bonnes conditions ; elles prennent en effet naissance dans l'Astartien et leur bassin d'alimentation est en majeure partie inhabité et inculte : il n'y existe qu'une seule ferme, celle de Rosières, à environ 2 kilomètres des sources. Or, précisément, près de cette ferme passe un ruisseau qui se perd dans le sol. La municipalité ayant procédé à une expérience de coloration, la communication avec les sources fut démontrée et l'on fut obligé d'abandonner le projet.

Non loin de là, deux autres sources jaillissent dans le ravin qui vient aboutir à Glay et qui vient de la Doye : l'une, la *source Mettetal*, prend naissance sur la rive gauche, l'autre, la *source Macler*, sur la rive droite. Soupçonnant la possibilité d'une communication entre les eaux résiduaires du village de Dannemarie et l'une de ces sources, nous demandâmes à la municipalité d'exécuter une expérience de coloration. Conformément à notre prévision, la source Mettetal fut colorée tandis que la source Macler resta indemne ; la température des deux sources permettait d'ailleurs de prévoir ce résultat. Seule la source Macler sera donc captée pour l'alimentation de Valentigney.

Entre *Cuisance* et *Sancey*, existe une très curieuse vallée sèche correspondant, comme nous l'avons déjà montré, à un cours d'eau issu du Puits Fenoz. Nous avons eu l'occasion de voir cette année cette vallée fonctionner comme cours d'eau subaérien : le 11 juillet 1909, nous l'avons suivie sur toute sa longueur jusqu'à son confluent avec l'Audeux : les pluies ayant été à ce moment très fortes, le thalweg de la vallée était occupé par un cours d'eau issu du Puits d'Alloz et qui débitait au moins 5 mètres cubes à la seconde.

Dans les Plateaux du Jura, *entre la Chatelaine* et *Pont-d'Héry*, nous avons eu l'occasion d'examiner deux curieuses petites sources : la *source Saint-Jean* et celle de *la Rochette*, qui jaillissent au fond d'entonnoirs creusés dans le Bajocien. Celle de la Rochette est surtout intéressante, car les travaux de captage entrepris montrent que l'entonnoir est un *gouffre rebouché* par des éboulis à travers lesquels s'infiltrent les eaux issues de la source. Ces entonnoirs se rattachent au réseau souterrain de la vallée des Planches.

A *Dénezières*, les plateaux astartiens recouverts irrégulièrement de Glaciaire donnent une exsurgence gravement contaminée par le village et par le cimetière. Heureusement, le surplus des

sources du Petit Joz (ou Petit Geot), qui alimentent déjà Saugeot et le Puits, pourront fournir une eau potable à cette commune.

III. — ZONE DE LA HAUTE-CHAINE

Entre *Villers-sous-Chalamont* et Boujailles, nous avons déjà indiqué la *Grotte des curés* qui s'ouvre dans le Crêt rauracien de la Forêt du Scay, qui peut être considéré comme formant limite entre la zone des plateaux et celle de la Haute-Chaîne. Le 3 novembre 1908, sur l'invitation de la municipalité, qui fait exécuter des travaux à la source, nous effectuions une première exploration qui nous permettait de pénétrer jusqu'à 500 mètres environ de l'entrée. Nous fûmes arrêtés par un petit lac, dont les eaux limpides et profondes s'écoulent en aval dans la galerie, donnant naissance à un ruisselet, débitant environ 1 litre à la seconde, au moment de notre visite. N'ayant pas emporté de bateau démontable lors de cette première expédition, nous revînmes à la charge le 20 décembre. Comme la grotte est au voisinage de 800 mètres d'altitude, le sol était couvert de neige et la température au voisinage de — 15°. Grâce à l'obligeance de la municipalité, le matériel fut transporté sur un char traîné par des bœufs et amené ainsi jusqu'au pied du talus d'éboulis qui précède la crête. Comme la première fois, une longue échelle de charpentier avait été disposée à l'avance au pied de l'escarpement, car l'orifice de la grotte s'ouvre à 8 ou 10 mètres du sol dans le rocher escarpé qui forme le crêt. Les élèves du laboratoire de Géologie : MM. Virieux, Roché, Barthélemy, Fumey, M. Paillot, de Lemuy, un grand nombre d'habitants du pays, ainsi que M. Bel, agent voyer à Levier, et M. Braud, architecte à Arbois, prenaient part à l'expédition. L'« Osgood » est amené, non sans peine, jusqu'au bord du lac, car une partie du parcours, constitué par une longue diaclase où circule le ruisseau (fig. 11 et 12), est assez difficile et surtout très pénible lorsqu'on est chargé. Les eaux étaient plus hautes que lors de notre première visite ; aussi, avant d'atteindre le lac, sommes-nous obligés de parcourir un assez long couloir (N) avec de l'eau jusqu'au-dessus de la ceinture. M. Virieux, pour se préparer d'avance aux surprises que réserve assez généralement l'exploration des rivières souterraines, ne trouve rien de mieux que de s'y jeter tout de suite à la nage.

L'« Osgood », dont toutes les pièces sont trempées et couvertes de boue gluante, est monté tant bien que mal et non sans peine ; enfin, le voici à flot, je m'y embarque avec précaution, car, si notre

esquif est un vétéran des explorations souterraines, c'est aussi hélas un invalide, couvert de nobles blessures plus ou moins bien cicatrisées. Enfin, tout marche néanmoins pour le mieux ; mais, malheureusement, une désillusion nous attendait : au bout d'une vingtaine de mètres nous trouvons partout la voûte plongeant très profondément dans une eau qui ne descend jamais que de quelques centimètres au-dessous de son niveau actuel, puisque la source ne tarit jamais et que le déversoir du lac est formé par un barrage étanche de rocher incrusté de stalagmite.

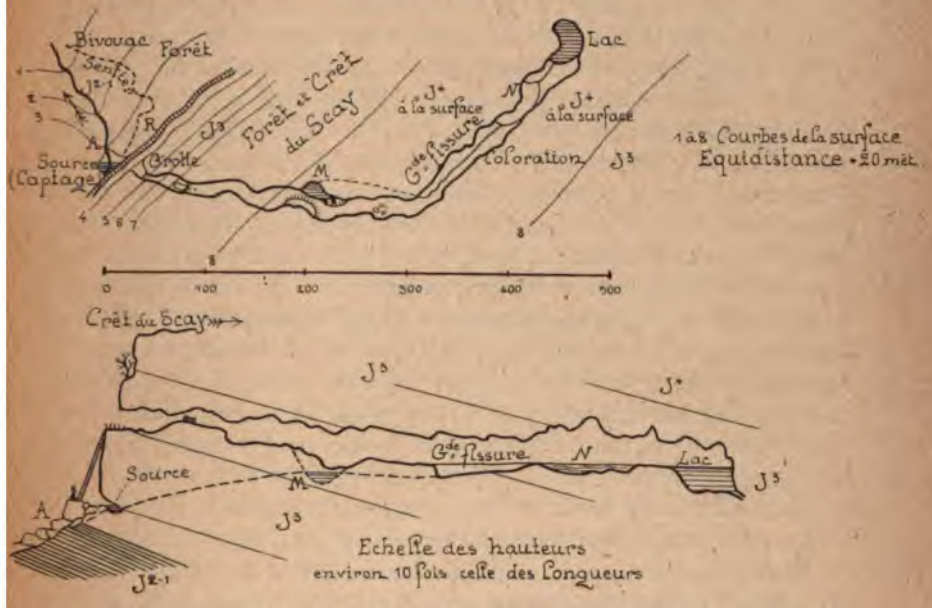


FIG. 11 et 12. — *Légende.* — J^{2-1}, Marno-calcaires de l'Argovien. — J^3, Rauracien. — J^4, Astartien. — R, petite résurgence fonctionnant en grandes eaux. — A, éboulis; M, petite mare formant regard sur le cours d'eau souterrain; N, galerie avec eau assez profonde.

Nous revenons vers l'extérieur, après avoir versé dans le cours d'eau souterrain une boîte de fluorescéine.

Un grand feu de sapin, un véritable bûcher plutôt, nous permet de nous réchauffer et de faire sécher nos vêtements tout en déjeunant. Dans l'après-midi nous remontons à la source, au pied de la grotte, où nous voyons notre coloration apparaître, ayant mis environ 3 heures pour effectuer un parcours d'environ 400 mètres, car nous avons versé la coloration dans la diaclase bien en aval du lac.

Le plan schématique et la coupe des figures 11 et 12 montre la disposition de cette intéressante galerie.

A *Mouillevillers*, entre Saint-Hippolyte et Maiche, nous avons visité le ravin du *Fondereau*, au fond duquel existe une importante résurgence. Au-dessus de cette résurgence, dans une corniche dominant la route de Saint-Hippolyte à Maiche, s'ouvre la grotte du Fondereau, sorte d'abri qui a été en partie détruit par la construction de la route.

Sur la route de *Saint-Hippolyte à Montéchéroux*, on nous signale encore une *grotte*, au contour de la vieille charrière et une autre en dessous.

La commune de *Maiche* se propose de capter la belle exsurgence du *Château du diable* près de Valory (88 litres à la minute en basses eaux), qui est alimentée par le plateau du Friolais : elle paraît de bonne qualité au point de vue de son bassin alimentaire et a donné un bon résultat à l'analyse bactériologique ; elle ne présente qu'un inconvénient, c'est d'avoir un degré hydrotimétrique élevé et de donner naissance à un dépôt considérable de tuf. Au-dessous, se trouve la source de Valory, résurgence probable des eaux résiduaires de Maiche.

En amont de l'usine électrique communale de *Charmoille*, sur la rive gauche du Dessoubre, jaillit la belle exsurgence de *Froidefontaine* qui prend naissance dans le Bathonien moyen. Cette exsurgence doit avoir une origine lointaine, car elle est séparée de la surface des plateaux de Charmoille, Chamesey et Bretonvillers par une couche de marnes oxfordiennes imperméables et absolument continue de plus de 100 mètres d'épaisseur.

Il faut donc aller chercher son origine jusque dans les points où l'on voit se relever les couches du Bathonien, c'est-à-dire dans les brachyanticlinaux de Bémont, Sous-Charmont, Derrière-le-Crêt, Derrière-le-Mont et la Grange. La commune de Charmoille se propose de l'élever pour assurer son alimentation.

A droite du chemin de *Vaucluse à Belleherbe* s'ouvre, dans le Rauracien, une *petite grotte* qui paraît avoir été une ancienne résurgence et qui doit même encore fonctionner en temps de grandes eaux ; nous n'avons pas eu le loisir de l'explorer. Au-dessus s'ouvre une *grotte* beaucoup plus importante encore, que nous avons déjà indiquée et que nous comptons explorer dans une prochaine campagne.

Près de *Chaux-du-Dombief*, au lieu dit *Derrière le pré*, existent plusieurs gouffres. Entre la Chaux-du-Dombief et le *lac d'Ilay*, dans la faille qui met en contact l'Oxfordien avec le Bathonien, jaillit la belle exsurgence de la *Combe Saillard*, alimentée par la Forêt de Bonlieu : la commune se propose de la capter.

A *Meussia*, une intéressante exsurgence, dite *Source de Leffond*, prend naissance à la partie supérieure des marno-calcaires de

l'Argovien ; au-dessus, dans le Rauracien, existe, au lieu dit *Pré coupé*, une *exsurgence* qui ne fonctionne qu'en grandes eaux. La Source de Leffond va être substituée à celle de la Cabusse que la commune se proposait primitivement de capter. Cette dernière source tombe en effet à un débit insignifiant, en grande sécheresse.

Au-dessus de *Villards d'Héria*, le *Gour Sancé* est une résurgence des eaux provenant du vallon de Combelle et du Puits Noir. Le *Puits Noir* est un *petit gouffre* mesurant environ 6 mètres de profondeur et formant regard sur le cours d'eau souterrain. Pourtant, une expérience de coloration faite au Puits Noir n'a pas donné de résultat, mais la quantité de matière colorante employée n'était pas suffisante pour que l'on puisse tirer une conclusion de ce résultat négatif. Entre le Puits Noir et le Gour Sancé, se trouve encore une sorte de dépression (*Puits Blanc*), dans laquelle on retrouve le cours d'eau souterrain en temps de grandes eaux. En aval du Gour Sancey, la *source Baba*, qui jaillit au-dessous d'un moulin, est vraisemblablement une résurgence du *lac d'Antre*, alimenté lui-même par un ruisseau issu de la *Fontaine Bacon*. Au-dessus du lac d'Antre, on observe plusieurs *entonnoirs* et *gouffres*. Parmi ces derniers, le plus remarquable est, d'après le dire des gens du pays, la *Borne sonnante*, creusée dans le Bathonien et qui mesurerait au moins 50 mètres de profondeur.

A *Pratz*, la Source du Moulin est une résurgence dans le Néocomien, elle est susceptible d'être contaminée par les infiltrations du village et par les eaux de la petite source de *Sur-Pommier*, qui se perd au-dessus.

A *Saint-Romain*, dans le ravin au-dessous de la route qui remonte à Pratz, on a capté une *résurgence* qui est gravement contaminée par les pertes du trop-plein de la fontaine de l'École de Pratz. Heureusement, ce trop-plein pourra être facilement détourné sur un autre versant.

Près de *Lamoura*, on nous signale *un gouffre* très important au sommet de la Serra (*Crêt Pela*, ou crêt Pelé, 1498 mètres) ; il est creusé dans les calcaires séquaniens. La carte d'État-major en indique *deux autres* dans l'Urgonien, dans le petit crêt qui borde au N.-O. la combe du Lac de Lamoura. On sait que les eaux de cette combe vont ressortir aux sources du Flumen (*Spel.* n° 33, p. 29). Dans la même combe, la source du Bief, près du Pivot, est une belle exsurgence qui prend naissance à la limite entre le Portlandien et le Valanginien, elle est alimentée par le versant nord de la forêt de la Frasse. La commune de Lamoura se propose de la capter.

A *Onoz*, on retrouve, dans une sorte de petit abri, le ruisselet qui alimente le captage en contre-bas de la route : il sera facile de recouper les eaux dans cet abri, où elles seront dans de meilleures conditions hygiéniques et à une altitude plus élevée.

A *Aromas*, une source, utilisée malgré les conclusions défavorables du rapport géologique, vient de causer une épidémie grave de typhoïde.

Dans la partie méridionale de la chaîne du Jura, M. le Dr César nous signale, *au-dessus de Culoz*, dans le Grand-Colombier, un gouffre réputé insondable et qui serait en relations avec les sources qui alimentent la ville (Source du Jourdan)(1) Il est connu sous le nom de *Trou sans fond*. On prétend qu'une pierre jetée dans ce gouffre rebondit dans un 2e à-pic tellement profond que l'on n'entend pas le bruit de la 2e chute ! Au-dessus de la Source du Jourdan, existent deux résurgences qui ne fonctionnent qu'en grandes eaux ; toutes ces cavités paraissent faire partie d'un même système. Une tentative de descente y fut faite naguère, mais les explorateurs, inexpérimentés et mal outillés, se seraient arrêtés à 30 mètres. Le trou continue verticalement.

IV. — ZONE DU VIGNOBLE

La fontaine du village de *Roulelle* est une résurgence gravement contaminée. Elle prend naissance dans le Bathonien : à environ 200 mètres de là, un ruisseau se perd dans les entonnoirs des *Jaubourgs*. Nous y avons effectué une expérience de coloration à la fluorescéine. Au bout de trois jours, la coloration est venue ressortir avec une très grande intensité à la source. La commune se propose de remédier à cette situation en captant une autre source, celle dite des « Trois Chevaliers », qui jaillit en plein bois, à la limite entre les alluvions pliocènes et l'Oxfordien sous-jacent et qui est de qualité excellente.

La source qui alimente *Mouchard* est une résurgence prenant naissance dans le Kimmeridgien. Dès l'année dernière, nous avons soupçonné les relations probables de cette source avec les entonnoirs et fissures d'*Aiglepierre*, qui servent d'égout au village. La source présente d'ailleurs tous les caractères d'une résurgence et la galerie de captage est une galerie naturelle élargie artificiellement et qui mesure une centaine de mètres de longueur. Toutefois, une première expérience à la fluorescéine n'avait pas

(1) Pénétrable en sécheresse sur 80 mètres de long.

donné de résultat concluant : la quantité de matière colorante employée (500 grammes) ayant été insuffisante.

Cette année, sur nos instances, la municipalité se décida à renouveler l'expérience avec une dose beaucoup plus forte.

Le dimanche 20 juin, à 10 heures du matin, nous déversions, dans le trop-plein de la fontaine d'Aiglepierre, 5 kilogrammes de fluorescéine, dissous dans 5 litres d'ammoniaque. La distance à vol d'oiseau entre cette fontaine et le captage de Mouchard est de moins de 1 kilomètre, mais il est probable que le trajet souterrain est très sinueux et comporte des retenues d'eau assez considérables, car la coloration ne devenait visible à l'œil nu au

Fig. 13. — *Légende.* — A, perte de la fontaine d'Aiglepierre où a été faite la coloration. — B, perte de la deuxième fontaine d'Aiglepierre rejoignant la précédente. — C, petite fontaine près de l'église, ressortant sur un autre versant en D. — E, captage alimentant Mouchard et lavoir appartenant à Aiglepierre. — F, perte du ruisseau recevant comme affluent le trop-plein du captage de Mouchard et les eaux sales du lavoir. — G, résurgence de F. — G, captage alimentant Pagnoz.

captage que le samedi 26, vers 10 heures du matin ; elle arrivait dans l'après-midi au village de Pagnoz, qui est alimenté par une source qui est elle-même une résurgence des eaux de la résurgence de Mouchard (ainsi que nous l'avions d'ailleurs déjà démontré par une expérience précédente). Enfin elle arrivait, le samedi soir vers 5 heures, dans les fontaines de la ville de Mouchard où elle persistait, très visible, jusqu'au jeudi soir 1er juillet.

Le croquis de la figure 13 indique la situation respective des pertes et des résurgences.

A *Rennes* (Doubs), on observe, sous le château, une importante résurgence qui est très contaminée et qui paraît être alimentée en grande partie par les pertes du ruisseau issu de la source de Coutaivre, qui est elle-même une exsurgence. Une expérience de coloration, faite avec une petite quantité de fluorescéine, n'a pas donné de résultat visible à l'œil ; mais, à notre avis, il n'est pas douteux qu'on obtiendrait un résultat positif avec une quantité plus grande. Il existait, dit-on, autrefois, dans la côte entre Rennes et la Chapelle, des gouffres qui auraient été rebouchés.

Près d'*Abergement-le-Petit*, au Sourbief, existe une exsurgence assez importante dans les calcaires à Gryphées.

A *Poligny*, on nous signale, près du château de Poligny, en face du grand contour, la grotte du *Patugnier* qui aurait une longueur d'une centaine de mètres, et le *Trou de la Baume* sur lequel nous n'avons pas de plus amples renseignements.

Au sud de *Saint-Lothain*, les sources des Bordes sont des exsurgences alimentées par le plateau de Remondot et Touiller. C'est aussi de la même région que vient la petite exsurgence au Nord de Passenans que la commune de Darbonnay se propose de capter pour son alimentation en eau potable.

A *Grusse*, l'abondante source de *Vernamboz*, à la limite entre le Lias et le Bajocien, est une exsurgence, peut-être même une résurgence, à l'alimentation de laquelle paraissent contribuer les eaux de la Fontaine de *Beaumette* au sud de Saint-Laurent-la-Roche.

V. — PLATEAUX OCCIDENTAUX, VALLÉE DE L'OGNON, ETC.

Entre *Accolans* et *Geney*, nous avons déjà signalé le gouffre dit de *Combe Beney* ou *Combe Aînée*. Nous en avons pu effectuer cette année l'exploration, le 27 juin 1909.

M. Virieux, qui en a effectué la descente, a constaté qu'il avait environ 35 mètres de profondeur. Contrairement à notre attente, il ne renfermait pas d'eau. Cependant il en contient certainement en eaux moyennes, car, lors de notre première visite, nous avons très nettement entendu tomber dans l'eau les pierres que nous y avons jetées, mais il suffit très probablement de quelques jours de sécheresse pour le vider complètement.

A 2 kilomètres plus au sud, dans le Bathonien également, s'ouvre une sorte d'*entonnoir* (*fig.* 14) dont le fond est rempli d'eau et qui,

en temps de grandes eaux, forme une importante résurgence. Les nombreuses variations barométriques qui se sont produites le jour de notre exploration ne nous permettent pas d'être absolument affirmatif sur la question d'altitude relative de la résurgence et du fond du gouffre de Combe Aînée ; cependant, en effectuant les corrections dans la mesure du possible, il semblerait, d'après nos observations, que le fond du gouffre de Combe Aînée fût à une altitude inférieure à celle de la résurgence ; néanmoins, la communication entre les deux n'est pas impossible, car en temps de grandes eaux le niveau de l'eau doit s'élever d'une façon assez considérable dans le gouffre.

Fig. 14.

La paroi N.-E. de l'entonnoir forme une sorte d'abri (A) dans lequel s'ouvre un petit trou vertical de 3 ou 4 mètres (B) donnant accès dans une galerie de sortie d'eau (G) impénétrable à l'homme et au fond de laquelle on observe des galets bien roulés.

A *Saint-Ferjeux* (banlieue de Besançon), au lieu dit la *Combe au Lézard*, existent plusieurs gouffres, dont deux au moins ont été élargis artificiellement. La ville y fait jeter le produit de ses poubelles. Or, ces gouffres, creusés dans le Bathonien moyen, sont en communication directe avec le cours d'eau souterrain qui alimente les sources d'Avanne ! Mieux encore, tout récemment, la Commission sanitaire d'arrondissement était saisie d'une demande, émanant de la Compagnie des vidanges en vue d'obtenir l'autorisation de faire de ces gouffres des *puits perdus pour y déverser les matières fécales ! !* Il va sans dire que la commission a fait à cette demande l'accueil qu'elle méritait.

A *Geneuille* (Vallée de l'Ognon), deux résurgences sont contaminées par le village, les cultures et aussi les eaux résiduaires du village d'Auxon-Dessus. Une expérience de coloration vient d'être faite qui a prouvé cette communication ; en 1908 déjà, ces

deux sources ont été le point de départ de cas mortels de typhoïde et en 1909 une épidémie grave a sévi dans cette commune.

Non loin du village d'*Offlanges* (Jura), sur la bordure du massif de la Serre, nous avons examiné plusieurs exsurgences dans le Muschelkalk ; la commune de Dammartin se propose de les utiliser pour son alimentation.

VI. — HAUTE-SAONE ET TERRITOIRE DE BELFORT

Près de *Moncey-les-Vesoul*, à environ 1 kilomètre 1/2 du village, s'ouvre, dans le Bajocien, une *importante grotte*. Elle débute par un entonnoir qui, par un orifice très étroit, donne accès dans une galerie de décollement qui devient rapidement très vaste. En certains points, les stalactites et les stalagmites sont nombreuses ; malheureusement un grand nombre ont été brisées par les visiteurs qui sont nombreux, car l'exploration n'offre aucune difficulté. A droite et à gauche de la galerie, nous avons observé, de distance en distance, de petits gouffres, mais ils sont peu profonds et ne donnent accès dans aucune galerie latérale. La galerie, qui est peu sinueuse et dont le plan par suite ne présente pas un grand intérêt, se termine à 800 mètres environ de l'entrée par une pente remontante, obstruée par une sorte de mur en pierres sèches qui paraît avoir été bâti de main d'homme. Les gens du pays affirment que cette partie obstruée débouchait dans une sorte de doline au milieu des champs : ceci paraît très vraisemblable. Nous avons essayé de démolir le mur en pierres sèches pour nous en assurer ; mais, en arrière, était accumulée une quantité considérable de pierres qui ont dû être jetées là pour combler la doline et nos tentatives avaient pour effet d'amener l'éboulement de dangereuses avalanches, de sorte que nous n'avons pas persisté. Il est certain d'ailleurs qu'un jour ou l'autre un éboulement naturel rétablira la communication.

Entre *Calmoutier* et *Colombotte*, non loin de Créveney, on nous signale une grotte dite *Grotte de Combe-l'Épine* qui serait très importante (Renseignement dû à l'obligeance du Dr Henry).

A *Coulevon*, près Vesoul, on nous en indique une autre.

Près de *Grange-le-Bourg*, des jeunes gens du pays ont découvert, au début de 1909, un gouffre-grotte qui, d'après la description qu'en a donnée la presse locale au moment de la découverte, présenterait un certain intérêt : nous en empruntons la description au « Nouvelliste de la Haute-Saône » :

« GRANGES-LE-BOURG. — Découverte d'une grotte. — On nous écrit :

« Il a été découvert, au nord d'une propriété dénommée « le Parc » une grotte d'une profondeur d'environ 75 mètres, à la dernière galerie.

« Un comité s'était formé de jeunes hommes, ayant pour but de faire des recherches pour découvrir les souterrains ou passages qu'on dit exister sous les ruines du château féodal de Granges.

« Les opérations avaient d'abord eu lieu en haut du Parc, petit bois situé en face du château, à 600 mètres environ, et dans un lieu que la légende (on ne sait pourquoi) dénommait « le bouquot » ou bouc. Les vieilles personnes du pays se souvenaient qu'en jetant des pierres dans une excavation de rochers, on entendait leur chute répercutée pendant quelques instants.

« C'est ce qui avait donné l'idée que ce pouvait être les marches d'escaliers d'un souterrain.

« Après un travail opiniâtre de quelques jours, pour desceller les roches et faire une entrée, la surprise fut grande en se trouvant en face d'un gouffre béant. On alla quérir cordes, poulies, on fit des sondages et les premiers qui descendirent (Grandmougin, Pilon, Gaussin, Chevillot, Zèle) furent fort étonnés de se trouver dans un couloir profond d'environ 18 mètres, et d'une longueur de 60 mètres, puis de découvrir au-dessous deux autres galeries dont la plus profonde peut être évaluée à 75 mètres.

« Sur les parois se trouvaient des coulées de carbonate de chaux et en maints endroits existaient des stalagmites magnifiques.

« L'émotion que cause cette découverte est grande à Granges et dans les environs. Nombreux sont les visiteurs qui ne craignent pas les émois d'une descente par la corde.

« P. S. — Pour la visite, s'adresser à MM. Chevillot ou Zèle qui procureront aux visiteurs les engins nécessaires à la descente. »

A *Jussey*, nous avons examiné plusieurs petites exsurgences (notamment celles du *Dessus des Beney* et du *Bétrou*), dans le Bajocien; les eaux se perdent au contact entre le Bajocien et le Lias et vont vraisemblablement ressortir dans la résurgence qui alimente le village et qui est gravement contaminée.

A *Bourguignon-les-Morey*, la petite source du Chatelot est une exsurgence de bonne qualité, dans le Bajocien; une coloration nous a montré qu'elle allait ressortir dans une petite résurgence située un peu plus bas et probablement encore dans deux autres situées encore à un niveau inférieur.

A *Frasne-le-Château*, une résurgence très contaminée a causé naguère plusieurs cas de typhoïde. Elle reçoit non seulement les

eaux résiduaires du village, mais encore les pertes du ruisseau qui passe en amont sous le pont du tramway.

A *Traves*, signalons encore l'exsurgence des Trois Rois, alimentée par un plateau Kimméridien.

A *Danjoutin* (Territoire de Belfort), une exsurgence très contaminée prend naissance dans le village, dans les calcaires astartiens recouverts de Quaternaire. Un peu en amont, toujours dans l'Astartien, l'exsurgence dite du Puits d'Enfer pourra fournir au village des eaux de bonne qualité.

9e LISTE COMPLÉMENTAIRE DES GROTTES, GOUFFRES, PERTES ET RÉSURGENCES DU JURA FRANC-COMTOIS (1)

Abergement-le-Petit. — Exsurgence du Sourbief.

Accolans. — Gouffre de Combe-Aînée et entonnoir résurgent.

Aiglepierre. — Pertes et résurgence (Source de Mouchard).

Balerne (Grotte de). — Près de Pont-du-Navoy.

Buhin (Gouffre de). — Près Goux-les-Quingey.

Bourguignon-les-Morey. — Exsurgences et résurgences.

Calmoutier (entre) et ***Colombotte.*** — Grotte de *Combe-l'Épine.*

Céry (Grange). — Gouffre sans nom.

Chapelle (La), près Myon. — Gouffres.

Chapois. — Gouffres.

Charmoille. — Exsurgence de Froidefontaine.

Chatelaine (La). — Ptes Sources Saint-Jean et la Rochette avec entonnoirs.

Chaux (La), près Longechaux. — Gouffre dit Puits Gueulot.

Chaux-du-Dombief. — Gouffre derrière le pré.

Cléron. — Exsurgences.

Coulevon. — Grotte.

Culoz. — Gouffre et résurgences.

Cussey-sur-Lizon. — Pt Gouffre à côté de celui de la Baume et exsurgences.

Dammartin. — Exsurgences près d'Offlanges.

Danjoutin. — Exsurgences.

Darbonnay. — Exsurgences près de Passenans.

(1) Voir *Spelunca*, nos 21, 24, 27, 29, 33, 38, 40, 47, 50, 56 ; — *Bull. des serv. de la carte géol. de France*, t. XIII, n° 89, p. 44; n° 105, p. 44; n° 110, p. 56; n° 115, p. 67; n° 119, p. 69; n° 122, p. 79.

Denezières. — Résurgences et exsurgences.

Digna. — Exsurgences et résurgences.

Domprel. — Gouffres.

Ferjeux (Saint-). — Gouffres dépotoirs.

Frasne-le-Château. — Résurgence contaminée.

Le Frasnois. — Exsurgences.

Geneuille. — Résurgences contaminées.

Goux-les-Quingey. — Voir Buhin.

Grusse. — Exsurgences de Vernamboz.

Grange-Céry. — Voir Céry.

Jouhe. — Grottes.

Jussey. — Exsurgences et résurgences.

Lamoura. — Gouffre du Crêt-Pelé.

Lemuy. — Gouffres.

Loisia. — Grottes.

Longechaux. — Puits Gueulot et exsurgences.

Maiche. — Exsurgences et résurgences du Château du Diable et de Valory.

Meussia. — Exsurgence de Leffond et résurgence du Pré-Coupé.

Montcey-les-Vesoul. — Grotte.

Montécheroux. — Grottes.

Mouchard. — Voir Aiglepierre.

Mouillevillers. — Exsurgences et abri du Fondereau.

Onoz. — Exsurgences.

Orgeans. — Voir Maiche.

Orchamps-Vennes. — Trou-d'Enfer.

Orsans. — Poue des Chioux.

Patugnier. — (Grotte du), Près de Poligny.

Pont-du-Navoy. — Voir Balerne.

Pratz. — Exsurgences.

Rennes. — Exsurgences et résurgences.

Routelle. — Entonnoirs et exsurgences.

Semondans. — Exsurgences.

Traves. — Exsurgences.

Trépot. — Gouffre du Bois du Mont et Gouffre Banal.

Valentigney. — Résurgences et exsurgences.

Vercel. — Gouffre du Morey. Résurgence du Terrot.

Villards-d'Héria. — Puits Blanc, Puits Noir. Borne sonnante. Résurgences et exsurgences.

TABLE DU TOME VII

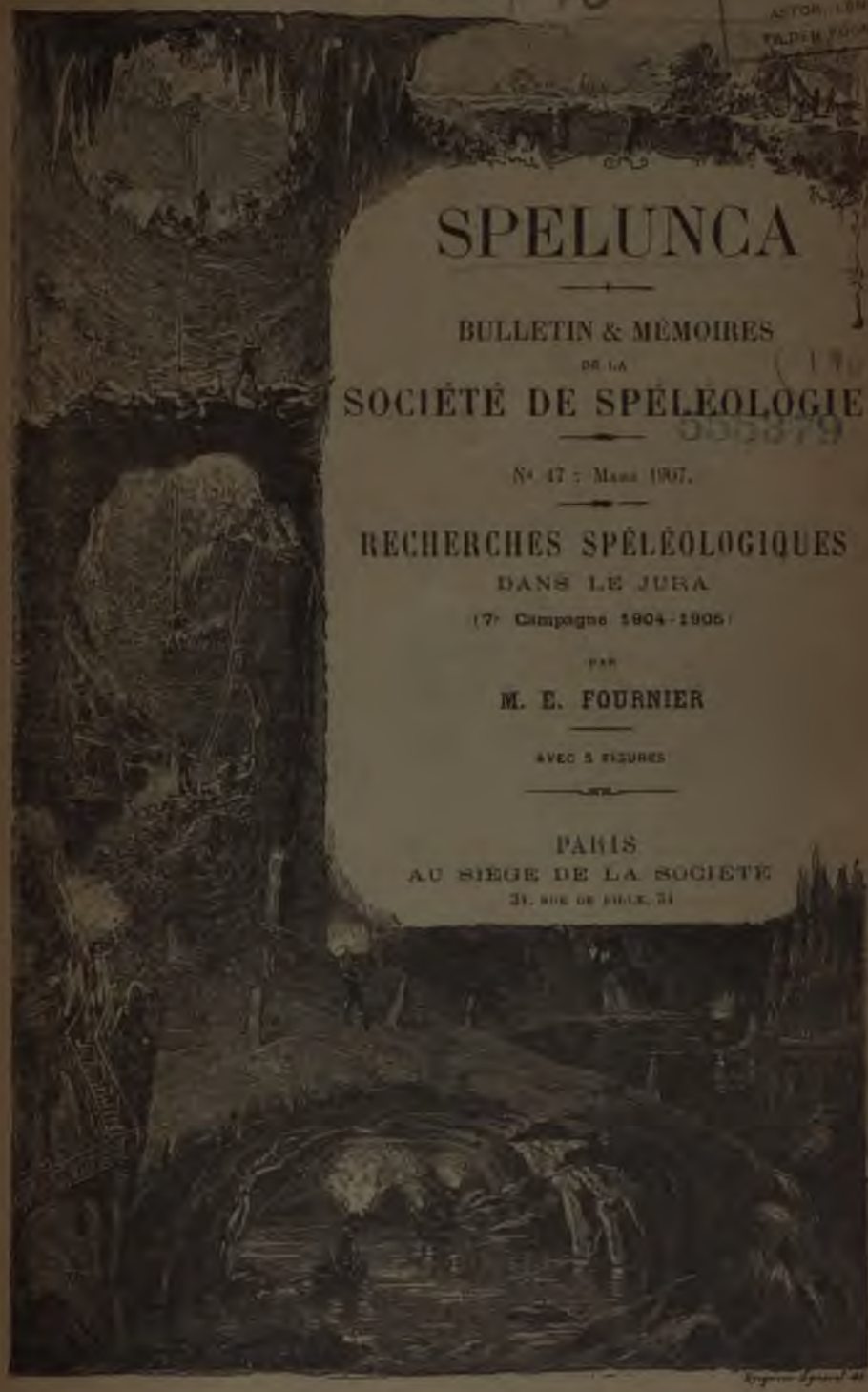
Numéros 47 à 58, avec 106 figures et 3 planches.

PRIX : 20 FRANCS.

IMPRIMERIE BREVETÉE FR. SIMON, RENNES

Tome VII.

Voir l'Avis important page 4 de la Couverture



SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 47 : Mars 1907.

RECHERCHES SPÉLÉOLOGIQUES
DANS LE JURA
(7e Campagne 1904-1905)

PAR
M. E. FOURNIER

AVEC 5 FIGURES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
31, RUE DE SOLFÉRINO, 31

SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois.

Le Secrétaire général gérant,
E.-A. MARTEL.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **225** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chaque fascicule séparé sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément*.

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

Nos **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en 17 fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple.

Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME 1er. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1**. — *Troisième exploration du gouffre de Padirac* (*Lot*), par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf cinq exemplaires).

N° **2**. — *Le Spélunque de Dions* (*Gard*), par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3**. — *La Kačna Jama* (*Istrie*), par M. J. MARINITSCH.

N° **4**. — *La Grotte de Baume-les-Messieurs* (*Jura*), par M. E. RENAULD.

N° **5**. — *La Grotte de Dargilan* (*Lozère*), par M. G. CABRIÈRE.

N° **6**. — *La Faune souterraine*, par M. A. VIRÉ.

N° **7**. — *Les Grottes artificielles des environs de Brive* (*Corrèze*), par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8**. — *Les Cavernes de la Côte-d'Or*, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9**. — *Les Cavernes des environs de Marseille*, par M. E. FOURNIER.

N° **10**. — *Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï*, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11**. — *Bibliographie spéléologique* (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12**. — *Le Gardon et son Cañon inférieur*, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13**. — *Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors*, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14**. — *Les Pyrénées souterraines* (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15**. — *Sources et pertes des eaux en Bulgarie*, par MM. H. et K. SCORPIL.

N° **16**. — *Notes sur les Cavernes de Hongrie*, par M. Charles SIEGMETH.

N° **17**. — *L'Embut de Caussols* (*Alpes-Maritimes*), par M. Armand JANET.

N° **18.** — *Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1898*, par M. F. Mazauric.

N° **19.** — *La Grotte de la Balme (Isère), etc.*, par M. E.-A. Martel. — (10e campagne souterraine, 1897, 1re partie).

N° **20.** — *L'Aven Armand, etc.*, par M. E.-A. Martel. — (10e campagne souterraine, 1897, 2e partie).

N° **21.** — *Recherches spéléologiques dans la Chaîne du Jura*, par MM. Fournier et Magnin. — (1re campagne, 1896-1899).

N° **22.** — *Explorations dans le Royans et le Vercors* (2e campagne), par M. O. Décombaz.

TOME IV. — Prix : 20 francs.

N° **23.** — *La Blue-John-Mine (Angleterre)*, par MM. Barnes et Holroyd.

N° **24.** — *Recherches spéléologiques dans le Jura*, par MM. Fournier et Magnin (2e campagne 1899-1900).

N° **25.** — *Les Cavernes praticables dans la craie du Bassin de Paris*, par MM. Max le Couppey de la Forest et Maxime Bourdon.

N° **26.** — *Les Cavernes des environs de Minerve (Hérault)*, par M. Eugène Ferrasse, avec 1 plan hors texte (*Grotte de Minerve*), par M. Bousquet.

N° **27.** — *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura*, par MM. Fournier et Maréchal (3e campagne, 1900-1901).

N° **28.** — *Recherches de zoologie, de botanique et d'hydrologie souterraines dans les départements du Tarn, de l'Hérault et du Lot*, par MM. Armand Viré et Jacques Maheu.

N° **29.** — *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura*, par M. E. Fournier (4e campagne, 1901-1902).

N° **30.** — *Les Cavernes du Lot-et-Garonne*, par M. E. Malbec.

N° **31.** — *Recherches spéléologiques dans le Vercors*, par M. Décombaz.

TOME V. — Prix : 20 francs.

N° **32.** — *Les Cavernes de Majorque*, par M. E.-A. Martel.

N° **33.** — *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura*, par M. E. Fournier (5e campagne, 1902-1903).

N° **34.** — *Les Grottes des Échelles*, par M. R. J. Fonné.

N° **35.** — *Quelques grottes des États-Unis d'Amérique*, par M. Max Le Couppey de la Forest.

N° **36.** — *Explorations hydrologiques dans les régions de la Cèze et du Bouquet (Gard)*, 1902-1903, par M. Félix Mazauric.

N° **37.** — *Chronique de la Société* (1901-1904) *et notices spéléologiques.*

N° **38.** — *La Source d'Arcier*, par M. E. Fournier.

N° **39.** — *Les Cavernes des Mendip-Hills (Angleterre)*, par M. Balch.

N° **40.** — *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura*, par M. E. Fournier (6e campagne, 1903-1904).

TOME VI. — Prix : 25 francs.

N° **41.** — *La Spéléologie au XXe siècle* (Revue et bibliographie des recherches souterraines de 1901 à 1906), par M. E.-A. Martel. — 1re partie : France.

N° **42-43.** — *Id.*, idem. — 2e partie : Étranger.

N° **44-45-46.** — *Id.*, idem. — 3e partie : Spéléologie appliquée aux diverses sciences. — 4e partie : Spéléologie appliquée à l'hygiène publique (Eaux d'alimentation).

AVIS IMPORTANT

Nous attirons toute l'attention sur la nécessité de réunir avec soin et de ne point égarer les trois fascicules séparés du tome VI; les frais de documentation, de copie et de traduction ayant été très élevés pour ce travail, nous avons dû limiter le tirage presque au strict nombre des Membres et des Sociétés correspondantes.

Aucun fascicule perdu ne pourra être remplacé, si ce n'est par l'achat du volume complet (812 p. et 42 fig.), dont quelques exemplaires sont réservés pour la vente au prix de 25 francs (20 francs pour les membres de la Société).

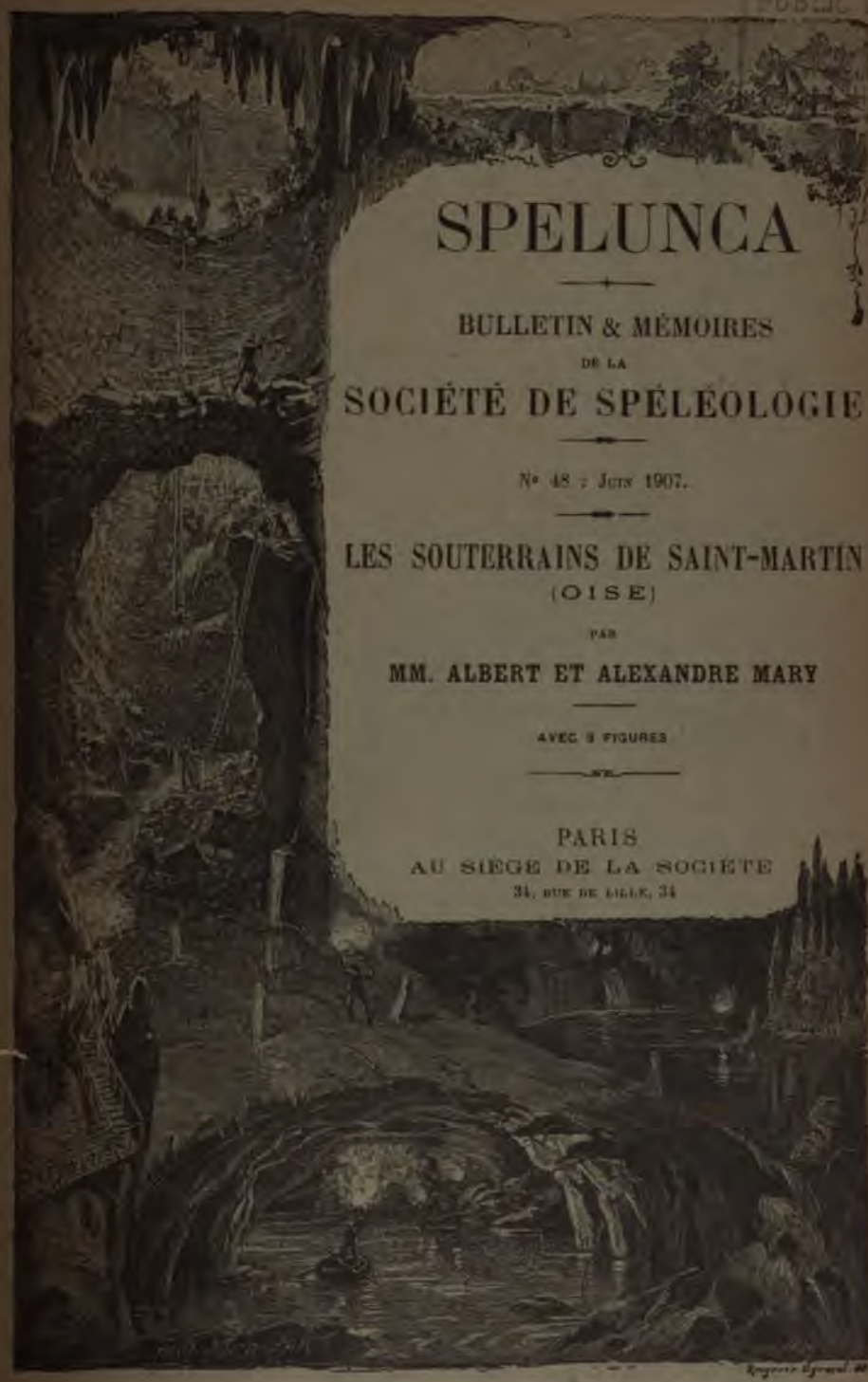
Nous rappelons que la cotisation annuelle de la Société de Spéléologie (34, rue de Lille, à Paris) est de **15** francs; que toute la correspondance relative aux publications doit être adressée à M. E.-A. Martel, secrétaire général, 23, rue d'Aumale, Paris, et que les demandes d'admission, cotisations, réclamations, etc., doivent parvenir à M. Lucien Briet, trésorier, secrétaire général adjoint, à Charly (Aisne).

Le Président, M. LE COUPPEY DE LA FOREST.

Le Secrétaire Général, E.-A. MARTEL.

Imp. Fr. Simon, rue de la Rue, Soissons (Aisne).

TOME VII. N° 48.



SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 48 : JUIN 1907.

LES SOUTERRAINS DE SAINT-MARTIN (OISE)

PAR

MM. ALBERT ET ALEXANDRE MARY

AVEC 3 FIGURES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, RUE DE LILLE, 34

SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois.

Le Secrétaire général gérant :
E.-A. MARTEL.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **225** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules 1-40 sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément.*

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

Nos **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en **17** fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple. — Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1.** — *Troisième exploration du gouffre de Padirac* (*Lot*), par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2.** — *Le Spélunque de Dions* (*Gard*), par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3.** — *La Kačna Jama* (*Istrie*), par M. J. MARINITSCH.

N° **4.** — *La Grotte de Baume-les-Messieurs* (*Jura*), par M. E. RENAULD.

N° **5.** — *La Grotte de Dargilan* (*Lozère*), par M. G. CARRIÈRE.

N° **6.** — *La Faune souterraine*, par M. A. VIRÉ.

N° **7.** — *Les Grottes artificielles des environs de Brive* (*Corrèze*), par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8.** — *Les Cavernes de la Côte-d'Or*, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9.** — *Les Cavernes des environs de Marseille*, par M. E. FOURNIER.

N° **10.** — *Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï*, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11.** — *Bibliographie spéléologique* (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12.** — *Le Gardon et son Cañon inférieur*, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13.** — *Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors*, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14.** — *Les Pyrénées souterraines* (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15.** — *Sources et pertes des eaux en Bulgarie*, par MM. H. et K. SCORPIL.

N° **16.** — *Notes sur les Cavernes de Hongrie*, par M. Charles SIEGMETH.

N° **17.** — *L'Embut de Caussols* (*Alpes-Maritimes*), par M. Armand JANET.

Tome VII. N° 49

SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 49 : Octobre 1907

LES LACS INTERMITTENTS
DE LA
RUSSIE D'EUROPE

Par M. A.-S. YERMOLOFF

AVEC 3 FIGURES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
31, rue de Lille, 31

SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois.

Le Secrétaire général gérant,
E. A. Martel.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **225** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules 1-40 sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément*.

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

Nos **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en 17 fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple.

Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1**. — *Troisième exploration du gouffre de Padirac* (*Lot*), par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2**. — *Le Spélunque de Dions* (*Gard*), par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3**. — *La Kačna Jama* (*Istrie*), par M. J. MARINITSCH.

N° **4**. — *La Grotte de Baume-les-Messieurs* (*Jura*), par M. E. RENAULD.

N° **5**. — *La Grotte de Dargilan* (*Lozère*), par M. G. GABRIÈRE.

N° **6**. — *La Faune souterraine*, par M. A. VIRÉ.

N° **7**. — *Les Grottes artificielles des environs de Brive* (*Corrèze*), par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8**. — *Les Cavernes de la Côte-d'Or*, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9**. — *Les Cavernes des environs de Marseille*, par M. E. FOURNIER.

N° **10**. — *Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï*, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11**. — *Bibliographie spéléologique* (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12**. — *Le Gardon et son Cañon inférieur*, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13**. — *Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors*, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14**. — *Les Pyrénées souterraines* (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15**. — *Sources et pertes des eaux en Bulgarie*, par MM. H. et K. SCORPIL.

N° **16**. — *Notes sur les Cavernes de Hongrie*, par M. Charles SIEGMETH.

N° **17**. — *L'Embut de Caussols* (*Alpes-Maritimes*), par M. Armand JANET.

N° **18**. — *Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1898*, par M. F. MAZAURIC.

TOME VII. N° 50.

SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

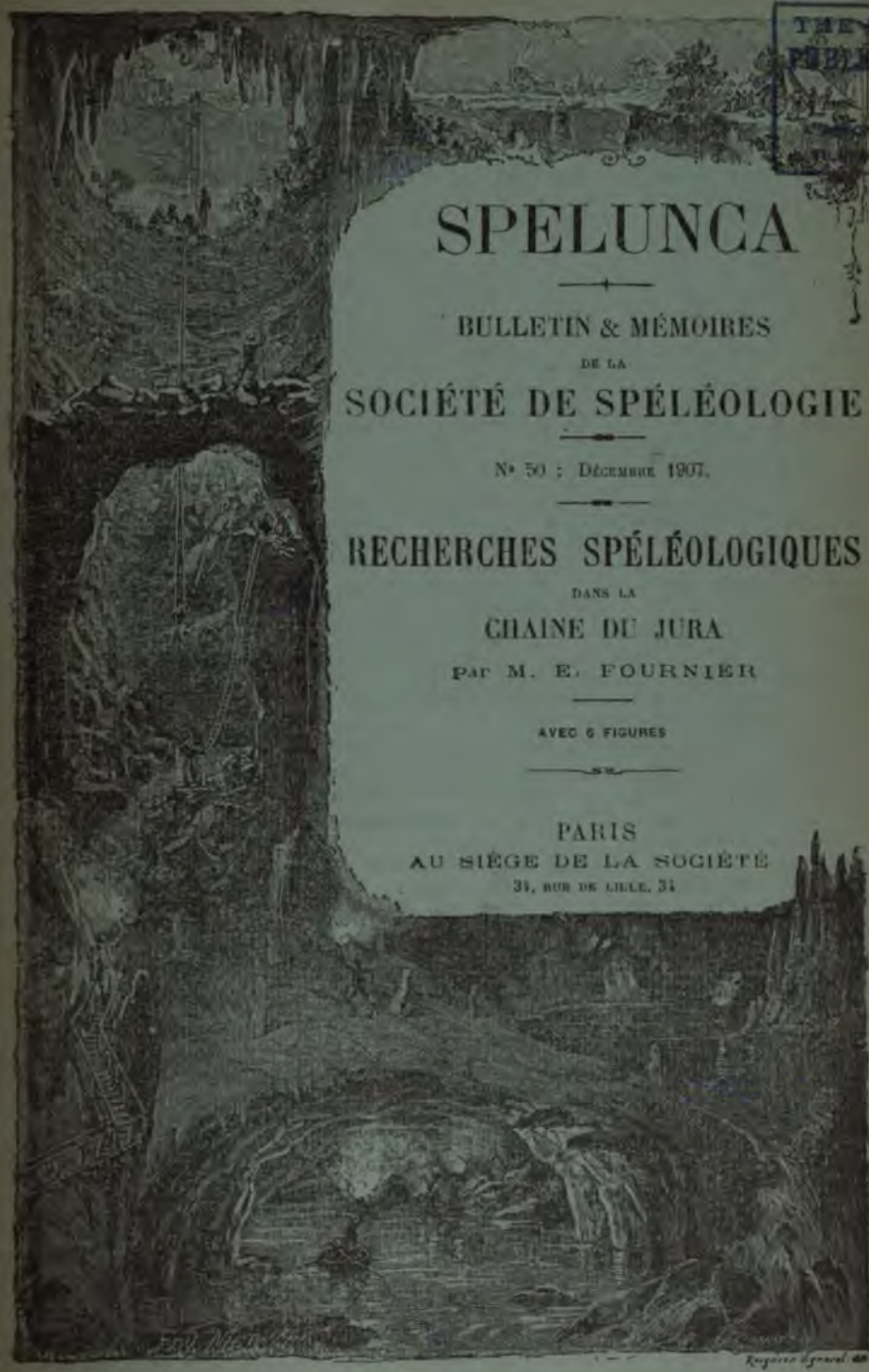
N° 50 : DÉCEMBRE 1907.

RECHERCHES SPÉLÉOLOGIQUES
DANS LA
CHAINE DU JURA

PAR M. E. FOURNIER

AVEC 6 FIGURES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, RUE DE LILLE, 34



SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois.

Le Secrétaire général gérant,
E.-A. MARTEL.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **225** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément*.

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

Nos **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en 17 fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple. — Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1**. — *Troisième exploration du gouffre de Padirac* (*Lot*), par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2**. — *Le Spélunque de Dions* (*Gard*), par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3**. — *La Kačna Jama* (*Istrie*), par M. J. MARINITSCH.

N° **4**. — *La Grotte de Baume-les-Messieurs* (*Jura*), par M. E. RENAULD.

N° **5**. — *La Grotte de Dargilan* (*Lozère*), par M. G. CARRIÈRE.

N° **6**. — *La Faune souterraine*, par M. A. VIRÉ.

N° **7**. — *Les Grottes artificielles des environs de Brive* (*Corrèze*), par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8**. — *Les Cavernes de la Côte-d'Or*, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9**. — *Les Cavernes des environs de Marseille*, par M. E. FOURNIER.

N° **10**. — *Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï*, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11**. — *Bibliographie spéléologique* (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12**. — *Le Gardon et son Cañon inférieur*, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13**. — *Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors*, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14**. — *Les Pyrénées souterraines* (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15**. — *Sources et pertes des eaux en Bulgarie*, par MM. H. et K. SCORPIL.

N° **16**. — *Notes sur les Cavernes de Hongrie*, par M. Charles SIEGMETH.

N° **17**. — *L'Embut de Caussols* (*Alpes-Maritimes*), par M. Armand JANET.

N° **18**. — *Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1898*, par M. F. MAZAURIC.

TOME VII. N° 51.

SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 51 : Mars 1908.

ÉTUDE SPÉLÉOLOGIQUE
DES ENVIRONS
DE GOYET ET DE HOTTON
(Belgique)

Par Ed. RAHIR

AVEC 8 FIGURES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, RUE DE LILLE, 34

SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois

Le Secrétaire général gérant,
E.-A. MARTEL.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **225** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément*.

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

Nos **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en 17 fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple.

Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1**. — ***Troisième exploration du gouffre de Padirac (Lot)***, par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2**. — ***Le Spélunque de Dions (Gard)***, par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3**. — ***La Kačna Jama (Istrie)***, par M. J. MARINITSCH.

N° **4**. — ***La Grotte de Baume-les-Messieurs (Jura)***, par M. R. RENAULD.

N° **5**. — ***La Grotte de Dargilan (Lozère)***, par M. G. CARRIÈRE.

N° **6**. — ***La Faune souterraine***, par M. A. VIRÉ.

N° **7**. — ***Les Grottes artificielles des environs de Brive (Corrèze)***, par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8**. — ***Les Cavernes de la Côte-d'Or***, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9**. — ***Les Cavernes des environs de Marseille***, par M. E. FOURNIER.

N° **10**. — ***Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï***, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11**. — ***Bibliographie spéléologique*** (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12**. — ***Le Gardon et son Cañon inférieur***, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13**. — ***Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors***, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14**. — ***Les Pyrénées souterraines*** (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15**. — ***Sources et pertes des eaux en Bulgarie***, par MM. H. et K. SCORPIL.

N° **16**. — ***Notes sur les Cavernes de Hongrie***, par M. Charles SIEGMETH.

N° **17**. — ***L'Embut de Caussols (Alpes-Maritimes)***, par M. Armand JANET.

N° **18**. — ***Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1898***, par M. F. MAZAURIC.

TOME VII.

SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 52 : Juin 1908.

COURS D'EAU SOUTERRAINS DU LAOS

Par Paul MACEY

AVEC 7 FIGURES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, RUE DE LILLE, 34

SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois.

Le Secrétaire général gérant,
E.-A. MARTEL.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **225** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément.*

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

Nos **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en **17** fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple. — Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1**. — ***Troisième exploration du gouffre de Padirac*** (***Lot***), par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2**. — ***Le Spélunque de Dions*** (***Gard***), par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3**. — ***La Kačna Jama*** (***Istrie***), par M. J. MARINITSCH.

N° **4**. — ***La Grotte de Baume-les-Messieurs*** (***Jura***), par M. E. RENAULD.

N° **5**. — ***La Grotte de Dargilan*** (***Lozère***), par M. G. CABRIÈRE.

N° **6**. — ***La Faune souterraine***, par M. A. VIRÉ.

N° **7**. — ***Les Grottes artificielles des environs de Brive*** (***Corrèze***), par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8**. — ***Les Cavernes de la Côte-d'Or***, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9**. — ***Les Cavernes des environs de Marseille***, par M. E. FOURNIER.

N° **10**. — ***Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï***, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11**. — ***Bibliographie spéléologique*** (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12**. — ***Le Gardon et son Cañon inférieur***, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13**. — ***Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors***, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14**. — ***Les Pyrénées souterraines*** (1re campagne, 1897, Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15**. — ***Sources et pertes des eaux en Bulgarie***, par MM. H. et K. SCORPIL.

N° **16**. — ***Notes sur les Cavernes de Hongrie***, par M. Charles SIEGMETH.

N° **17**. — ***L'Embut de Caussols*** (***Alpes-Maritimes***), par M. Armand JANET.

N° **18**. — ***Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1898***, par M. F. MAZAURIC.

TOME VII. N° 53.

SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 53 : Novembre 1908.

LES GROTTES DE SABART

NIAUX ET SES DESSINS PRÉHISTORIQUES

(Ariège)

Par le Commandant MOLARD

NOTE SUR LES PEINTURES PRÉHISTORIQUES

Par E.-A. MARTEL

AVEC 3 FIGURES ET 2 PLANCHES HORS TEXTE

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, RUE DE LILLE, 34

SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois

Le Secrétaire général gérant,
E.-A. MARTEL.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **225** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément*.

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

Nos **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en 17 fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple. — Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1**. — *Troisième exploration du gouffre de Padirac* (*Lot*), par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2**. — *Le Spélunque de Dions* (*Gard*), par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3**. — *La Kačna Jama* (*Istrie*), par M. J. MARINITSCH.

N° **4**. — *La Grotte de Baume-les-Messieurs* (*Jura*), par M. E. RENAULD.

N° **5**. — *La Grotte de Dargilan* (*Lozère*), par M. G. CARRIÈRE.

N° **6**. — *La Faune souterraine*, par M. A. VIRÉ.

N° **7**. — *Les Grottes artificielles des environs de Brive* (*Corrèze*), par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8**. — *Les Cavernes de la Côte-d'Or*, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9**. — *Les Cavernes des environs de Marseille*, par M. E. FOURNIER.

N° **10**. — *Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï*, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11**. — *Bibliographie spéléologique* (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 40 francs.

N° **12**. — *Le Gardon et son Cañon inférieur*, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13**. — *Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors*, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14**. — *Les Pyrénées souterraines* (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15**. — *Sources et pertes des eaux en Bulgarie*, par MM. H. et K. SCORPIL.

N° **16**. — *Notes sur les Cavernes de Hongrie*, par M. Charles SIEGMETH.

N° **17**. — *L'Embut de Caussols* (*Alpes-Maritimes*), par M. Armand JANET.

N° **18**. — *Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1899*, par M. F. MAZAURIC.

Tome VII. N° 54.

SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 54 : Décembre 1908.

CAVERNES

DE

TARASCON-SUR-ARIÈGE

Par E.-A. MARTEL

AVEC 28 FIGURES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, rue de Lille, 34

SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois.

Le Secrétaire général gérant,
E.-A. Martel.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **225** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément*.

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

N°s **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en 17 fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple.

Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1**. — *Troisième exploration du gouffre de Padirac* (*Lot*), par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2**. — *Le Spélunque de Dions* (*Gard*), par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3**. — *La Kačna Jama* (*Istrie*), par M. J. MARINITSCH.

N° **4**. — *La Grotte de Baume-les-Messieurs* (*Jura*), par M. E. RENAULD.

N° **5**. — *La Grotte de Dargilan* (*Lozère*), par M. G. CARRIÈRE.

N° **6**. — *La Faune souterraine*, par M. A. VIRÉ.

N° **7**. — *Les Grottes artificielles des environs de Brive* (*Corrèze*), par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8**. — *Les Cavernes de la Côte-d'Or*, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9**. — *Les Cavernes des environs de Marseille*, par M. E. FOURNIER.

N° **10**. — *Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï*, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11**. — *Bibliographie spéléologique* (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12**. — *Le Gardon et son Cañon inférieur*, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13**. — *Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors*, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14**. — *Les Pyrénées souterraines* (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15**. — *Sources et pertes des eaux en Bulgarie*, par MM. H. et K. SCORPIL.

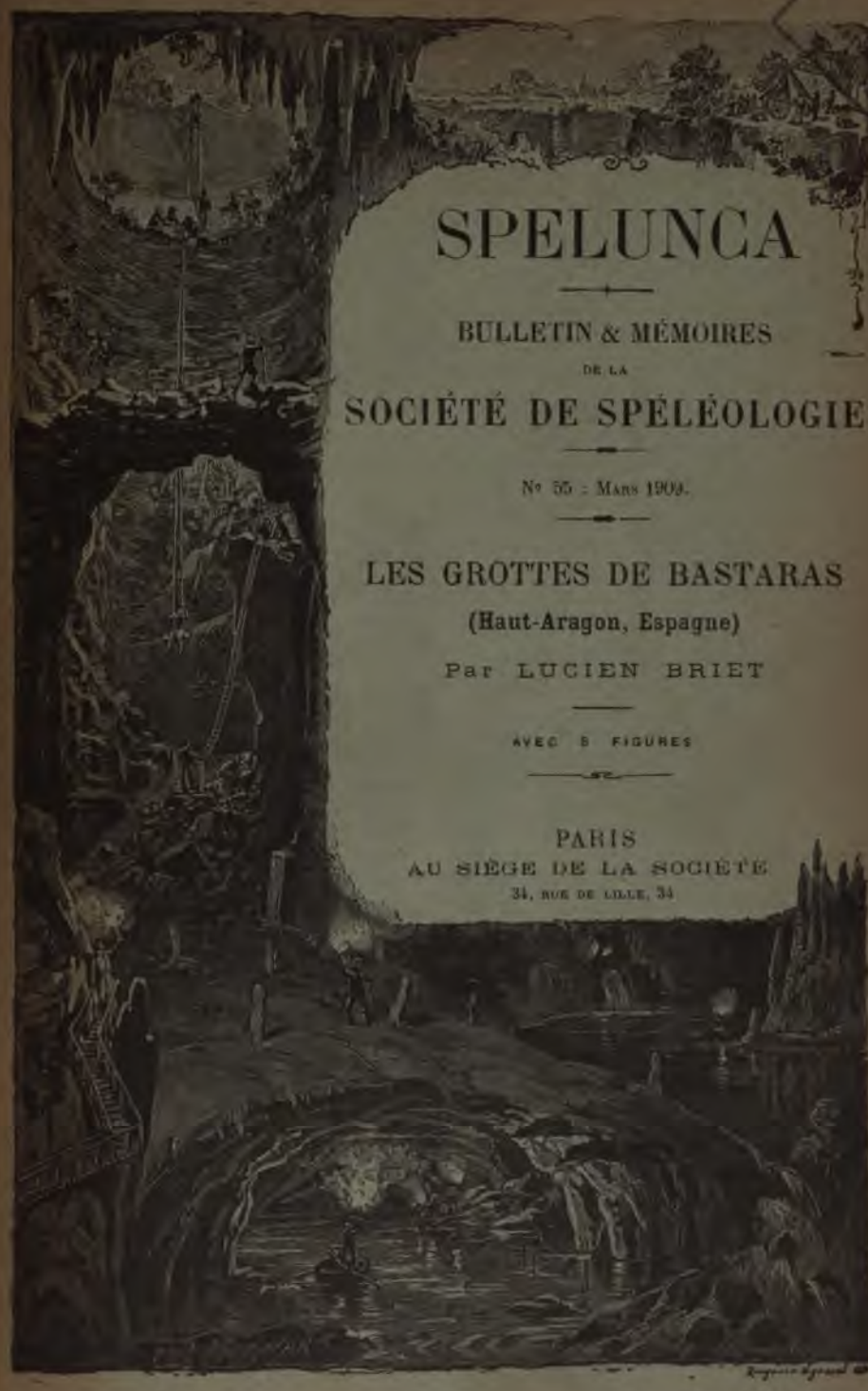
N° **16**. — *Notes sur les Cavernes de Hongrie*, par M. Charles SIEGMETH.

N° **17**. — *L'Embut de Caussols* (*Alpes-Maritimes*), par M. Armand JANET.

N° **18**. — *Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1898*, par M. F. MAZAURIC.

N° **19**. — *La Grotte de la Balme (Isère), etc.*, par M. E.-A. MARTEL. — (10e campagne souterraine, 1897, 1re partie).

Tome VII. N° 55.



SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 55 : Mars 1909.

LES GROTTES DE BASTARAS

(Haut-Aragon, Espagne)

Par LUCIEN BRIET

AVEC 5 FIGURES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, RUE DE LILLE, 34

SPELUNCA **paraît au moins tous les trois mois.**

Le Secrétaire général gérant,
E.-A. MARTEL.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **225** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° **1**, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) qui *ne se vendent pas séparément*.

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

N^os **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en 17 fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple. — Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1**. — ***Troisième exploration du gouffre de Padirac (Lot)***, par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2**. — ***Le Spélunque de Dions (Gard)***, par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3**. — ***La Kačna Jama (Istrie)***, par M. J. MARINITSCH.

N° **4**. — ***La Grotte de Baume-les-Messieurs (Jura)***, par M. E. RENAULD.

N° **5**. — ***La Grotte de Dargilan (Lozère)***, par M. G. CARRIÈRE.

N° **6**. — ***La Faune souterraine***, par M. A. VIRÉ.

N° **7**. — ***Les Grottes artificielles des environs de Brive (Corrèze)***, par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8**. — ***Les Cavernes de la Côte-d'Or***, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9**. — ***Les Cavernes des environs de Marseille***, par M. E. FOURNIER.

N° **10**. — ***Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï***, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11**. — ***Bibliographie spéléologique*** (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12**. — ***Le Gardon et son Canon inférieur***, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13**. — ***Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors***, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14**. — ***Les Pyrénées souterraines*** (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15**. — ***Sources et pertes des eaux en Bulgarie***, par MM. H. et K. SCORPIL.

N° **16**. — ***Notes sur les Cavernes de Hongrie***, par M. Charles SIEGMETH.

N° **17**. — ***L'Embut de Caussols (Alpes-Maritimes)***, par M. Armand JANET.

N° **18**. — ***Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1898***, par M. F. MAZAURIC.

N° **19**. — ***La Grotte de la Balme (Isère), etc.***, par M. E.-A. MARTEL. — (10e campagne souterraine, 1897, 1re partie).

N° **20**. — ***L'Aven Armand, etc.***, par M. E.-A. MARTEL. — (10e campagne souterraine, 1897, 2e partie).

Tome VII.

N° 56.

SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 56 : Juillet 1909.

RECHERCHES SPÉLÉOLOGIQUES

DANS LA CHAINE DU JURA

Par M. E. FOURNIER

(10e Campagne 1907-1908)

AVEC 10 FIGURES

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

34, rue de Lille, 34

SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois

Le Secrétaire général gérant,
E.-A. Martel

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **225** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément*.

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

N^os **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en **17** fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple. — Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1**. — *Troisième exploration du gouffre de Padirac* (*Lot*), par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2**. — *Le Spélunque de Dions* (*Gard*), par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3**. — *La Kačna Jama* (*Istrie*), par M. J. MARINITSCH.

N° **4**. — *La Grotte de Baume-les-Messieurs* (*Jura*), par M. E. RENAULD.

N° **5**. — *La Grotte de Dargilan* (*Lozère*), par M. G. CARRIÈRE.

N° **6**. — *La Faune souterraine*, par M. A. VIRÉ.

N° **7**. — *Les Grottes artificielles des environs de Brive* (*Corrèze*), par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8**. — *Les Cavernes de la Côte-d'Or*, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9**. — *Les Cavernes des environs de Marseille*, par M. E. FOURNIER.

N° **10**. — *Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï*, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11**. — *Bibliographie spéléologique* (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12**. — *Le Gardon et son Canon inférieur*, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13**. — *Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors*, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14**. — *Les Pyrénées souterraines* (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15**. — *Sources et pertes des eaux en Bulgarie*, par MM. H. et K. SCORPIL.

N° **16**. — *Notes sur les Cavernes de Hongrie*, par M. Charles SIEGMETH.

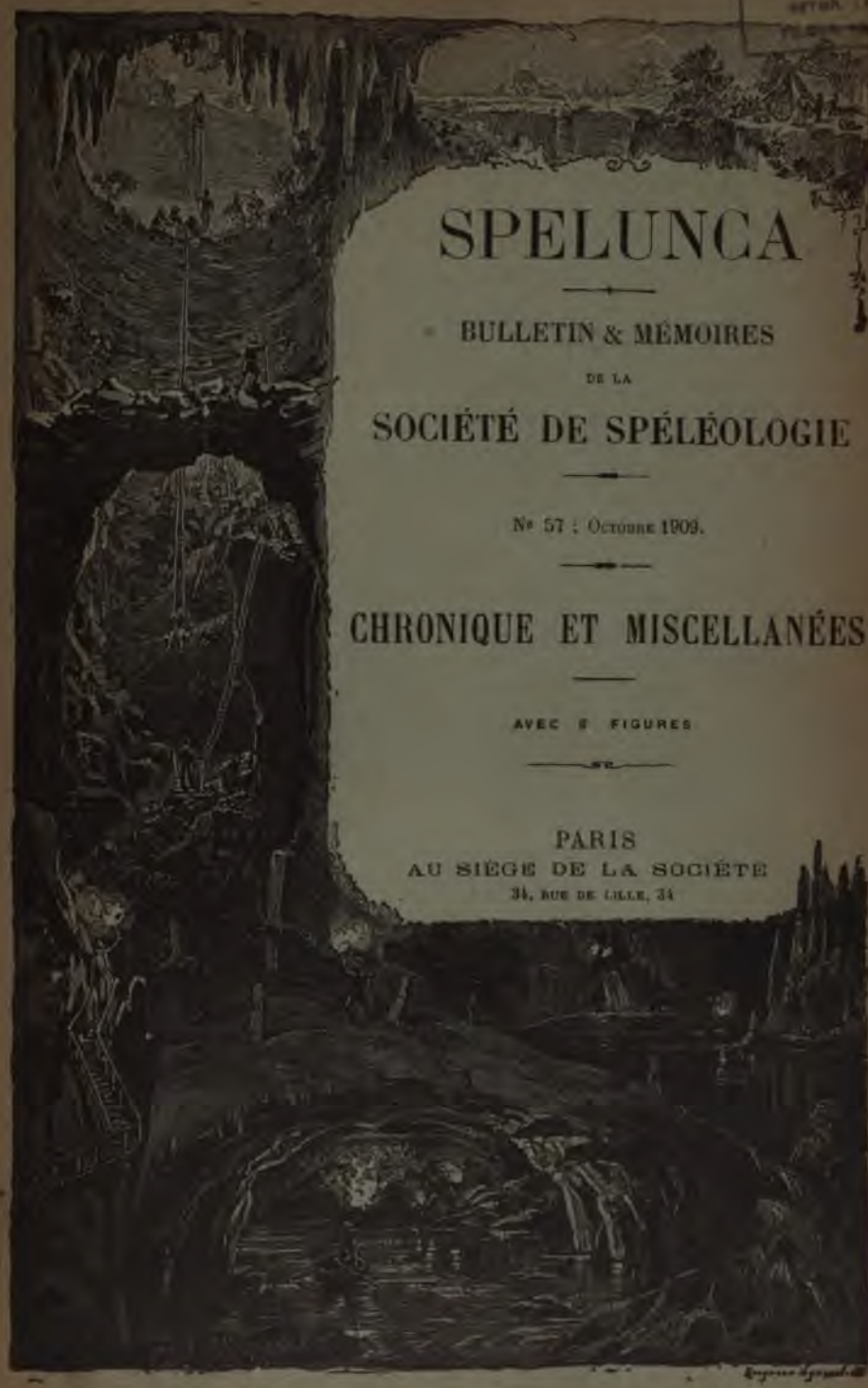
N° **17**. — *L'Embut de Caussols* (*Alpes-Maritimes*), par M. Armand JANET.

N° **18**. — *Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1898*, par M. F. MAZAURIC.

N° **19**. — *La Grotte de la Balme (Isère), etc.*, par M. E.-A. MARTEL. — (10e campagne souterraine, 1897, 1re partie).

N° **20**. — *L'Aven Armand, etc.*, par M. E.-A. MARTEL. — (10e campagne souterraine, 1897, 2e partie).

Tome VII.



SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 57 : Octobre 1909.

CHRONIQUE ET MISCELLANÉES

AVEC 8 FIGURES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, RUE DE LILLE, 34

SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois.

Le Secrétaire général gérant,
E.-A. Martel

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **245** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules séparés sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément.*

BULLETIN TRIMESTRIEL (SPELUNCA, COUVERTURE JAUNE)

N°s **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en 17 fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple. — Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (COUVERTURE BLEUE)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1.** — ***Troisième exploration du gouffre de Padirac*** (***Lot***), par MM. E.-A. MARTEL et E. RUPIN (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2.** — ***Le Spélunque de Dions*** (***Gard***), par MM. F. MAZAURIC et G. CABANÈS.

N° **3.** — ***La Kačna Jama*** (***Istrie***), par M. J. MARINITSCH.

N° **4.** — ***La Grotte de Baume-les-Messieurs*** (***Jura***), par M. E. RENAULD.

N° **5.** — ***La Grotte de Dargilan*** (***Lozère***), par M. G. CARRIÈRE.

N° **6.** — ***La Faune souterraine***, par M. A. VIRÉ.

N° **7.** — ***Les Grottes artificielles des environs de Brive*** (***Corrèze***), par M. PHILIBERT LALANDE.

N° **8.** — ***Les Cavernes de la Côte-d'Or***, par M. CLÉMENT DRIOTON.

N° **9.** — ***Les Cavernes des environs de Marseille***, par M. E. FOURNIER.

N° **10.** — ***Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï***, par M. le Dr Paul RAYMOND.

N° **11.** — ***Bibliographie spéléologique*** (1895-1897), par M. E.-A. MARTEL.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12.** — ***Le Gardon et son Canon inférieur***, par M. F. MAZAURIC.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13.** — ***Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors***, par M. DÉCOMBAZ.

N° **14.** — ***Les Pyrénées souterraines*** (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. VIRÉ.

N° **15.** — ***Sources et pertes des eaux en Bulgarie***, par MM. H. et K. SCORPIL.

N° **16.** — ***Notes sur les Cavernes de Hongrie***, par M. Charles SIEGMETH.

N° **17.** — ***L'Embut de Caussols*** (***Alpes-Maritimes***), par M. Armand JANET.

N° **18.** — ***Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1898***, par M. F. MAZAURIC.

N° **19.** — ***La Grotte de la Balme (Isère), etc.***, par M. E.-A. MARTEL. — (10e campagne souterraine, 1897, 1re partie).

N° **20.** — ***L'Aven Armand, etc.***, par M. E.-A. MARTEL. — (10e campagne souterraine, 1897, 2e partie).

N° **21.** — ***Recherches spéléologiques dans la Chaîne du Jura***, par MM. FOURNIER et MAGNIN. — (1re campagne, 1896-1899).

Tome VII. N° 58.

SPELUNCA

BULLETIN & MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

N° 58 : Décembre 1909.

RECHERCHES SPÉLÉOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES
DANS LA CHAINE DU JURA

Par M. E. FOURNIER

(11e Campagne 1908-1909)

AVEC 14 FIGURES

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
34, rue de Lille, 34

SPELUNCA paraît au moins tous les trois mois

Le Secrétaire général gérant,
E.-A. Martel

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ DE SPÉLÉOLOGIE

La collection complète, dont il ne reste que quatre exemplaires, se vend **245** francs. — En raison de l'épuisement rapide du stock, chacun des fascicules séparés sera vendu désormais et uniformément **5** francs, sauf le Mémoire n° 12, vendu **10** francs, le Mémoire n° 1, réservé aux quatre collections complètes et les Mémoires 41 à 46 (tome VI, **25** francs) *qui ne se vendent pas séparément*.

BULLETIN TRIMESTRIEL (Spelunca, couverture jaune)

Nos **1** à **24** (1895-1900)

Trois volumes en 17 fascicules, dont 4 doubles et 1 quadruple. — Prix : 30 francs.

MÉMOIRES (couverture bleue)

TOME Ier. — Prix : 100 francs.

(Ne se vend qu'avec la collection complète).

N° **1**. — *Troisième exploration du gouffre de Padirac* (*Lot*), par MM. E.-A. Martel et E. Rupin (épuisé, sauf *quatre* exemplaires).

N° **2**. — *Le Spélunque de Dions* (*Gard*), par MM. F. Mazauric et G. Cabanès.

N° **3**. — *La Kačna Jama* (*Istrie*), par M. J. Marinitsch.

N° **4**. — *La Grotte de Baume-les-Messieurs* (*Jura*), par M. E. Renauld.

N° **5**. — *La Grotte de Dargilan* (*Lozère*), par M. G. Carrière.

N° **6**. — *La Faune souterraine*, par M. A. Viré.

N° **7**. — *Les Grottes artificielles des environs de Brive* (*Corrèze*), par M. Philibert Lalande.

N° **8**. — *Les Cavernes de la Côte-d'Or*, par M. Clément Drioton.

N° **9**. — *Les Cavernes des environs de Marseille*, par M. E. Fournier.

N° **10**. — *Les Rivières souterraines de la Dragonnière et de Midroï*, par M. le Dr Paul Raymond.

N° **11**. — *Bibliographie spéléologique* (1895-1897), par M. E.-A. Martel.

TOME II. — Prix : 10 francs.

N° **12**. — *Le Gardon et son Canon inférieur*, par M. F. Mazauric.

TOME III. — Prix : 20 francs.

N° **13**. — *Les Grottes de la Vallée de la Bourne et du Vercors*, par M. Décombaz.

N° **14**. — *Les Pyrénées souterraines* (1re campagne, 1897. Grotte de Bétharram, etc.), par M. A. Viré.

N° **15**. — *Sources et pertes des eaux en Bulgarie*, par MM. H. et K. Scorpil.

N° **16**. — *Notes sur les Cavernes de Hongrie*, par M. Charles Siegmeth.

N° **17**. — *L'Embut de Caussols* (*Alpes-Maritimes*), par M. Armand Janet.

N° **18**. — *Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche, en 1898*, par M. F. Mazauric.

N° **19**. — *La Grotte de la Balme (Isère), etc.*, par M. E.-A. Martel. — (10e campagne souterraine, 1897, 1re partie).

N° **20**. — *L'Aven Armand, etc.*, par M. E.-A. Martel. — (10e campagne souterraine, 1897, 2e partie).

N° **21**. — *Recherches spéléologiques dans la Chaîne du Jura*, par MM. Fournier et Magnin. — (1re campagne, 1896-1899).

N° **22**. — *Explorations dans le Royans et le Vercors* (2e campagne), par M. O. Décombaz.

TOME IV. — Prix : 20 francs.

N° **23**. — *La Blue-John-Mine (Angleterre)*, par MM. BARNES et HOLROYD.

N° **24**. — *Recherches spéléologiques dans le Jura*, par MM. FOURNIER et MAGNIN (2e campagne, 1899-1900).

N° **25**. — *Les Cavernes praticables dans la craie du Bassin de Paris*, par MM. MAX LE COUPPEY DE LA FOREST et MAXIME BOURDON.

N° **26**. — *Les Cavernes des environs de Minerve (Hérault)*, par M. EUGÈNE FERRASSE, avec 1 plan hors texte (*Grotte de Minerve*), par M. BOUSQUET.

N° **27**. — *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura*, par MM. FOURNIER et MARÉCHAL (3e campagne, 1900-1901).

N° **28**. — *Recherches de zoologie, de botanique et d'hydrologie souterraines, dans les départements du Tarn, de l'Hérault et du Lot*, par MM. ARMAND VIRÉ et JACQUES MAHEU.

N° **29**. — *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura*, par M. E. FOURNIER (4e campagne, 1901-1902).

N° **30**. — *Les Cavernes du Lot-et-Garonne*, par M. E. MALBEC.

N° **31**. — *Recherches spéléologiques dans le Vercors*, par M. DÉCOMBAZ.

TOME V. — Prix : 20 francs.

N° **32**. — *Les Cavernes de Majorque*, par M. E.-A. MARTEL.

N° **33**. — *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura*, par M. E. FOURNIER (5e campagne, 1902-1903).

N° **34**. — *Les Grottes des Échelles*, par M. R. J. FONNÉ.

N° **35**. — *Quelques grottes des États-Unis d'Amérique*, par M. MAX LE COUPPEY DE LA FOREST.

N° **36**. — *Explorations hydrologiques dans les régions de la Cèze et du Bouquet (Gard)*, 1902-1903, par M. FÉLIX MAZAURIC.

N° **37**. — *Chronique de la Société* (1901-1904) *et notices spéléologiques*.

N° **38**. — *La Source d'Arcier*, par M. E. FOURNIER.

N° **39**. — *Les Cavernes des Mendip-Hills (Angleterre)*, par M. BALCH.

N° **40**. — *Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura*, par M. E. FOURNIER (6e campagne, 1903-1904).

TOME VI. — Prix : 25 francs.

Nos **41** à **46**. — *La Spéléologie au XXe siècle* (Revue et bibliographie des recherches souterraines de 1901 à 1906), par M. E.-A. MARTEL.

TOME VII. — Prix : 20 francs.

N° **47**. — *Recherches spéléologiques dans le Jura* (7e campagne, 1904-1905), par M. E. FOURNIER.

N° **48**. — *Les Souterrains de Saint-Martin-le-Nœud*, par MM. MABY.

N° **49**. — *Les Lacs intermittents de la Russie d'Europe*, par M. A. S. YERMOLOFF.

N° **50**. — *Recherches spéléologiques dans le Jura* (8e et 9e campagnes, 1905-1907) par M. E. FOURNIER.

N° **51**. — *Etude spéléologique des environs de Goyet et de Hotton*, par M. E. RAHIR.

N° **52**. — *Cours d'eau souterrains du Laos*, par M. Paul MACEY.

N° **53**. — *Niaux et ses dessins préhistoriques*, par le Commandant MOLARD.

N° **54**. — *Les Cavernes de Tarascon-sur-Ariège*, par E.-A. MARTEL.

N° **55**. — *Les Grottes de Bastaras (Espagne)*, par L. BRIET.

N° **56**. — *Recherches spéléologiques dans le Jura* (10e campagne, 1907-08), par M. E. FOURNIER.

N° **57**. — *Chronique de la société* (1905-1910) *et notices spéléologiques*.

N° **58**. — *Recherches spéléologiques et hydrologiques dans la chaîne du Jura* (11e campagne, 1908-1909), par M. E. FOURNIER.

Imp. Fr. Simon, succr de A. Le Roy, Rennes (247-10)