

CHAPITRE X

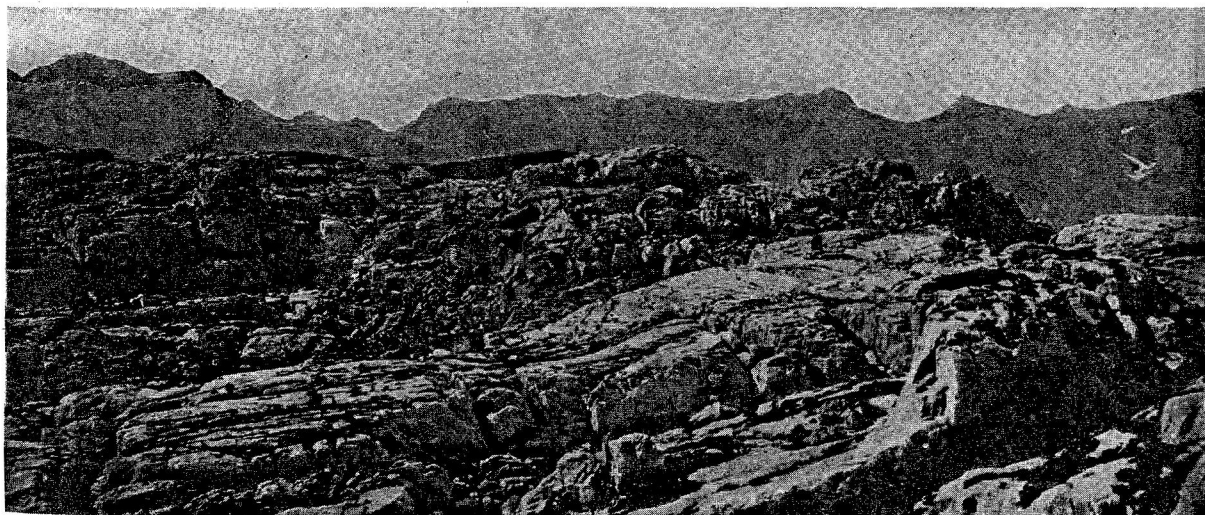
Le pays des Lapiaz

L'oucane de Chabrières (1904). — Abîmes et glaciers. — L'exil des Bergers. — Le déboire de Serre-Ponçon : eaux thermales contre grand barrage. — Les demoiselles de Vallauria. — Tufs et poudingues : Rémollon; Ubaye; Mont-Dauphin, la rue des Masques. — Clues du Queyras et du Briançonnais : Couffourent, Pertuis-Rostand, Cerveyrette, Sainte-Catherine, etc. — Nouvelle géodésie des Alpes françaises (P. Helbronner). — Parc National de l'Oisans. — Les Cerces et les Rochilles. — Belvédères du Grand-Aréa et du Grand-Galibier. — Lapiaz, cavernes et résurgences de la Grande-Chartreuse. — Perte du Guiers-Mort. — L'« interminable » Trou-du-Glas. — Cavernes du Guiers-Vif à Saint-Même. — La Balme. — Seythenex et les Bauges. — Lapiaz, château d'eau, glaciers et résurgences du Parmelan. — Vallées fossiles suspendues. — Gouffres et lapiaz du Désert de Platé. — Absorptions d'Anterne. — Les ruptures de poches d'eau glaciaires (Tête-Rousse, Arveyron, Suisse, Norvège). — Vallées en U et en V; l'érosion sous les glaciers. — Le Salève.

« L'avenir, ce grand juge, bouleversera nos catégories de renommées...
« Le siècle est tout bruyant de gens et de choses qui font illusion...
« tandis que des humbles, des obscurs font lentement leur ascension
« dans l'histoire. » (M. de Vogüé, *Souvenirs et Visions*, 1887.)

EN 1904, le nom de l'Oucane de Chabrières n'avait encore été imprimé nulle part. Elle n'a été véritablement découverte que le 28 juillet 1897 par David Martin, qui m'y a conduit, du 5 au 9 juillet 1904, avec E. Haug, P. Lory, H. Vésignié, L. Brenier, etc. (1)....

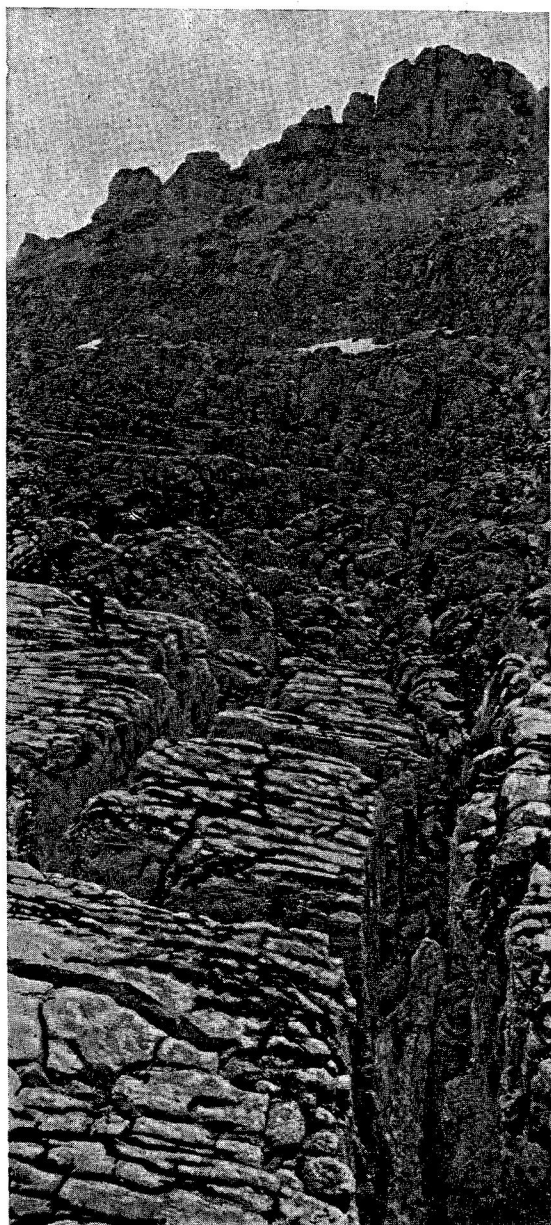
On est mal fixé sur l'étymologie réelle du mot Oucane; en gapençais la *sanguine* est appelée *Oucana* : les bergers semblent avoir employé ici cette dénomination à cause de la couleur



OUCANE DE CHABRIÈRES, L'EFFONDREMENT CENTRAL.

rouge des bancs calcaires (marbres) du Malm qu'on y rencontre. — Chabrières désigne un endroit réservé aux chèvres, ou fréquenté par elles.

En fait, il s'agit d'un véritable Lapiaz, c'est-à-dire d'une étendue de roche calcaire, toute fendillée, tout usée par diverses causes. Le phénomène est fréquent dans les Alpes (Parmelan, et



LES CREVASSES ET LE ROC DE CHABRIÈRES, 2 405 M.



LA GRANDE CREVASSE.

désert de Platé en Savoie; Karrenalp et Silberalp en Suisse; Gottesacker, Uebergossene Alp, Dachstein en Autriche et Bavière, etc.).... Le nôtre s'étale au pied nord-ouest du roc de Chabrières (2 405 m.), au-dessus et à 6 km. nord-est de Chorges (ligne de Gap à Embrun). Ce lapiaz est petit (losange de 500 m. de longueur sur 330 de largeur), environ 8 à 10 ha. de superficie; mais il atteint

50 ha. (1 km. sur 500 m.) avec les deux cirques ou dépressions qui le précèdent et en dépendent : les Rougnous (herbeux) et la Maît (le pétrin), le tout, entre 2 140 et 2 230 m. d'altitude, est dans le calcaire jurassique supérieur, interrompu de grès nummulitique et de lambeaux de flysch résultant d'accidents tectoniques très compliqués. La principale caractéristique de l'Oucane de Chabrières est le développement considérable de grandes crevasses rectilignes (plus de vingt), conjuguées selon deux directions maîtresses (sud-est-nord-ouest et sud-nord); ces crevasses (environnées d'innombrables autres) mesurent de 10 à 155 m. de longueur et de 1 à



Nég. auteur.

Cl. C. A. F.

1. COL DE LA POUSTERLE. — 2. CHABRIÈRES, VU DU CAMPMENT, ET BUTTES MOUTONNÉES. — 3. CAMPMENT.
4. CIRQUE DE VAUCLUSE ET SORTIE DE L'OUCANE.

12 m. de largeur; leur profondeur arrive à 25 m. jusqu'à la neige qui les encombre et qui empêche de scruter leur réelle étendue verticale. Dans aucun lapiaz on n'a rencontré jusqu'ici de fissures aussi larges, aussi profondes, ni aussi régulières. Leur investigation a été longue et complexe, à grands renforts de cordes et de précautions (v. fig. p. 3).

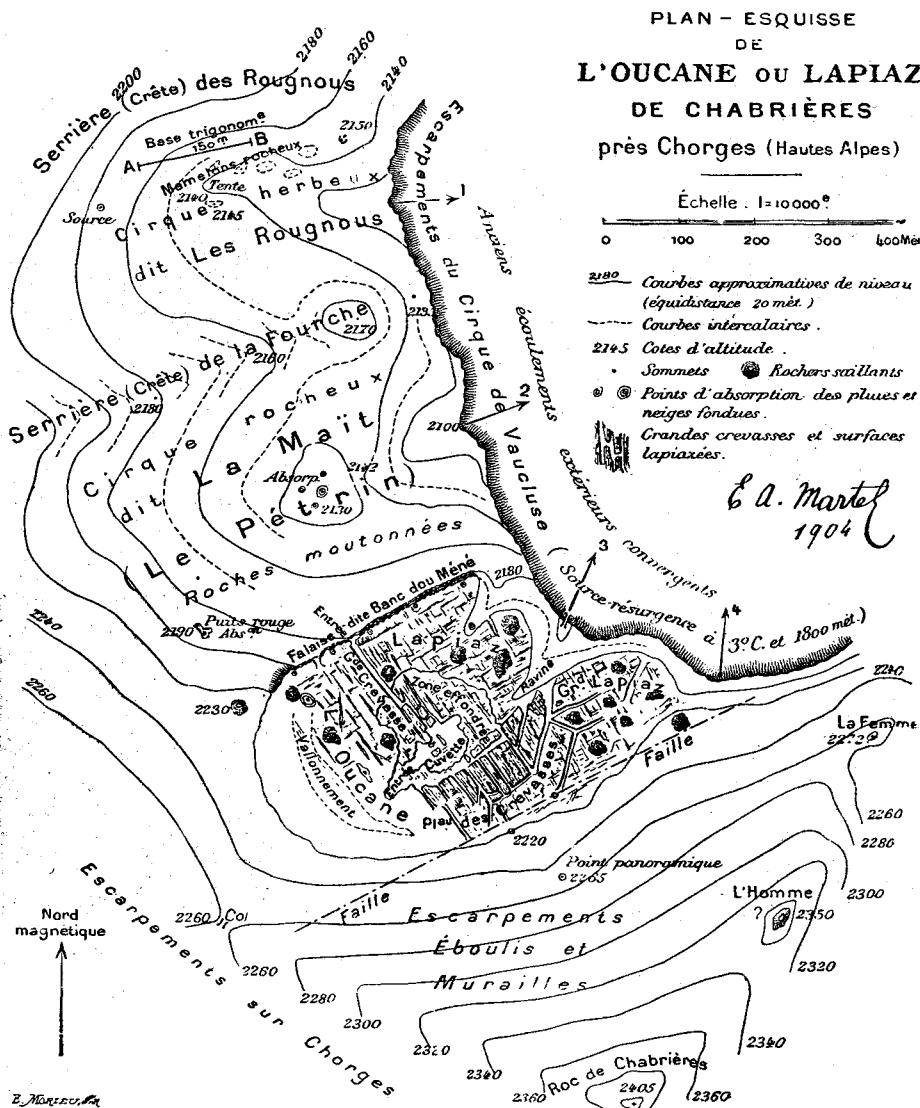
Les bouchons de neige ne nous ont pas permis de vérifier si, comme le prétendent les bergers, elles seraient de vrais abîmes. Mais, en dehors des crevasses, nous avons compté six entonnoirs, ou points d'absorption d'eau, qui engloutissent sous terre les pluies d'orage et les neiges fondues.

D'une façon générale, l'étroite relation des lapiaz avec les abîmes absorbants est désormais hors de doute (2).

A l'Oucane, peut-être, à la fin d'un été très chaud, trouverait-on la neige fondue plus bas,

et des bouches de gouffres ouvertes. En hiver, au contraire, il va sans dire que toutes les fissures sont remplies jusqu'aux lèvres et bien au delà.

Beaucoup d'autres points absorbants nous ont assurément échappé; vers 2 190 m., l'un est, certes, un abîme, malheureusement obstrué, le Puits Rouge, dans le marbre rutilant du Malm Le



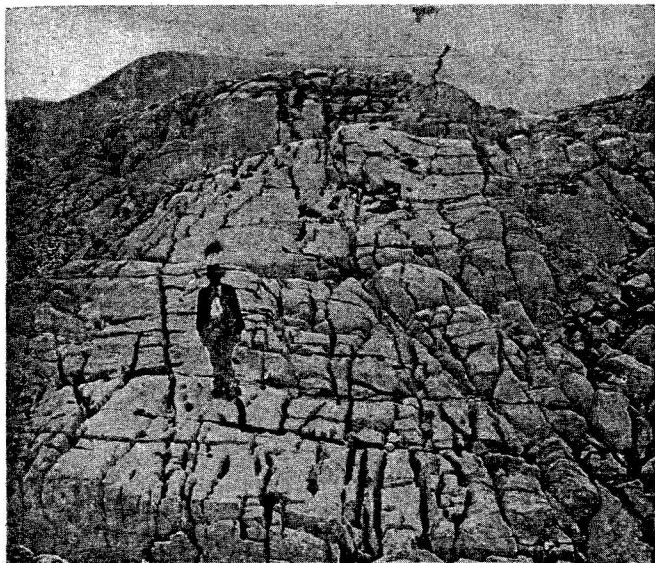
roc de Chabrières lui-même est, sur 200 m. de hauteur, pourfendu d'un réseau très serré de diaclases. Les petites rainures, rigoles et sillons du lapiaz présentent une variété extraordinaire, mais ses grandes rues de neige surtout sont étonnantes.

La partie moyenne des trois cirques juxtaposés se trouve, sur 100 à 300 m. de diamètre, déprimée de 10 à 20 m. par rapport à son pourtour; c'est l'entonnoir absorbant classique, le cloup, la doline de toutes les formations calcaires (v. *Eaux Sout.*, chap. vi).

Les anciens déversoirs extérieurs des Rougnous et de la Maît sont tout à fait atrophies.

Au contraire, pour l'Oucane proprement dite, l'échappement des anciennes eaux extérieures

demeure visible (vers 2 175 m. d'alt.), très étroite crevasse rocheuse, par-dessus laquelle un bloc transversal isolé fait pont et permet de franchir la fissure (rappelant celle du Col de la Machine). L'entrée principale de l'Oucane, sa grande crevasse de 155 m. et son ravin de sortie vers le nord-est indiquent nettement que les écoulements d'eau s'y sont produits et s'y manifestent encore.



LES CISELURES ACTUELLES.

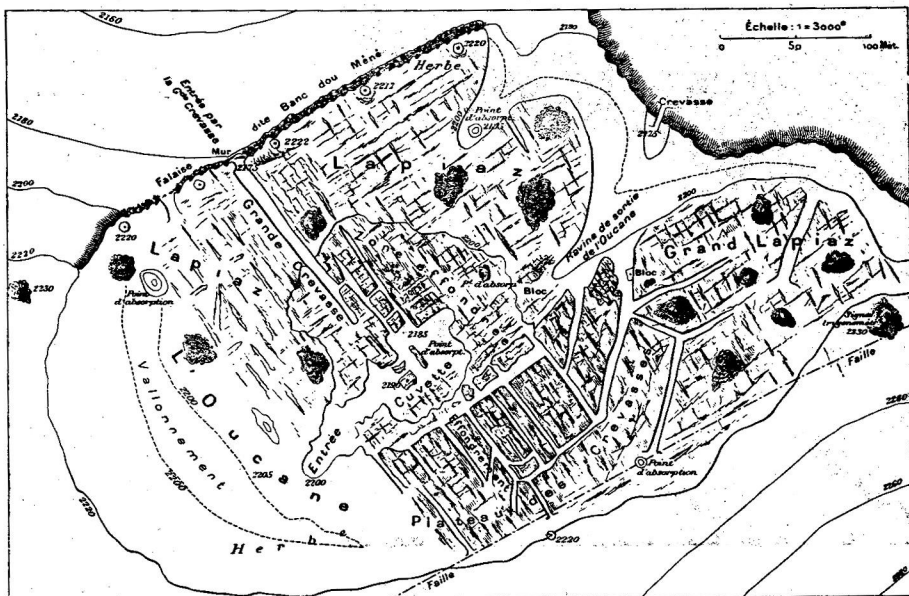
A 1 800 m. d'altitude une triple résurgence, amenée au jour par le grès nummulitique, porte le nom de Vacluse : c'est l'émissaire souterrain des eaux et neiges absorbées par l'Oucane; cela est prouvé par sa basse température (3° C., au lieu de la normale 6 degrés C.). Ainsi toutes les particularités de l'Oucane justifient, d'une manière surprenante, les rapprochements que j'ai établis entre les rascles des hauts sommets et les lapiaz de vallées ou bas plateaux (Pont des Oules à la Valserine, gorges du Fier, de l'Ain (v. ci-après chap. XII), de l'Ardèche, de la Cèze, etc.), — les abîmes d'absorption, — et les résurgences.

En descendant de Chabrières par le nord-est, par les escarpements du cirque de Vacluse, on distingue nettement les anciens déversoirs, aujourd'hui taris, des cirques. Cet amphithéâtre est très démoli par l'érosion. En somme, ce lapiaz doit sa formation à une fissuration *préexistante* et intense d'origine tectonique, ensuite à des ruissellements et infiltrations très puissants, puis à des effondrements partiels et, plus tard, à des eaux sous-glaciaires qui ont élargi les crevasses.

Après le retrait du glacier, une deuxième série de ruissellements modernes réduits à pratiqué les ciselures habituelles aux lapiaz, qu'ils continuent encore, conjointement avec l'action végétale corrosive.

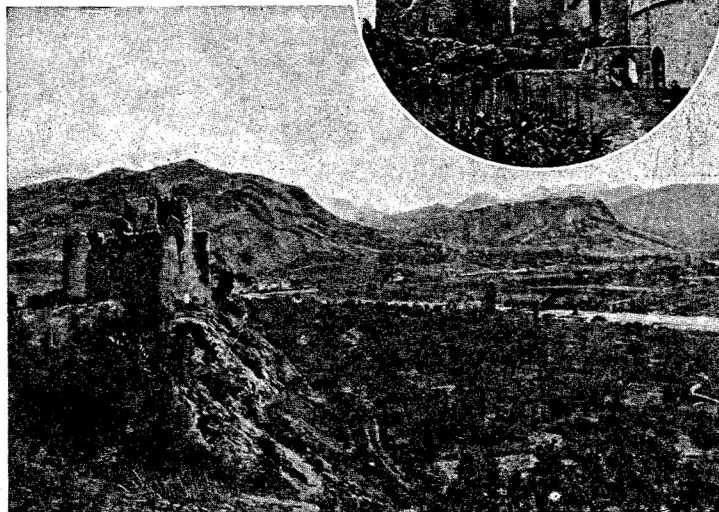
Pour finir, j'évoquerai un des plus mélancoliques souvenirs de mes journées de montagnard : celui des adieux aux deux pâtres solitaires, rencontrés là-haut et si mal abrités contre la fureur des éléments. Au départ du matin, ils nous émurent d'une scène touchante.

Pauvres pâtres, demi-exilés de la vie, tous deux veufs : l'un de



quarante-huit ans, avec deux enfants, un petit domaine aux Rousses de ans, et tout ce qui fut sa famille perdus sur la montagne : une quinzaine même quand le temps

qui tant bien que mal vivent sur Réallon; l'autre de soixante-quatre dispersé au loin. Plusieurs mois fois par semaine seulement (par se gâte) la visite du pour-



Neg. auteur.



Cl. « Nature ».

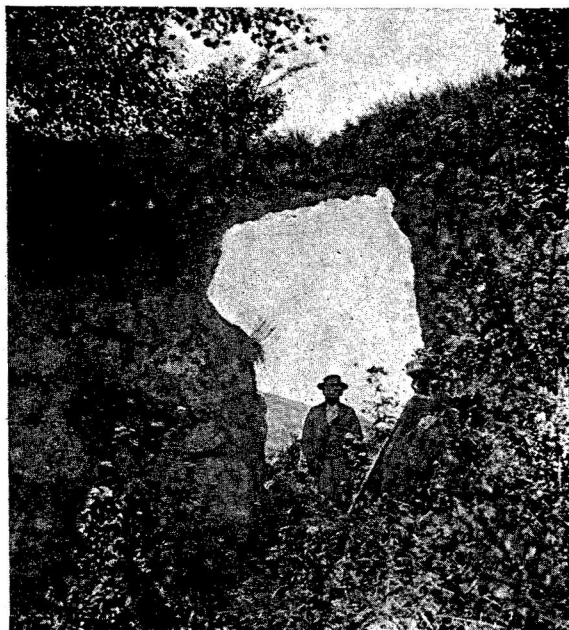
RUINES DU CHÂTEAU DE TALLARD.

voyeur qui, de la vallée, monte quelques maigres

provisions. Comme demeure, une hutte de pierres sèches, à l'ouverture mal close avec des peaux de moutons que le froid a tués. Tout cela pour le maigre profit que donnent la laine et le lait des troupeaux. Aussi quelle fête que la venue de notre troupe! Et la distribution de nos résidus au départ, parmi le cadre pastoral des vaches et brebis couchées sur l'herbe! Quelques réserves, inutilisées, de conserves, et surtout des allumettes qui leur manquaient fort; et deux bonnes planches avec une poignée de clous : « On en fera une fameuse porte, » pour le piètre abri non fermé.

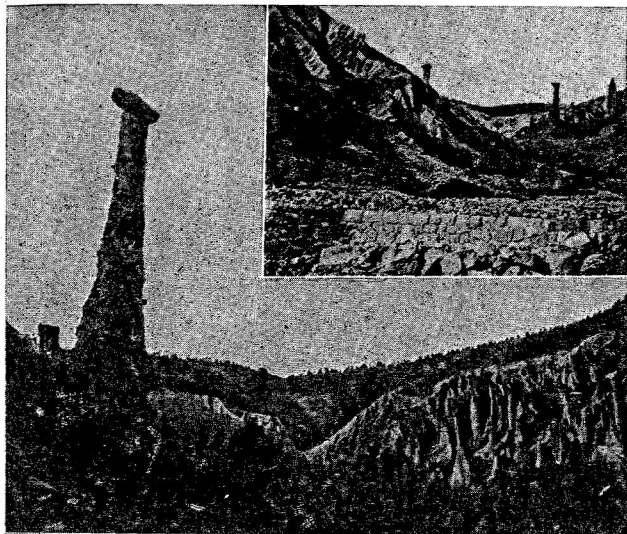
Et les braves bergers nous remercient, les larmes aux yeux.

D'argent, point; ils n'en veulent pas, même pour le lait qu'ils nous ont fourni pendant trois jours. Qu'en feraient-ils si haut, et si seuls? Mais, à la dernière étreinte, serrant la main de ces simples, des humains comme nous, de vrais pleurs inondent leur visage : nous allons disparaître aux tournants des sentiers, trois jours de vie vont s'éteindre, et la morne solitude va, de nouveau, s'assombrir au-dessus de leurs têtes avec la foudre pour voix unique.



AQUEDUC DE TUF DE RÉMOLLON.

A 6 km. au nord-ouest, sur le versant du Champsaur, au pied du Piolit (2 467 m.) vallée d'Ancelle, M. Brenier avait découvert jadis, vers 2 200 m. un groupement de crevasses profondes, analogues à l'Oucane et dénommées les Tempé; mais elles seraient devenues inaccessibles par suite d'éboulements.



RAVIN DE VALLAURIA ET MUR DE DÉFENSE.

connaissse. D'abord celle de *Théus*, avec de colossales pyramides de terre dont la conservation tient du miracle; puis l'extraordinaire vallon de *Vallauria*, où les *Demoiselles*, préservées par leur chapiteau de roche, sont si nombreuses et si rapprochées que leur principal groupement a été dénommé la salle de bal. C'est dans des conglomérats fluvio-glaciaires que des ruissellements intenses ont pratiqué ces fantastiques aiguilles ou *colonnes coiffées* (4), dont les *Alpes fournissent tant d'exemples*. Le troisième, moins important, est sur le flanc droit du ravin de *Trente-Pas* creusé lui-même dans de belles roches vertes de serpentine. Malheureusement ces formations (dont on connaît bien d'autres spécimens dans le Briançonnais et le Queyras) se dégradent très rapidement. Quand les colonnes perdent leur chapiteau, elles disparaissent en quelques années. En 1904, on en comptait environ 200 (dont un quart encore coiffées), à *Vallauria* (800 à 1 100 m. d'alt.), qui est certainement un des plus curieux sites de la France.



RAVIN DE TRENTE-PAS.

C'est près de là, au confluent de la vallée de la Blanche ou torrent de Rabious (que remonte la route de Seyne et de Digne), que J. Wihelm avait projeté l'édification, en travers de la Durance, au rétrécissement très propice dit *Serre-Ponçon*, d'un immense barrage de 85 m. de hauteur, non compris les fondations (v. p. 41). Il aurait créé une très utile retenue de 15 km. de

longueur et 600 millions de m³., avec, d'ailleurs, l'inconvénient de submerger la voie ferrée du P.-L.-M. vers Prunières, sous 18 m. d'eau, de la faire déplacer sur 6 km. et d'obliger à un



LA SALLE DE BAL A VALLAURIA.

viaduc de 700 m. de longueur et 70 de hauteur, pour la ligne en construction de Chorges à Barcelonnette. Mais un curieux caprice des eaux thermales souterraines qui vinrent inonder les travaux préliminaires a fait obstacle à l'exécution du projet (5).

En amont de Serre-Ponçon on ne parcourt pas assez l'étroite vallée de l'Ubaye pour la remonter jusqu'à Barcelonnette et rejoindre ainsi la route des Alpes (6). Sur sa rive gauche le curieux ravin du Pas-de-la-Tour est encore une clue tellement étroite que le jour n'y pénètre pas. Au fond, un ruisseau s'écoule en cascades. Presque en face, sur

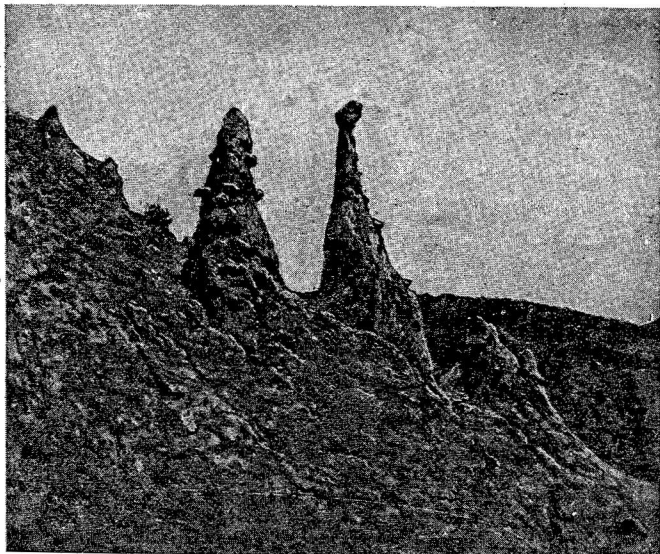
la rive droite, une puissante source jaillit subitement, à 150 m. au-dessus de la vallée, des assises calcaires inférieures de la chaîne du Parpaillon. Elle a formé des dépôts de tuf extrêmement importants.

Les automobilistes descendant du col de Vars devraient, à Saint-Paul, faire le petit détour du village de Grande-Serrène, vers le hardi pont du Castelet sur une fissure de 118 m. de profondeur.

L'Aiguille et le Brec de Chambeyron (3 400 et 3 388 m.) ont d'ici grande allure. Une nouvelle mesure s'égale à 3 390 m. On trouve à leurs pieds de petits lacs sans écoulement (*Montagne*, avril 1927). On remarquera, dans ces parages des Alpes, ainsi d'ailleurs que dans le Champsaur, de fort singulières croix anciennes en bois, où le crucifix est entouré des différents instruments de la Passion.

Avec raison et grand courage, M. Barthe a protesté naguère, comme il convenait, contre le barrage projeté à la Chapelue (haut. 110 m. vraiment), meurtrier pour la belle « Combe du Queyras » (7), où s'encaisse le Guil.

Au débouché de cette Combe du Guil, se trouve, au pied de Mont-Dauphin (gare à 888 m. 955), l'étrange défilé dit la *rue des Masques*, avec ses murs et remparts naturels, et ses chaos d'éboulis, pilons détachés, profils humains,



COLONNES COIFFÉES DU RAVIN DE TRENTE-PAS.

silhouettes en masques, ses alvéoles, ses étroits couloirs de décollement, et son grandiose portail de sortie, le tout découpé dans les puissants conglomérats des alluvions anciennes du Guil, et si bien expliqué et décrit par W. Kilian (8). Encore un site qu'on délaisse trop, et cependant bien facile à voir depuis Guillestre.

Il en est de même, entre le sommet de la rive gauche du Guil et Guillestre, d'un couloir rocheux, formé par un décollement des poulingues et tout à fait bizarre. En 1886, Abel Lemerrier l'a dénommé aussi « rue des Masques », ce qui a créé une confusion. *Les deux* méritent une demi-journée (avec Mont-Dauphin).

A propos de l'Oisans, Pelvoux, Vallouise, il faut mentionner d'abord la colossale entreprise de Paul Helbronner sur la nouvelle description géodésique des Alpes Françaises, qui nous vaut des corrections d'altitude importantes (9).

Ensuite la création, sur l'initiative et par les soins de M. Mathey, du premier « Parc National » français (1914) dans le Haut Vénéon (La Bérarde) et la Vallouise (10).

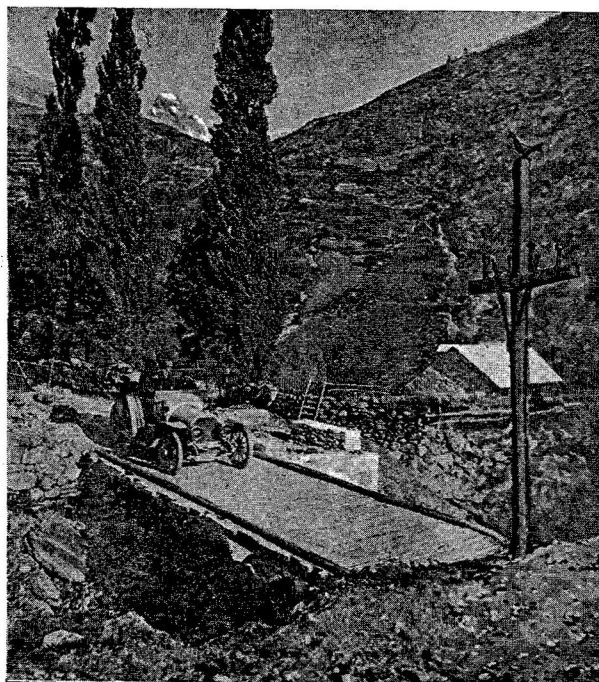
En Briançonnais, la Haute Durance possède nombre de gorges étroites, analogues aux clues de Provence et remplies de gouffres et de cascades, de marmites et de gours : plusieurs ont été abîmées par des dispositifs de forces hydrauliques ; notamment celle de la Biaisée (appelée abîmes de Gour-
Fouran, ou Couffourent, ou Confouran ou Confourenc), au débouché du Val de Frayssinières, en

dessous de Pallon (11) et en face de la Roche des Arnauds (Stat. 932 m. 823).

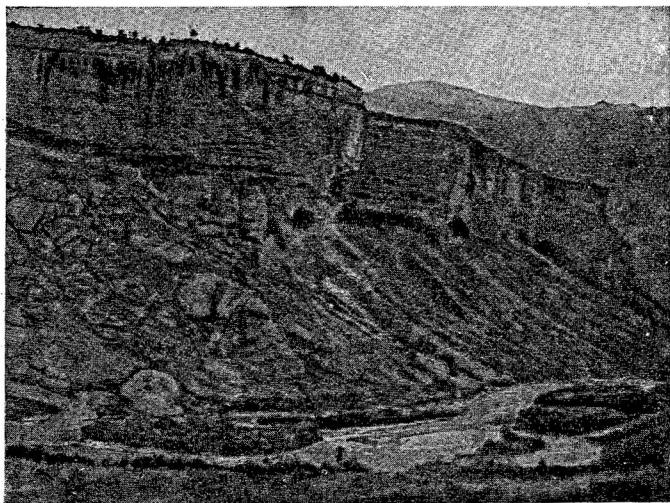
P. Guillemain a signalé au pied du Pelvoux la Rotoire du Sélé (torrent de Celse-Nière), tunnel naturel de 10 m. de largeur sur 7 à 8 m. de hauteur, où s'engouffre un torrent de glacier. Plus loin, « la Nière sort de son antre, après un long et mystérieux voyage » (*Ann. C. A. F.*, 1875, p. 346). — A examiner.

Les clues du Pertuis Rostand en amont de la Bessée, du *Pont-Baldy* près Briançon sur la Cerveyrette, et surtout de l'usine Chancel en dessous même de Briançon (gare 1 204 m. 64 et 1 204 m. 01), toutes remarquables, ont donné lieu à bien des discussions, particulièrement au point de vue de la soi-disant érosion glaciaire (12).

Elles ont été défigurées pour des usages industriels. Le Pertuis Rostand notamment est aujourd'hui sous le joug d'un audacieux siphon convexe de 60 m., à 90 m. au-dessus de la Durance : utile, mais... laid.



BREG DE CHAMBEYRON ET CROIX DE SERRÈNE.

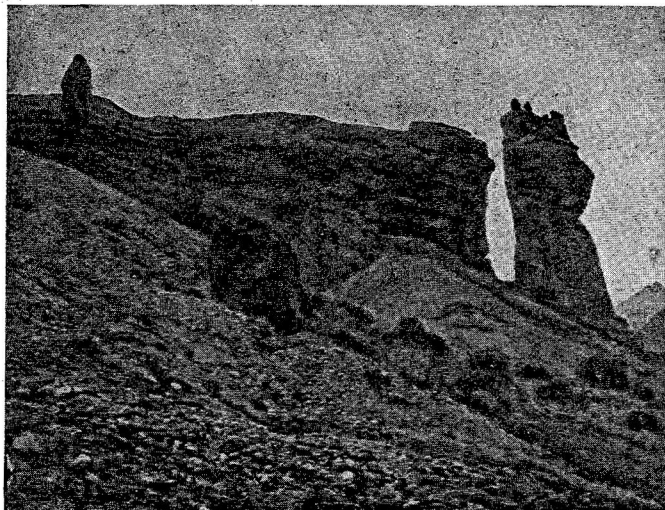


RUE DES MASQUES.

Dans la haute vallée de la Clairée, ou Clarée, trop de recoins sont négligés.

En contre-bas du nouveau chemin militaire des Lauzes, qui va de Plampinet aux Acles et à de nombreux cols-frontière, le torrent de la Clède parcourt une profonde clue, qui paraît inexplorée, avec cuvettes, cascades, etc.

Au-dessus de Névache, au pied du col des Thures, des « Demoiselles » ont été érodées dans les cargneules (dolomies cavernueuses). — Plus loin, au fond de la Clairée, le groupe montagneux des Cerces (3 098 m. Helbr., 2 961 m. du 80 000^e), au-dessus du col des Rochilles et du camp alpin de la Paré, n'est connu (et admiré) que d'un trop petit nombre d'alpinistes. Plusieurs lacs (à demi glacés au cœur même de l'été) n'ont d'écoulement qu'à travers des éboulis, et peut-être souterrains. Ses belles aiguilles acérées et rouges feraient bonne figure dans les Dolomites (v. R. TOUCHON, *la Montagne*, mars 1910, avec carte, juin 1911. — GUILLARD ET DEPLASSE, *la Montagne*, mai 1927; « même les nouveaux levés [au 20 000^e sont inexacts »).



RUE DES MASQUES.

A côté même de Briançon, on ne monte pas assez au belvédère exceptionnel du grand Aréa, à 10 km. nord-ouest (2 868 m. 5). La route militaire du fort de l'Olive mène les voitures à 700 m. seulement (chapelle Saint-Joseph) en dessous du sommet, où grimpe le plus facile des chemins en lacets. La vue est indescriptible sur le Pelvoux, les Écrins, la Meije, et toutes les Alpes du Mont Blanc au Viso.

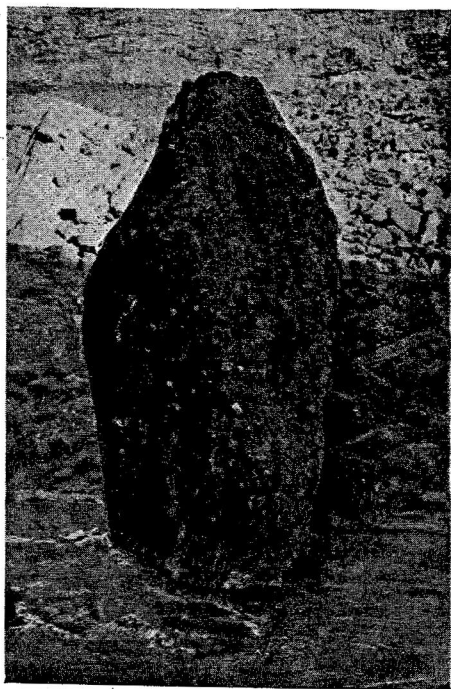
C'est bien plus beau et moins loin (quoique 300 m. plus haut) que le Prorel, plus réputé.

Au Col du Galibier (2 645 m. Hlbr.) on imprime encore trop souvent que le tunnel et la route passent à 2 658 m. au lieu de 2 556 m., nivellement général; et on ne prend jamais le temps de monter au sommet (2 796 m.), d'où la vue est exceptionnelle sur les trois cornes des Aiguilles d'Arves (plus étendue qu'à la table d'orientation T. C. F.).

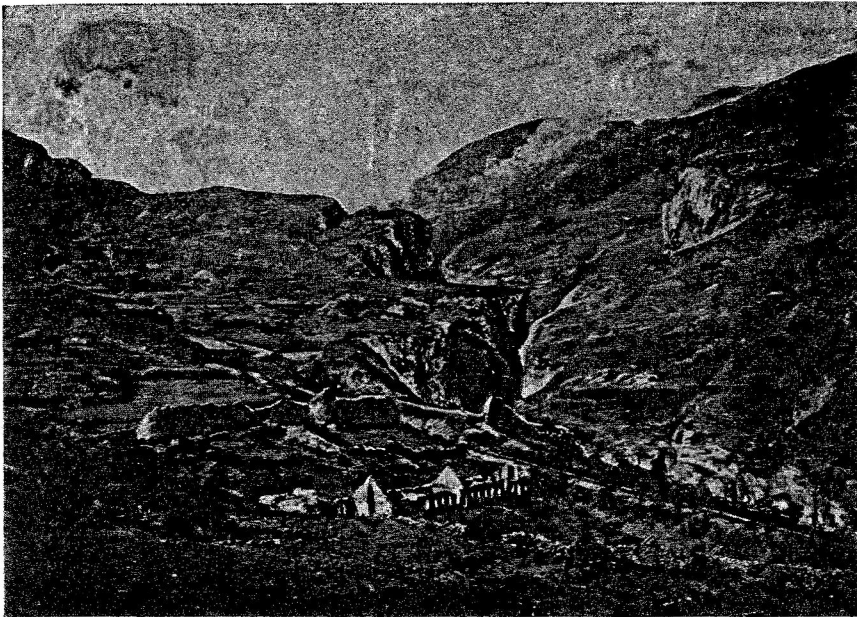
De même, du col du Lautaret — en réalité l'Autaret (*la hauteur*, 2 057 m. 91 Hr.) — on ne gravit pas assez souvent la roche du Grand-Galibier (3 229 m.) (4 h. 1/2 depuis le col), très facile pour les alpinistes, et de bonne préparation pour les montagnards débutants. Le chemin serait aisé à améliorer, avec un court escalier à la brèche, dite le Pas de l'Ours.

On ne saurait trop vanter le panorama merveilleux de cette pointe admirablement isolée (13).

Que de beautés encore à « mettre à la mode » en ce département des Hautes-Alpes, l'un de nos plus riches en



BLOC DANS LE GUIL (VUE DES MASQUES).



LE PERTUIS ROSTAND.

sites grandioses et le plus dépeuplé de tous.

Comme pour l'Oisans, les géodésiens et alpinistes français du XIX^e siècle (14) ont débrouillé la topographie et conquis les sommets neigeux de la Savoie, où la route du Mont Iseran permettra un superbe périple entre glaciers (15). Mais combien ce beau département conserve-t-il aussi de clues mystérieuses ?

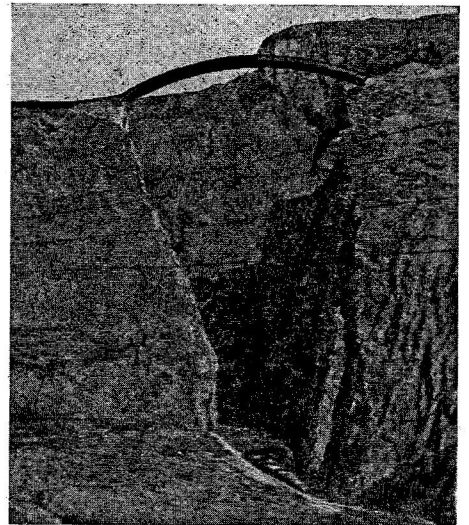
Entre Brides-les-Bains et Pralognan, les « gouffres de Ballande » ou Ballendaz, de la gorge étrange du Doron, avec 7 ou 8 cascades, des « marmites de géants » profondes comme au Verdon, une mer de « rochers » et des parties presque inac-

cessibles (Fr. ARNOLLET, *Ann. C. A. F.*, 1882, p. 147) n'ont pas dû livrer encore tous leurs secrets.

La Maurienne lutte toujours contre des inondations et débâcles, dues à des facteurs multiples (16).

Chambéry et Grenoble encadrent le massif de la Grande-Chartreuse, qui rivalise avec le Vercors et Lente. Peu de montagnes de si faible altitude (2 087 m. à Chamechaude) sont aussi attrayantes. C'est un des joyaux pittoresques de la France. Caractérisées, comme toutes les formations calcaires, par des escarpements farouches et des falaises formidables, dont les teintes variées rutilent au grand soleil ou s'estompent, doucement lilacées, sous les ciels un peu brumeux, les crêtes et enceintes multiples de la Grande-Chartreuse dominent des combes fraîches et verdoyantes : la déforestation n'y a pas encore exercé ses ravages. Malgré son ancienne et mondiale réputation (17), on n'a pas suffisamment scruté deux de ses plus intéressantes curiosités, les lapiaz et les cavernes, sauf en ce qui concerne (sur la route de Saint-Laurent-du-Pont à Chambéry) le fameux groupe des Grottes des Échelles, dont les aménagements ont été récemment refaits par le Touring-Club (18).

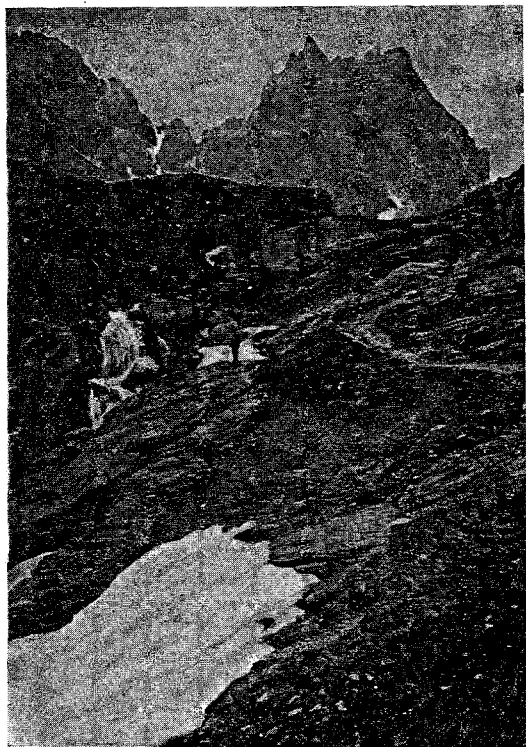
En 1923 seulement, cette association a fait connaître et a pourvu de sentiers, sur la route habituelle de Saint-Laurent-du-Pont à l'ancien couvent, le phénomène naturel appelé « le gouffre du Guiers-Mort », singularité géologique remarquable, entre la Grande-Chartreuse même et le défilé du Désert. Un peu en aval de l'Éguillette (ou Œillette), en amont du Pont Saint-Bruno et du ruisseau de la Petite Vache, et presque au-dessous du vieux pont Parant (ou Pérant), il existe là une très instructive manifestation de l'érosion torrentielle au travail.



SIPHON-AQUEDUC DU PERTUIS ROSTAND.

Au beau milieu d'une cascade du Guiers-Mort, subsiste un pilier de roche, que le torrent n'a pas encore abattu. Il supporte des strates horizontales formant arcades naturelles *en place*; un énorme bloc (de 6 m. 20 d'épaisseur sur 1 m. 50 à 6 m. 70 de largeur) a basculé en travers du torrent et repose aussi sur le pilier. Des observations périodiques permettraient d'enregistrer utilement ici la rapidité de l'érosion (19).

En 1899, avec H. Ferrand, nous avons très difficilement (dangereusement même, faute de sentiers) accédé jusqu'à cette perte, pour y constater l'inexistence de la « longue grotte ou perte de rivière » qu'on prétendait nous y faire explorer.



CASCADE DE LA CLAIRÉE ET AIGUILLES DES CERCES.

Dès 1875, Henri Ferrand signalait (*Ann. C. A. F.*, p. 773) le grand amphithéâtre de lapiaz, fendillés dans la roche néocomienne, du col de Malissart et du Dôme de Bellefonds (1 973 m.), au-dessus de Perquelin, de la grotte du Guiers-Mort et du Trou du Glas (glace).

En 1912-13, ce lapiaz dit « Le Jardin » a été exploré en détail par le général Gambiez et le commandant Piboudet : ils l'ont trouvé des plus curieux. Tout hachuré de grandes crevasses calcaires, il renferme certainement des abîmes bouchés ou ignorés, et il constitue une ample surface d'absorption des pluies et des neiges fondues, qui sont l'origine des sources du Guiers-Mort. Une exploration minutieuse de cette région fissurée (analogue à l'Oucane de Chabrières, v. p. 195) produirait des résultats (v. *Revue T. C. F.*, janvier 1919; — et Guide Bleu Joanne, *Dauphiné*, édit. 1924, p. 137).

Il y a certainement d'autres lapiaz à rechercher à la Forêt-Fondue, à l'Alpette, au Granier (1 934 m.), où le *Dauphiné* de Joanne de 1905 en indique de « dangereux à parcourir ».

Leur investigation méthodique est, à tous les points de vue, fort désirable : attrait pittoresque, intérêt géologique, relations avec les cavernes et résurgences, contamination de ces dernières par les « Haberts » ou châlets.

Quant aux grottes du Massif de la Grande-Chartreuse on n'en connaît encore (et très insuffisamment)

que trois groupes (en dehors de celui des Échelles) (18) : 1° du Guiers-Mort; — 2° du Guiers-Vif; — 3° du Granier. — En juillet 1899, avec H. Ferrand, nous opérâmes une rapide inspection préliminaire des deux premiers groupes, et nous reconnûmes qu'on avait exagéré l'extension et l'ornementation stalagmitique de ces grottes. Mais cette recherche, préparatoire et incomplète, a expliqué, du moins, le fonctionnement et l'origine des « sources » des deux Guiers.

I. GUIERS-MORT. — Au sud de Saint-Pierre-de-Chartreuse.

La Fontaine-Noire, entre Perquelin (941 m.) et la grotte du Guiers-Mort est, à 1 146 m. (1 169, Buisson), intarissable, impénétrable et anormalement fraîche en plein été (5°,5 C., le 12 juillet) : elle provient donc d'infiltrations élevées (20).

Plus haut, à 1 297 m. (1 311 m., Buisson), la sortie en cascade (4° C.) de la caverne du Guiers-Mort est idéalement pittoresque. On ne connaissait que 50 m. de la grotte, où nous avons été arrêtés à 230 mètres de l'entrée par un bassin terminal siphonnant à 3°,8 C. seulement (alt. 1 308 m.). Pour en savoir plus long, il faudrait escalader une grande cheminée verticale (visible au magnésium sur 30 m. de hauteur), en dessus d'un éboulis au milieu de la



Nég. Réal.

Cl. « Nature ».

LE « GOUFFRE » DU GUIERS-MORT.

caverne (21). Un air froid (2°8 C.) y descend de galeries plus élevées sans doute. La grotte est sans attrait et peu facile.

A 350 m. plus haut, la glacière du *Trou du Glas* (1 658 m.) reste pleine d'inconnues. Les

anciens Guides Joanne y parlaient (édit., 1899, *Dauphiné*, p. 63) d'une galerie passant « au-dessus d'un cours d'eau souterrain dont les eaux se font entendre ». Le 13 juillet 1899, nous l'avions trouvée peu étendue (350 m.), en constatant que son « vaste puits encore insondé » (Joanne) ne



SORTIE DU GUIERS-MORT.

révélaient que 25 m. de profondeur, dont 8 en pente : je n'avais pu descendre dans les 17 qui sont verticaux, la basse température, 1 degré C., interdisant à nos aides la station prolongée à cet effet, faute d'équipement contre cet obstacle imprévu (22). C'est un ancien point de vidange d'un cours d'eau intérieur. Aussi je conclusais alors qu'il se pouvait que des eaux y grondassent en profondeur à la fonte des neiges, et que le courant supposé fonctionnât en réalité après les pluies; ajoutant que, « si le gouffre n'est pas obstrué, il n'y aurait rien d'impossible à ce qu'il allât déboucher, 350 ou 400 m. plus bas, parmi les voûtes de la caverne du Guiers-Mort. Certes, il y a bien des chances pour que des obstructions insurmontables empêchent de retrouver cette communication virtuelle. Mais un heureux hasard pourrait parfaitement y livrer l'accès à quelque réseau complexe et grandiose de cavernes » et à une sensationnelle découverte, comme en Autriche.

Un peu au delà du puits, nous trouvions, difficilement, une petite salle sans issue, des fissures enchevêtrées et enfin une crevasse étroite, pleine de sable et impraticable, le tout très corrodé par l'action chimique de l'eau. Impossible de poursuivre (23).

Pendant vingt-quatre ans, le Trou du Glas est rentré dans son mystère. Depuis 1923, M. Henri More, ingénieur électricien à Grenoble; avec un groupe d'endurants grimpeurs (les Jarrets d'Acier), a repris les recherches; ils ont constaté que le puits, sondé en 1899, était malheureusement obstrué à 25 m. de profondeur, mais, chose curieuse, ils n'ont plus trouvé d'obstacles au point d'arrêt de 1899 (24).

L'ayant franchi, ils ont découvert de nouveaux puits verticaux : puits Perrin, puits de la Lanterne, etc., un prolongement de galeries sinueuses de plus de 800 m. et surtout un étage inférieur, où ils ont entendu et aperçu un courant d'eau qui, par conséquent, existe parfaitement, comme le disait Joanne avant 1899. Il y a là tout un système de galeries en tire-bouchon, généralement étroites et en direction du sud. L'exploration très difficile sera continuée, et surtout on fera une expérience de coloration à la fluorescéine, pour rechercher la communication qui paraît très probable avec la résurgence du Guiers-Mort. Le champ des investigations reste donc ici des plus intéressants (25).

II. GUIERS-VIF. — Par delà le col du Cucheron et au sud-est de Saint-Pierre-d'Entremont, la grotte du Guiers-Vif est dans un des plus admirables sites de la France entière, le cirque de

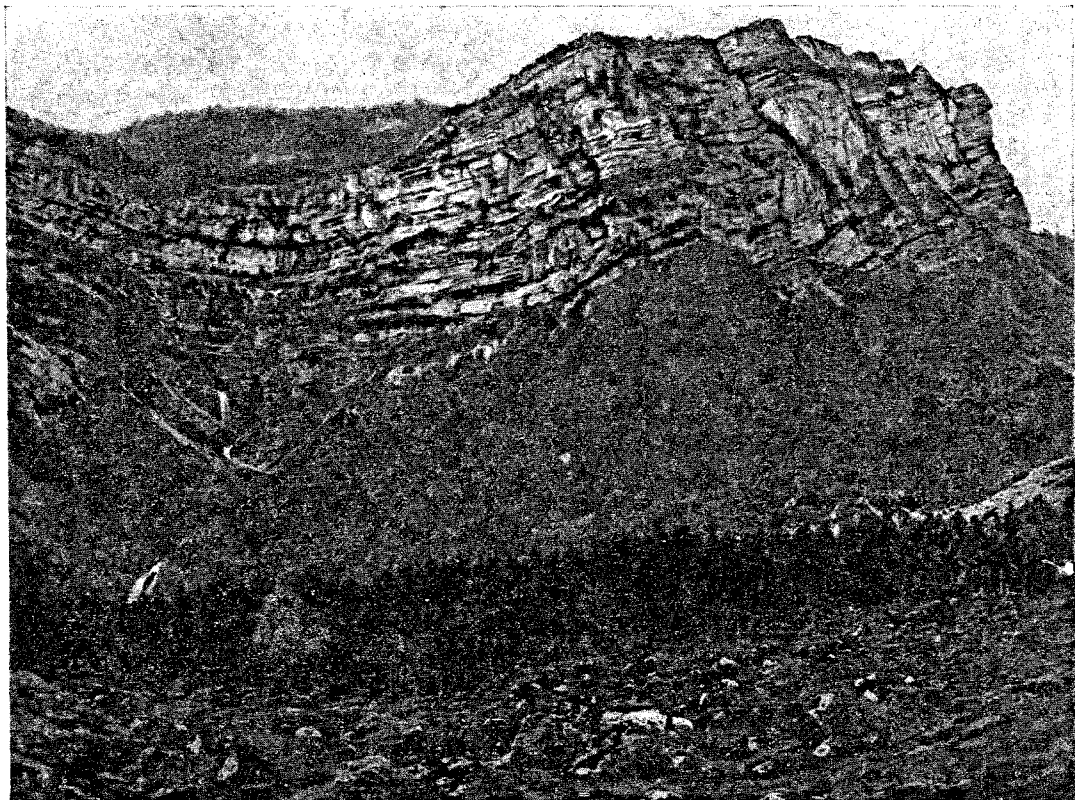
Saint-Même, digne d'une renommée considérable. Je l'ai trouvée connue dans tous ses détails; mais nous avons expliqué les très curieuses particularités hydrauliques de son fonctionnement (15 juillet 1899 avec MM. H. Ferrand et G. Flusin) (26). Il est certain que l'émergence du Guiers-Vif est alimentée par les infiltrations et les neiges fondues de la cuvette toute fissurée et lapiazée de la Forêt-Fondue et des Haberts de Marcieu, de l'Alpette (1 450 m. à 1 650 m.), encaissée entre des crêtes de 1 800 à 2 050 m. Comme au Guiers-Mort, c'est par le crible de ces hauts plateaux que descendent les eaux, assez froides pour donner à la température de la grotte 4°,8 C., pour l'air et 5°,2 pour la rivière en plein été (15 juillet 1899). Daubrée avait déjà prévu cette origine (*Eaux sout.*, t. I, p. 315).

En tout cas, il faut abandonner cette ancienne opinion d'Onésime Reclus qu'on ne saurait « trop louer l'eau splendide du Guiers, filtrée dans les obscurités de la craie » (*Le plus beau Royaume sous le Ciel*, p. 304, 1899).

En effet, le Guiers-Vif n'est qu'une résurgence, sujette aux pollutions bactériennes provenant des pacages situés au-dessus.

Et ceci fut la conclusion importante de nos recherches de 1899 dans les trois cavernes du Guiers-Mort, du Trou du Glas, du Guiers-Vif. De plus, leurs ramifications intérieures contribuent utilement à expliquer le fonctionnement des émergences à débit variable et trop-pleins temporaires.

Le Touring-Club de France a fort bien fait de rendre plus aisément accessible la grandiose et com-



Nég. auteur.

Cl. « Nature ».

RÉSURGENCE DU GUIERS-VIF ET CIRQUE DE SAINT-MÊME.

plexe sortie du Guiers-Vif (27), et d'établir, dans le cirque de Saint-Même, un refuge inauguré le 15 août 1926. Mais il faut remarquer que, sur la plate-forme des déversoirs inférieurs, nous faillîmes,

comme au Verdon, être assommés par une grêle de pierres que détachait un troupeau de chèvres s'ébattant à 50 m. plus haut dans la falaise (p. 44).

III. — Il y a bien d'autres cavités inconnues à rechercher dans le massif de la Grande-Char treuse, notamment du côté du Mont-Granier, qui possède une glacière et un tunnel naturels (à Balme Colon).

De Saint-Pierre-d'Entremont, une route merveilleuse, par le sauvage défilé de la Frau (ou Frai), mène à Saint-Christophe-Entre-Deux-Guiers, au voisinage des grottes des Échelles (18).



SORTIE INFÉRIEURE DU GUIERS-VIF.

Dans les parois de la clue du Grand Crossey (parcourue par le tramway de Voiron à Saint-Laurent-du-Pont), il pourrait y avoir des anfractuosités à examiner.

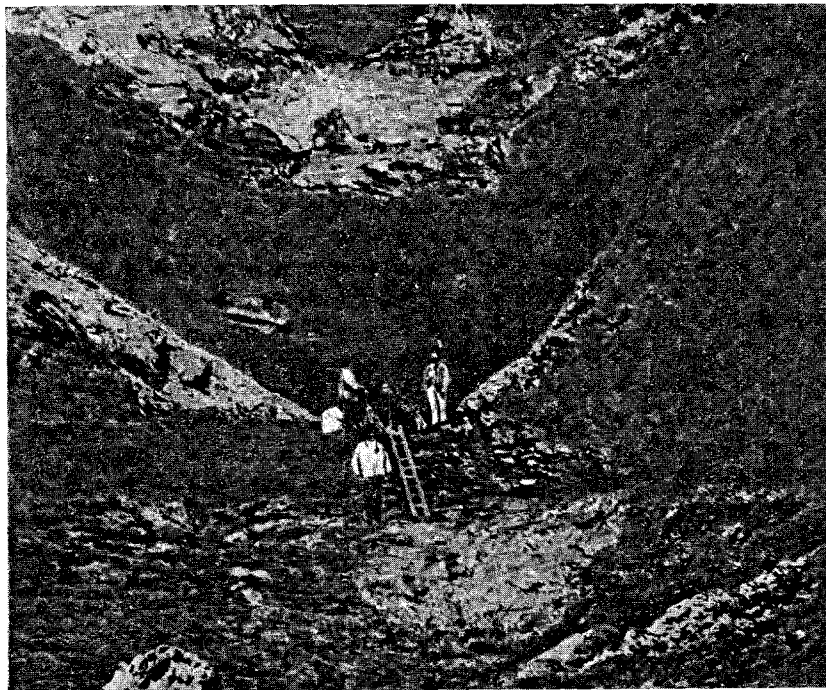
La grotte de la Balme, à Lagnieu (Isère), est, depuis plusieurs siècles, réputée comme l'une des sept merveilles du Dauphiné. Les 26 et 27 juin 1897, j'y ai effectué de nouvelles observations techniques et dressé des coupes; sa belle situation, la grandeur de son entrée, les dispositions de ses deux principales galeries, ses particularités météorologiques et la navigation souterraine qu'on y exécute sur un ruisseau intérieur (exploré à la nage dès le 27 août 1782 par Bourrit fils), en font une des grottes les plus intéressantes, bien que non des plus étendues, de la France (28).

En revenant vers l'est et les Alpes, les « galeries du Fier » à Lovagny (29) débouchent sur une « mer de Rochers », vrai lapiaz de rivière actuellement en formation, comme celui du Pont des Oules de la Valserine (chap. xi), de Pont-de-Poitte sur l'Ain (chap. xii), de la Cèze au Sautadet.

Au-dessus d'Aix-les-Bains, le Mont Revard (1538 et 1565 m.) montre le revers oriental de ses plateaux percés de creux, puits à neige, trous à vent, et même d'abîmes, qu'on n'a pas encore étudiés. Contrairement à l'opinion exprimée par M. W. Kilian, je ne suis pas certain que leurs infiltrations n'aillent pas se mélanger quelque part avec les griffons thermaux d'Aix-les-Bains (30).

A la lisière orientale des Bauges, il faut visiter la cascade et les grottes de Seythenex, près du torrent de Saint-Ruph (qui descend de la pointe d'Arcalod, 2 270 m.) à 2 km. 600 au sud de Faverges, découvertes en 1899. Le site, grandiose, est très compliqué, avec une cascade de 45 m. de hauteur (alt. 615-570) (31).

En 1902, j'ai pu constater que le fameux lapiaz du *Parmelan* (1 855 m. à 1 510 m.), à l'est d'Annecy, représente topographiquement (comme tous ses similaires des Alpes et surtout Fondurle-Brudoux-Lente) des *portions nettement dessinées d'anciens thalwegs desséchés*, avec une pente souvent très accentuée vers des vallées actuelles plus profondes.



SORTIE MOYENNE DU GUIERS-VIF.

Les mouvements tectoniques tertiaires, et les plissements qui ont disloqué les Alpes, permettent de comprendre comment ces tronçons de thalwegs se trouvent maintenant suspendus sur leur socle, à plusieurs centaines de mètres en l'air, tandis que leurs portions disparues ont été enlevées par d'autres dislocations postérieures et par la dénudation : le Parmelan, « occupant aujourd'hui un large berceau en gouttière, fortement penché vers le nord, et représentant la partie médiane du thalweg, où de puissants courants ont dû circuler avant la présente période géologique (32) ».

Le Parmelan n'est pas seulement un des plus beaux lapiaz connus, avec d'admirables prospects sur le Mont-Blanc, il représente en outre une formi-

dable et intégrale énigme souterraine.

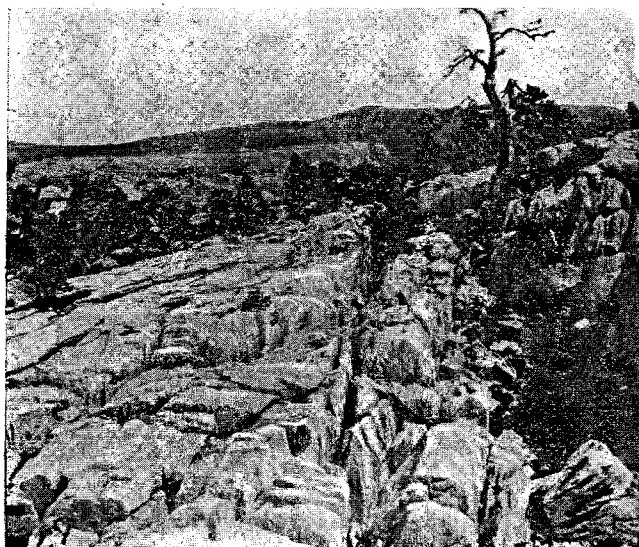
Il est évident, en effet, que, parmi les crevasses de pierre (direction générale nord-sud) du Parmelan, beaucoup de « puits », rongés par la neige (comme à Canjuers, Vaucluse, Lente, le Dévoluy, la Grande-Chartreuse, les Causses, etc...) et d'entonnoirs « obstrués » sont aussi de véritables abîmes attendant leurs explorateurs. Il y en a de 8 à 10 m. de diamètre. A la fonte des neiges, ce crible devient un vrai *château d'eau*, qui alimente des résurgences au pied des belles murailles de son pourtour (hautes de 150 m. au Grand Montoir).

Les deux principales sont : au nord, la grotte de



PREMIÈRE SALLE DE LA GROTTE DU GUIERS-VIF.

Ladieu (La Dio, La Diau, l'Adieu), au-dessus de la Verrerie (755 m.), au sud-est de Thorens (668 m.), au flanc gauche de la vallée de la Fillière; — et au sud, la *Balme de Thuy*, en vallée du Fier, sur la route des Aravis.



LAPIAZ DU PARMELAN.

Toute l'hydrologie souterraine du Parmelan est à découvrir; les quelques chiffres en note (33) sont tous à vérifier et à expliquer. Les grandioses trouvailles du Dachstein et du Tannen-Gebirge permettent tous les espoirs pour les futures investigations sous les lapiaz de Savoie.

On devra commencer par le Parmelan et ses dépendances des Monts de la Forge, Têret, Lachenaz, etc. Et il y en a bien d'autres.

Qui sait combien de Padirac sont fossilisés, et congelés (comme sous les Alpes calcaires autrichiennes), dans les arcanes des Alpes calcaires de France?

En outre, tout le pays tourmenté situé à l'est, jusqu'à Sixt et Chamonix, abonde en autres lapiaz, à peine connus, à la mon-

tagne des Frêtes, — sur la Chaîne du Reposoir — aux Aravis (34), à Tête-Pelouze (2 582 m.), à Pointe-Percée, etc.

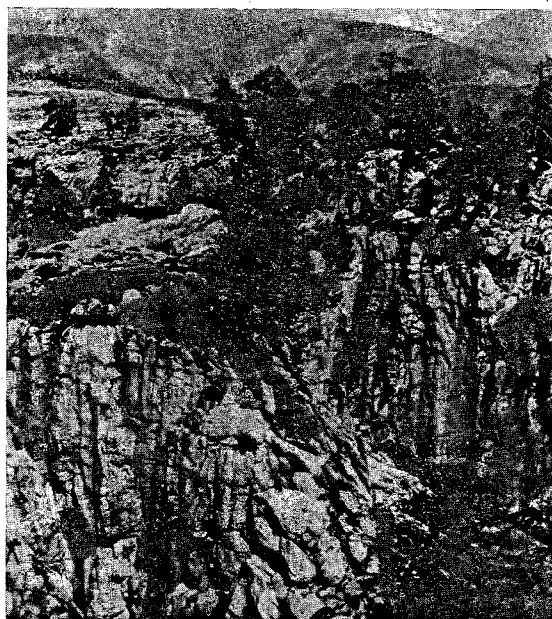
Les Lapiaz au nord-ouest de la Pointe-Percée (35) (2 752 m.) mesureraient 8 à 9 km. de longueur sur 4 à 5 de largeur (*Ann. C. A. F.*, 1880, p. 577).

Même à l'extérieur, toute cette contrée n'a pas été suffisamment reconnue, quant aux curiosités de ses rocs; mais, pour le sous-sol, peut-être se révélera-t-il un jour comme une vraie « terre promise ». Jurassique et crétacique y dominent (35). La recherche matérielle de leurs eaux souterraines y présenterait une réelle portée pratique.

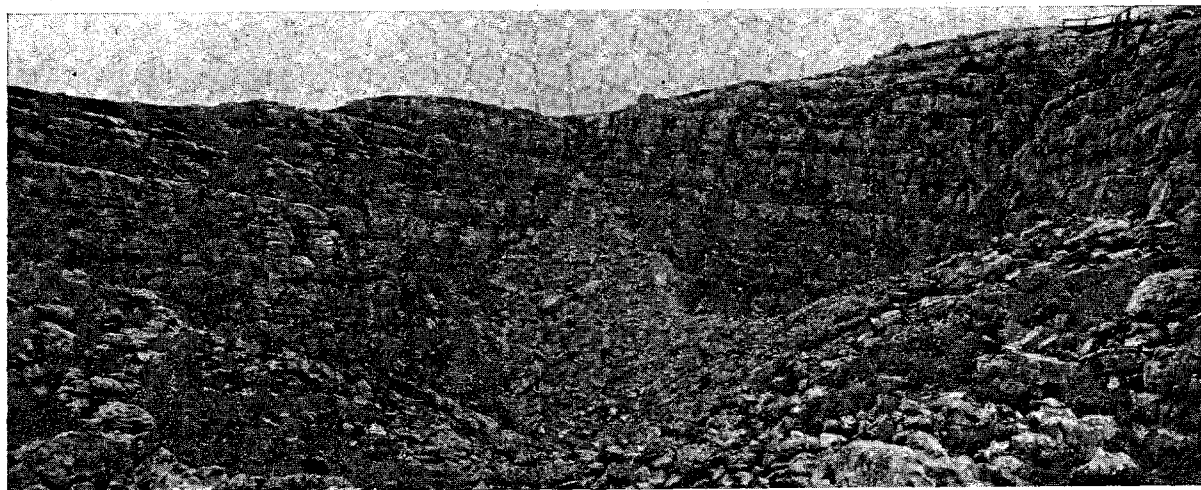
Au delà de Sallanches et de la rive droite de l'Arve, le lapiaz du *Désert de Platé* rivalise avec celui du Parmelan, mais est plus haut placé encore, au nord-ouest de Chamonix, entre Sallanches et Sixt, à 2 000-2 500 m. d'altitude. En 1892 et 1894, il a été particulièrement bien étudié par Émile Chaix, G. Bordier et J. Briquet, qui en ont levé un excellent plan partiel au 5 000 degrés (36).

E. Chaix y avait reconnu cinq ou six abîmes ou puits naturels, et attribué leur origine principalement à l'action corrosive de la neige, qui les remplit presque toute l'année. Le plus important, la Crotte ou Gouffre des Verts semblait avoir plus de 100 mètres de profondeur et on entendait l'eau y couler.

Nous avons exploré ensemble cette « Crotte » les 3 et 4 juillet 1897, avec MM. Pittard,



LAPIAZ DU PARMELAN.



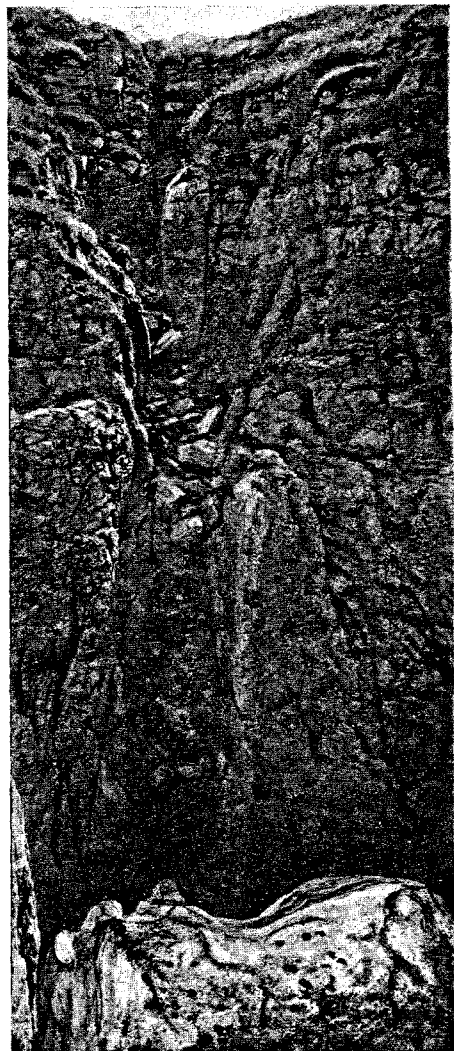
GOUFFRE D'EFFONDREMENT AU PARMELAN.

Royer et le Dr Grisel. Le gouffre, compliqué à atteindre (deux jours de transport) avec mon matériel (notamment le bateau démontable qui n'a servi à rien), s'ouvre à 2 132 m. d'altitude, au versant nord-ouest du Désert, entre (une autre) Tête-Pelouze (2 475 m.), la Pointe du Colloney (2 692 m.) et la pointe de Platé (2 553 m.). L'expédition, fort coûteuse, fut pénible à cause du mauvais temps. Une froide nuit se passa sous la tente et dans la cabane des Verts (2 090 m.), ouverte à tous les vents et sans couvertures, notre porteur s'étant égaré dans le lapiaz à la nuit tombante.

Et le gouffre, de descente facile, ne nous livra que 47 m. de creux. C'est un simple aven d'érosion, à l'intersection de deux diaclases à angle droit, large de 2 à 3 m. à l'orifice; il est coupé d'une corniche ou redan intérieur fort commode, à 25 m. de profondeur. Au fond, une petite salle de 12 m. sur 15 m. de diamètre est close de toutes parts, et sans issue pour l'homme; toutefois un petit ruisseau à 2°5 C. y entre et en sort par des fissures impénétrables. Son débit est tout à fait disproportionné avec le bruit qu'il fait (v. p. 172). Il est l'indiscutable produit de la fonte des neiges environnantes.

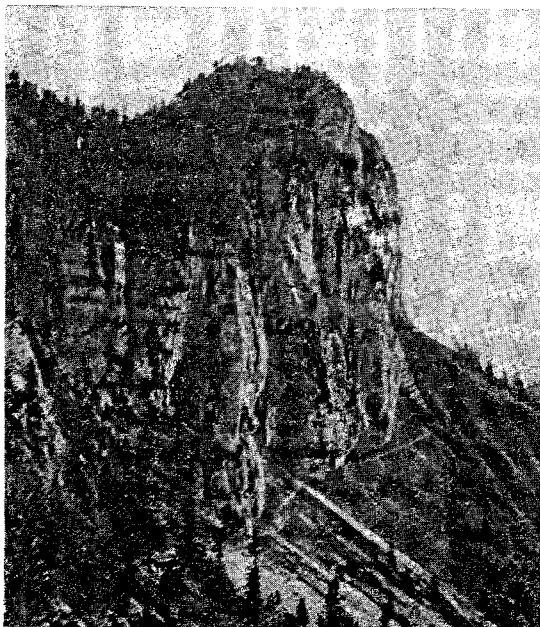
Jadis, assurément, il a absorbé de grandes masses d'eau par son orifice même et il le fait encore maintenant après les hivers très neigeux. Sa situation à la tête du thalweg à sec de la Combe des Verts, — les points d'absorption — et les entonnoirs environnants confirment bien la loi des gouffres dans les lapiaz et à des altitudes élevées.

Enfin, il est acquis qu'une circulation d'eaux souterraines existe sur le versant nord-ouest du désert de Platé, dirigée vers la vallée de l'Arve (37). Et l'existence d'eaux souterraines en ces parages a été fâcheusement confirmée, par la



GOUFFRE A NEIGE AU PARMELAN.

rupture d'une poche d'eau (v. p. 75) de 250 m³. qui provoqua un éboulement sur la route de Cluses à Sallanches, entre Balme, Araches et Magland, dans la nuit du 20 au 21 juillet 1925. — Elles n'ont pas dû être étrangères non plus à l'éboulement de Fiz (ou du Dérochoir? qui en 1751 tomba sur Servoz) (38), — et à celui de 1837 qui combla le lac Vert de Cheède.



FALAISES DU GRAND MONTOIR (p. 211)

Elle fut amenée aussi par l'effondrement intra-glaciaire remplie d'eau. Ceci est encore un grave sujet d'études.

Le Châblais enfin ne manque certes point de cavités, à peine explorées, d'Abondance au Salève (44).

La surface du Salève, entre la Grande Gorge et la Grange Fournier, est semée de petits entonnoirs d'absorption, impénétrables, pareils aux Pots du Vercors, et jadis en connexion avec les puits naturels et petites grottes que de Saussure déjà avait connus sur cette montagne. Il a dit notamment de la caverne d'Orjobet : « C'est une espèce de puits immense, de plus de 30 m. de diamètre... j'ai observé qu'il est cannelé du haut en bas de sillons larges et profonds, et ces sillons règnent dans toute la circonférence intérieure, et dans toute la hauteur qui va à 160 pieds » (*Voyages Alpes*, t. I, p. 173, édit. Neufchâtel, 1779). C'est déjà la curieuse intuition de la spirale d'érosion tourbillonnaire des avens (v. p. 51 et 135).

Depuis 1903, on a plusieurs fois exploré un abîme dit « Le Trou du Diable ». Mais on s'y

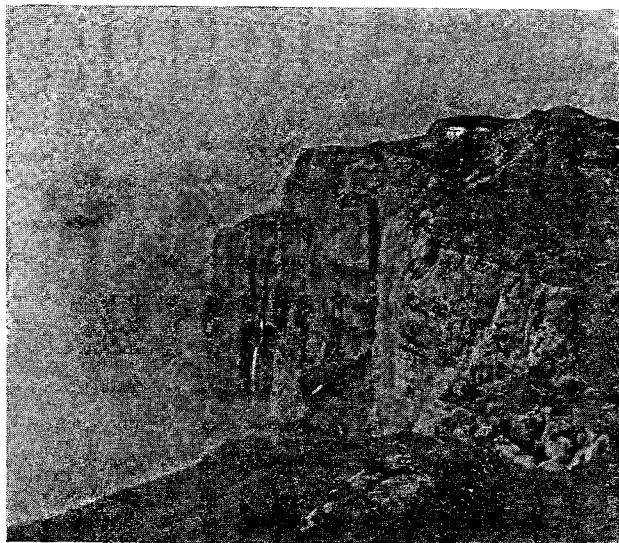
Au nord-est, les manifestations d'hydrologie souterraine se prolongent encore tout autour de Sixt et d'Anterne (39).

Nous ne saurions passer si près de Chamonix sans évoquer la terrible catastrophe de Saint-Gervais-les-Bains, survenue le 12 juillet 1892, par suite de la rupture d'une poche d'eau sous-glaciaire de Tête Rousse (40). On sait quelles précautions ont été prises et quels travaux exécutés pour en éviter la répétition, notamment par MM. Mougin (41) et Bernard.

Mais on ignore, dans le public, que ces ruptures de poches d'eau de glaciers, — vraies *explosions* en somme de cavernes sous-glaciaires, — provoquées par la pression des eaux de fusion, sont bien plus fréquentes qu'on ne le croit, et rien ne peut les faire prévoir (42).

M. Mougin a décrit (43) celle, qui n'a pas fait de victimes, dite débâcle de l'Arveiron (Mer de Glace), le 25 septembre 1920.

d'une voûte de glace, et par la rupture d'une cavité



SCMMET (1 855 m) ET CHALET-HÔTEL DU PARMELAN.

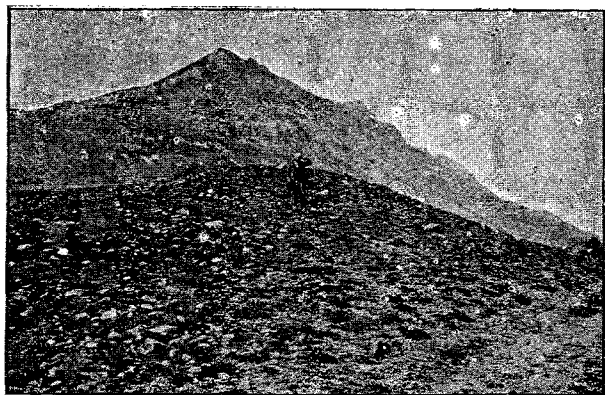
est surtout occupé de fouiller des abris préhistoriques. Il doit y avoir autre chose sous cette montagne (Grotte Infernale, etc...) (45).

Que de besognes restent à accomplir sous la Savoie!

Au-dessus du versant sud-ouest du Salève, de Cruseilles et du plateau du Grillet la France prépare, grâce à la munificence de M. Dina, l'édification du « plus grand observatoire du Monde », sous les auspices de M. Deslandres, du général Ferrié et de M. Danjon.

A 1 380 m. d'altitude, il aura un télescope plus grand que celui du Mont-Wilson (États-Unis).

L'observatoire Vallot au Mont-Blanc, a été légué à cette « fondation Dina ». M. FERRERO, *La Haute-Savoie*, Annecy, Ch. de Comm., 1926.



NOTES ET APPENDICES

(1) L'Oucane a pu cependant être entrevue par des personnes qui n'en ont pas soupçonné l'intérêt. Les grands alpinistes J. Ball et H. Duhamel ont dû passer tout près, au cours de leurs recherches botaniques dans les Hautes Alpes. La feuille de Gap au 80 000^e, levée de 1854 à 1857, révisée en 1889, n'en laisse rien deviner.

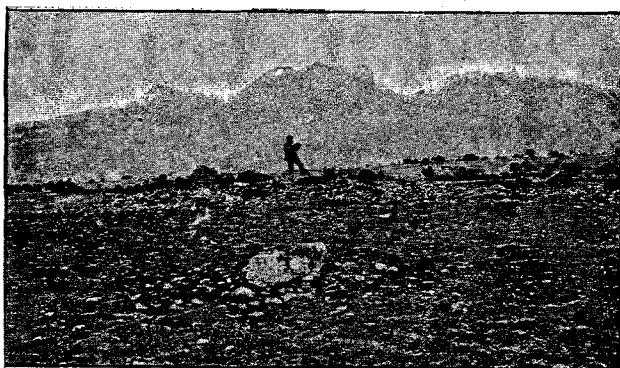
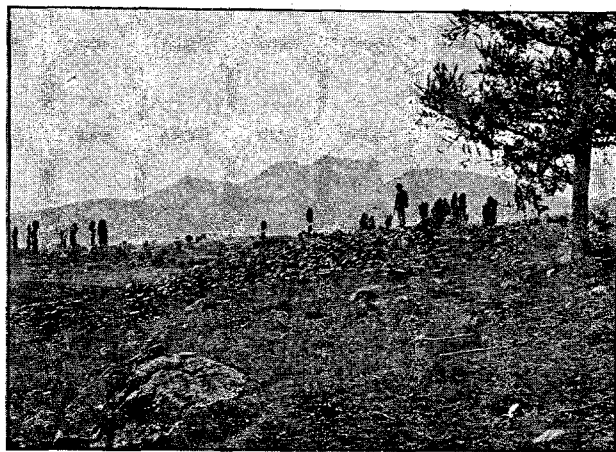
(2) *La Montagne*, 20 décembre 1906 et 20 janvier 1907 et David MARTIN, *Une vie de berger (La Montagne)*, avril-juin 1915). — Pour les « Lapias » et leur bibliographie, v. C. R. Ac. Scie., 15 décembre 1902. — *Eaux souterr.*, chap. XIX. — J. Cvijić : *The evolution of Lapias* (*Geograph. Review, Amer. Geogr. Soc.*, New-York, janvier 1924) (Reconnait l'influence de la fissuration)

(3) Au col de la Freyssinouse (entre Gap et Veynes), où passa jadis la Durance, les Glacéristes s'étaient demandé si certaines protubérances, vers 1 100 m. d'alt., n'étaient pas des accidents moraniques. D. Martin et moi-même les prenions, dès 1904, pour des *tumuli*. Du 24 au 29 juillet 1906, nous fouillâmes l'un des principaux de ces monticules (n° 10) dits de Corréo (les n°s 1 et 17 sont plus importants). Le résultat fut net : arrangement artificiel de blocs et de cailloux empruntés au glaciaire voisin ; — ossements et dents humains et d'animaux (très altérés ; deux sépultures) ; — quatre petits anneaux de bronze et quatre fragments d'objets en fer. — Bref, ce sont des *tumuli* de l'âge de fer, les plus hauts et les plus avancés vers l'est, que l'on connaisse en Dauphiné » (David MARTIN, A. F. A. S., Lyon, p. 799, 1906 ; et *Bull. Soc. Etudes Htes-Alpes*, 1^{er} trim. 1905).

(4) V. BÉNARDEAU, *Ann. C. A. F.*, 1884, p. 375, 386 ; — DEMONTZEY et KÜSS, *Reboisement des montagnes (Nature)*, n° 1807, 11 janvier 1908). — I. WILHELM, *La Durance*, pl. XIV et XV, qui emploie à tort le terme de « corrosion » au lieu de « érosion ».

Ces « demoiselles » ou colonnes coiffées, depuis longtemps expliquées par les géologues, abondent dans tous pays : Afghanistan, Mauvaises Terres des États-Unis (*Nature*, n° 1774, 25 avril 1907), Angola Africain (Livingstone, *Explor. Afrique australe*, p. 463) et dans les roches les plus diverses (dépôts glaciaires, grès, conglomérats), même dans le sel (pays des Danakil, Afrique italienne, v. BIBALCU, *Congr. géolog.*, 1922, Bruxelles, 11, p. 797).

(5) Des sondages successifs révélèrent d'abord 8 m. de graviers et remplissages meubles (en 1857), puis



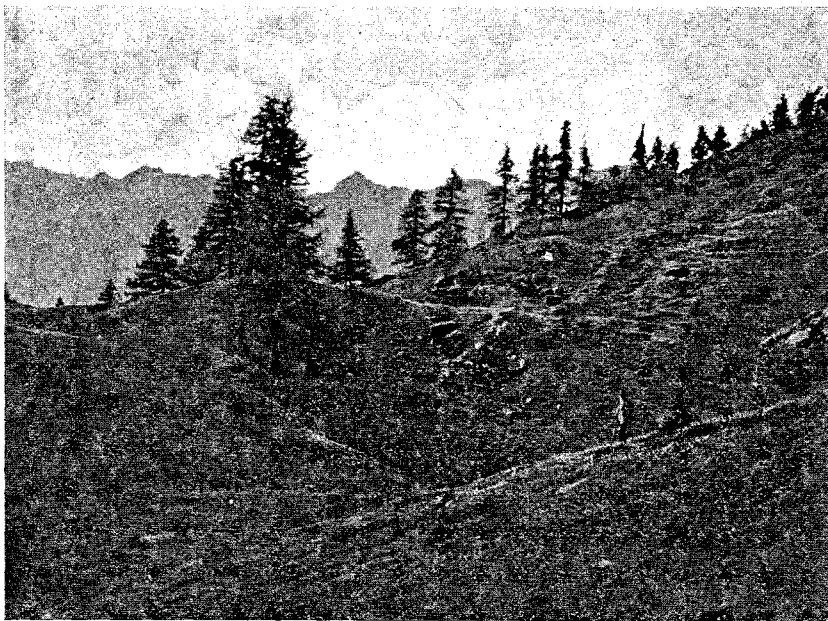
Cl. A. F. A. S.

TUMULI DE CORREO A LA FREYSSINOUSE.

10 mètres à 42 m. 50 (en 1898), enfin plus de 90 m. (en 1921-22). Devant ces surprises fâcheuses, le ministère des travaux publics avait, en août 1912, fait commencer le creusement, sous la Durance, d'une galerie transversale d'épreuve et de recherche, à 60 m. de profondeur. A 71 m. 30 de la rive droite, elle se trouva brusquement envahie (28 mars-avril 1913) par une venue d'eau thermale à 49° C. Cette eau s'éleva de 58 mètres en 40 minutes (le 5 avril). Le débit atteignit progressivement de 10 à 420 litres-seconde.

En réalité, on avait tout simplement recoupé la veine d'eau chaude alimentant une source thermale (à 35° C.) reconnue dès 1885 par D. Martin, sous Rousset, à 1 m. 30 au-dessous du niveau normal de la Durance (rive droite). C'est le cas de rappeler combien cet excellent observateur « a su voir de choses que l'on n'avait pas distinguées avant lui » (de Manteyer).

Peut-être eût-on réussi à capter, à endiguer cette source thermale sous-durancienne, en recherchant son origine à l'amont. Mais la profondeur de plus de 90 m., trouvée dans les alluvions, rendait impossible les fondations d'un barrage de 85 m. hors d'eau! Et l'on a dû renoncer au projet. Plusieurs géologues, trop optimistes, prétendent que, par hasard, on est tombé sur de simples trous du lit de la Durance. Ce n'est pas mon avis : on a dû recouper



ENTONNOIR DU GYPSE AU SOMMET BUCHER (QUEYRAS).

la fissure directrice profonde, selon laquelle s'est établi le cours de la rivière; cela est de tous points conforme aux géniales idées de Daubée, et à d'innombrables faits constatés, — mais terriblement contraires aux conceptions de ceux qui nient les « vallées de fissuration » (v. p. 37) et qui défendent encore les trop fameux « profils en V attribués à l'érosion glaciaire ». Ici la Durance les a confondus. — De toutes manières, il est fort regrettable que le barrage de Serre-Ponçon ne puisse être exécuté.

La bibliographie de la régularisation de la Durance est considérable (v. p. 41, Verdon). Rappelons seulement E. IMBEAUX, *La Durance* (Ann. Ponts et Chauss. 1893). — I. WILHELM, *La Durance*, 1913 (v. p. 41) Bull. Soc. Etud. Htes-Alpes, 2^e trim. 1909; — 2^e trim. 1918; — A. TROLLER, *Nature*, n° 2095, 19 juillet 1913.

Pour l'eau thermale rencontrée, v. D. Martin : *Courrier des Alpes*, 20 juin 1901. — *Nature*, n° 2085, 10 mars 1913. — KILIAN et GIGNOUX, Bull. carte géol., n° 129. — KILIAN et BLANCHET, *C. R. Ac. Scie.*, 2 mai et 20 juin 1921; 20 juin 1922; *La Montagne*, février 1923.

(6) V. James NÉROT, *Dans les*

Basses Alpes (Annu. C. A. F., 1883). — ARNAUD et PAILLON. *Rectifications de la carte de l'Etat-Major* (Ann. C. A. F., 1902). — A. ARNAUD, *Sur l'Ubaye et le Haut-Verdon*, in-8°, 206 p.

Pour le Dauphiné et la Savoie, v. les beaux ouvrages de H. Ferrand, Baud-Bovy, R. Blanchard, Gabriel Faure, etc., dans les artistiques éditions J. Rey (Grenoble). — COOLIDGE, DUHAMEL, PERRIN, *Guide du haut Dauphiné*, Ct GAILLARD, *Alpes du Dauphiné* (Belledonne).

(7) C'est, disait-il, un « vandalisme industriel qui veut capter tout ce torrent pour satisfaire quelques capitalistes » (Ch. des Députés, 6 décembre 1912). Il y a eu grand courage à lâcher ces mots : et il faut les appliquer à quantité de projets irréfléchis, malfaisants, ayant surtout le lucre pour objet. — Pour les barrages du Castelet et de la Chapelue, v. I. WILHELM, *La Durance*, p. 198-206.

(8) W. KILIAN, *Nature*, 1729, 14 juillet 1906. — A. LEMERCIER, *Annu. C. A. F.*, 1886, p. 497. — H. FERRAND, *La région du Queyras (ses anciennes cartes)*, Bull. Sect. Géogr. Comité trav. histor. et scient., 1922, Paris, 1923.

Rappelons ici que, dans le Briançonnais et le Queyras, des formations gypseuses sporadiques provoquent souvent, par dissolution souterraine, des effondrements et la formation d'entonnoirs, comme aux Fontis des plâtrières parisiennes. — D. Martin encore a décrit ceux de 1858, 1888, et 23 décembre 1905 à Rémollon, Hautes-Alpes, et jusque dans le lit même de la Durance; on en connaît à plus de 2 000 m. d'alt., aux cols Fromage et de Saint-Simon (près Château-Queyras), au cirque de Dormillouse (derrière le Mont-Genèvre), au Prorél, etc. Certains atteignent plus de 100 m. de diamètre et 50 m. de creux! Le phénomène serait d'autant plus utile à étudier en détail, que ces accidents ont eu parfois pour conséquences de rendre certaines sources impropres à l'alimentation (au Cros-de-Réotier, près Mont-Dauphin, par exemple, etc.).

(9) P. HELBRONNER, *Description géométrique détaillée des Alpes Françaises* (en cours de publication), Paris, Gauthier-Villars (t. I et VIII publiés). — Barre des Ecrins : 4 100 (au lieu de 4 103). — Meije : 3 982,3 (au lieu de 3 987). — Aillefroide : 3 951,6 (non cotée). — Pelvoux : 3 945,2 (3 954). — Grand Galibier : 3 229,242 (3 241 puis 3 201). — Lautaret : 2 057,91 (2 075), etc.



Nég. auteur.

Cl. « Nature ».

COMBE DU QUEYRAS A LA MAISON DU ROI.

Pour les hauts vallons raccordés par des gorges avec les vallées principales (phénomène si fréquent autour de Briançon), Kilian croyait qu'ils avaient été plus longtemps protégés par les glaces (*C. R. soc. géol.*, 17 décembre 1900). — Non : ils ont été moins creusés, parce que leurs cours d'eau étaient moins puissants; et les raccords par gorges (clues) sont dues à l'utilisation de fissures préexistantes que l'on persiste trop à nier (*V. N. Tr. Eaux Souterr.*). Quand il n'y a pas eu de fente utilisable, on a les cascades en saillie, du genre d'Oo (Luchon) et Gavarnie, de Pissevache (près du Trient, Valais), du Staubbach (Lauterbrunnen, Suisse), du Yosemite (Californie), etc.

Dans son important ouvrage posthume (1926), *Les glaciers quaternaires de la Durance et du Var* (v. p. 37), D. Martin a développé ses justes et anciennes idées que l'action érosive de la glace a été à peu près insignifiante et « complètement nulle sur la formation soit des cañons, soit des gradins de confluence », — et qu'il y a eu souvent creusement des cañons par les torrents sous-glaciaires. Et il a analysé les « lourdes inexactitudes » de Penck à propos des anciens glaciers du Var. — COLEMAN *Ice-ages*, New-York, Macmillan, 1926. — J. MASCART, *Les anciennes théories glaciaires*. *Rev. génér. Scie.*, 1926, p. 419.

Selon D. Martin, Penck (*Période glaciaire des Pyrénées*) appellerait *surcreusement* le sciage des barres ou verrous, entre les bassins ou lacs interglaciaires, élargissements étagés des vallées glaciaires par la glace. Les autres définitions du surcreusement manquent toutes de clarté. D. Martin établit bien plus simplement que le raccord des vallées affluentes avec la vallée principale se fait de trois manières : 1° par seuil élevé avec cascade; 2° par cañon à travers barre rocheuse; 3° par thalweg, plus ou moins large.

C'est très juste et cela résulte de la nature et de la consistance, fort diverses, des roches.

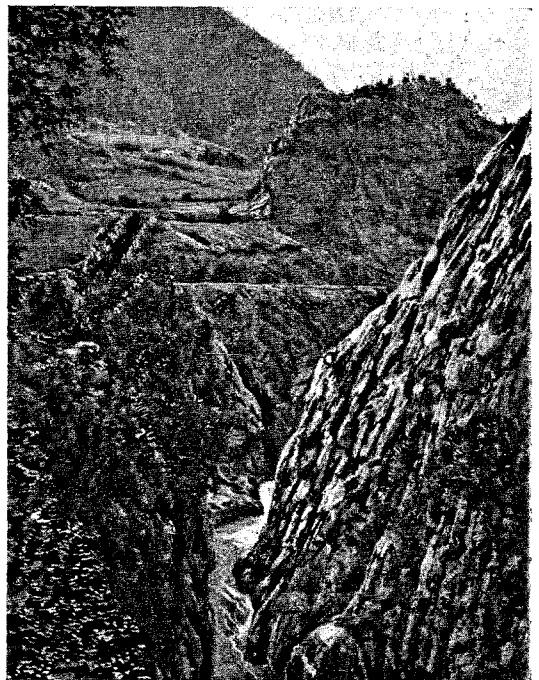
David Martin encore, a fait, avec raison, observer (*Glac. quatern. Durance*, p. 371) que la conservation d'une mince cloison rocheuse entre les deux compartiments du lac des Rochilles (au pied du Galibier) prouve l'inaptitude des gla-

(10) Pour la question des : « Parcs Nationaux en France et à l'étranger », je ne puis que renvoyer à mon étude publiée par *La Montagne*, juillet et août 1913 (40 p. et bibliographie). — Matériellement, le premier parc national de France fut la forêt domaniale de l'Estérel, quand Muterse y eut créé son admirable réseau de 400 km. de beaux sentiers (v. p. 95).

L'idée de leur généralisation en France reçut une première application effective et légale, grâce à M. Alph. Mathey, conservateur des Eaux et Forêts, qui fit créer le 10 juin 1914, sur 4 248 ha. (moyennant 100 000 fr. payés à la commune de Saint-Christophe) le Parc National de la Bérarde-Pelvoux (augmenté de 6 144 ha. en Vallouise en 1923, en tout : 10 293 ha.). Mais les mesures de « conservation de la Nature » (flore et faune) n'y sont pas encore suffisantes. V. Alph. MATHEY, *La Montagne*, 1913, *passim*; — *Nature*, 2140, 30 mai 1914. — J. ARREN, *L'Eclair*, 20 octobre 1912. — MOUGIN, *La Montagne*, juillet 1923. — DEFERT, *Revue T. C. F.*, février 1914 juillet 1925 (12 982 ha.), etc.

(11) P. TERMIER, *Les montagnes entre Briançon et Vallouise* (*Mém. explic. carte géol.*). — Sur Couffourent, v. *Ann. C. A. F.*, 1886, p. 127, 154 et 157. — I. WILHELM, *La Durance*, p. 102 et 105. — On y a soumis la Baisse à une dérivation-chute de 200 m. pour l'usine d'acide azotique de Roche-de-Rame.

(12) (V. p. 3). Comme beaucoup de « coureurs de montagnes », j'ai toujours pensé et j'ai nettement déclaré il y a longtemps (*Bull. Mens. A. F. A. S.*, novembre 1904, p. 25, Grenoble; et *C. R. A. F. A. S.*, Lyon, 1906, p. 1239; — *Nature*, 4 juin 1904) que les cluses ou Klamme sont l'œuvre, non pas des glaciers eux-mêmes, mais des eaux torrentielles et tourbillonnantes, *sous* les glaciers; la Durance à Briançon (Pont d'Asfeld) et à l'Argentière (Pertuis Rostand) montrent nettement trois niveaux successifs (que j'ai appelés *crans de descente*) de trois cours progressivement réduits (anciennes terrasses, p. 101). Il est clair que, bien souvent, on a dû prendre pour des résidus glaciaires de véritables dépôts lacustres, fluviaux et torrentiels.



Nég. auteur.

Cl. « Nature ».

ROC DE L'ANGE-GARDIEN ET COMBE DU QUEYRAS.

ciers à creuser des lacs; en effet, l'ancien glacier du Galibier n'a même pas pu abattre cette cloison (v. p. 219).

En 1907, Haug (*Géologie*, 458-460) croyait logique d'attribuer le profil en V à l'érosion glaciaire, mais « qu'on doit tenir compte aussi du rôle du cours d'eau, qui prend naissance à l'extrémité inférieure du glacier ».

Plus récemment, A. Allix estime que le glacier travaille par sa masse et par son outil pierreux (*C. R. Ac. Sc.*, 23 janv. et 6 mars 1922. *La Montagne*, juin 1923). Élimine-t-il donc l'eau sous-glaciaire?



CRANS DE DESCENTE DU PERTUIS-ROSTAND.

Le 21 janvier 1926, à la Commission scientifique du C. A. F., E. de Martonne déclare : « Là où les torrents n'ont pas pénétré, le travail glaciaire n'entame rien. L'érosion glaciaire ne peut s'expliquer que comme le second temps d'un travail d'attaque, qui a commencé par l'action d'un torrent ». Très volontiers, je me rallierais à cette formule, qui pourrait clore la discussion; d'ailleurs une sérieuse expérimentation est instituée pour y mettre un terme.

Dans le fascicule V des *Etudes glaciologiques* (Min. Agriculture, 1925), M. Mougin explique qu'aux glaciers des Bois et d'Argentières, on a posé des repères, « pour résoudre le problème si discuté de l'érosion glaciaire et du pouvoir excavateur de la glace ». La controverse persiste parce que « les faits observés sont contradictoires ». On va essayer de déterminer l'importance de l'abrasion glaciaire sur les rocs.

(13) V. *Annu. C. A. F.*, 1877, p. 242. On écrit aussi Galabier, Galubier, col de Labier (H. Ferrand). Alt. successivement données : à 3 242 m., puis 3 201 m., enfin 3 229 m. 2 (Hr.). Pour cet incomparable panorama, il faut, à toutes les cimes du massif du Mont-Blanc et de la Savoie, ajouter, comme lointains, le Cervin (entre la Dent Parra-chée et la Grande Sassièr) et le Grand Paradis (à gauche de la Lévana); — et il n'y a point de meilleur belvédère de pareille hauteur pour contempler et détailler à souhait toutes les sommités de l'Oisans. La Roche du Grand-Galibier est à ces montagnes ce que le Piz Languard

(3 268 m.) de Pontresina est aux massifs des Grisons et du Tirol. Il faudrait l'aménager pour les mulets jusqu'au col de la Casse (environ 2 900 m.) et y placer une table d'orientation.

Au recensement de 1921, le département des Hautes-Alpes s'est révélé comme celui dont la population avait le plus diminué depuis 1911, soit 15 p. 100 en dix ans (Les Basses-Alpes : 14,3 p. 100; la Creuse : 14,2 p. 100; le Lot : 14 p. 100). Il est aussi le moins peuplé de tous : 89 275 en 1921 (contre 105 083 en 1911). En 1926, il tombe à 87 963 habitants. Voir les revues suivantes : *Les Alpes économiques*, Grenoble; — *Les Alpes industrielles*, Grenoble; — *Ann. de la Soc. française d'économie alpestre*, depuis 1922, etc.

(14) Corabœuf, Biauson, Borson, etc., F. Reymond, L. Bérard, P. Puiseux, H. Ferrand, Ch. Rabot, E. Rochat, F. Arnollet (V. les *Ann. C. A. F.* depuis 1874, et les procès-verbaux de la Commission topographique et des travaux scientifiques du Club Alpin).

(15) La route des Alpes, conçue par M. Empereur (député, puis sénateur) en 1908, fut exécutée de 1911 à 1914 (V. *Revue du Touring Club*, *passim*. — *Nature*, 29 juillet 1911 et 6 juillet 1914; — les livres d'H. Ferrand, etc.). Elle ne sera complète que quand elle franchira le col du Mont Iseran, qui en fera la plus haute route de l'Europe (à 2 769 ou 2 779 m.; chalet-hôtel du T. C. F. inauguré le 25 août 1925). Celle du Stelvio n'est qu'à 2 757 mètres; mais celle du col de Mamison (Caucase) atteint 2 825 m. Cette route des Alpes fut, en réalité, préparée par les beaux travaux du général baron Berge (1817-1926) aux cols du Galibier, d'Izoard, de Vars, d'Allos pour la « défense militaire des Alpes » (1889-1893).

Une variante ou dérivation, projetée de Saint-Gervais-les-Bains à Bourg-Saint-Maurice, par le double col du Bonhomme et de la Croix du Bonhomme (2 339 et 2 476 m.) n'est vraiment pas à conseiller; la descente du Val des Glaciers est monotone. La voie par Mégève, Combloux, l'Arly, la Tarentaise restera toujours incomparablement plus jolie. V. les *Topo-guides de Savoie*, publiés par le T. C. F. — Feuille 1 : *Le Bonhomme* au 40 000^e, 1925, sans topographie.

Pour la bibliographie de la Savoie, consulter les catalogues de Perrin et Dardel à Chambéry, notamment : Commandant GAILLARD, *Les Alpes de Savoie*, 6 vol. 1926, etc. — L. VAILLAT, *La Savoie, l'Ame, les Paysages*, Champion, Paris, 9^e édition, 1922. — *Le Cœur et la Croix de Savoie*, Paris, Perrin, 1923. — Miss CANZIANI, *Costumes de Savoie*, 1922, (très belles planches en couleurs). — P. TERMIER, *Constitution géologique du massif de la Vanoise; Le Massif des Grandes Rousses* (Bull. Serv. carte géolog., nos 20 et 40, etc.).

(16) P. MOUGIN, *Les Torrents de la Savoie*, Grenoble, 1914. 1252 p. (*Soc. hist. natur. de Savoie*). — Dr CHAUVÉAU, *Les forêts de protection et la crue de l'Arc* (*Nature*, 2448, mars 1921). — F. GEX, *Les inondations en Maurienne* (24 sept. 1920). *La Géogr.*, févr. 1921, p. 147-164 et *Revue de Géogr. alpine*, t. VIII, 3 et 192. Cette inondation, rappelant celle du 24 septembre 1866, a engagé brutalement le procès des barrages. P. MOUGIN, *Etudes glaciologiques en Savoie*. Paris. I. N., 1905-1925. (Minist. de l'Agriculture).

(17) Henri FERRAND, *Les Montagnes de la Grande-Chartreuse*, in-4^e, Grenoble, Grattier, 1899; luxueux ouvrage, fondamental. — E.-A. MARTEL, *Cavernes de la Grande-Chartreuse et du Vercors* (*Annu. S. T. D.*, 1899). — C. BUIS-SON : *Carte du massif de la Chartreuse*, au 20 000^e, en cinq feuilles, Paris, Barrère, 1918. Très beau travail topographique (C. A. F. et T. C. F.). — *Topo-Guide du Massif de la Chartreuse* (union des syndicats d'initiative du

Pays de Chartreuse), au 30 000^e. Très pratique pour les promeneurs, six feuilles, 1923 et suiv. — P. BUFFAULT, *La forêt de la Grande-Chartreuse* (Rev. Génér. des Eaux et Forêts, 1923, p. 237). — Ant. BATON, *Au pays des Chartreux*, Lyon, 1923. — A. BATON et M. DUBOIS, *Les deux vallées du Guiers* (Les Echelles, 1923). — M. DUBOIS, *Désert de la Grande-Chartreuse* (Les Echelles, 1924). — Léon AUSCHER et MARC DUBOIS, *Le Pays de Chartreuse*, édit. J. Rev., 1925. — NASH, *Massif de la Grande-Chartreuse*, 1926. Très bel ouvrage, hollandais.

(18) Notamment les passerelles accrochées en 1885 par la « Société des grottes des Echelles » (de Chambéry), pour la traversée de la principale grotte, connue depuis des siècles sous le nom de Grand-Goulet. Cette caverne, franchissable de part en part (sur 200 mètres de longueur), est un tunnel naturel ayant jadis servi de lit à un courant, qui n'y circule plus qu'après des pluies prolongées. V. MARTIN-FRANKLIN et VACCARONE : *Grottes des Echelles*, 1887. — MARTEL, *Annu. Soc. Tour. Dauph.*, 1899. — R. J. FONNÉ, *Revue des Alpes Dauphinoises*, janvier 1904; et *Spélunca*, Bull. 15 (1898), et M. 34 (août 1903).

L'importante exploration détaillée de M. Fonné (1900-1903) a ajouté ce qui suit : En amont du Grand Goulet, et dans l'autre paroi du défilé de Charles-Emmanuel (route de 1667), la grotte supérieure possède 1 075 m. de galeries reconnues; Fontaine-Noire en est la résurgence temporaire (après les pluies) sur la rive droite du Guiers-Vif. Elle a été remontée par M. Fonné sur 315 m. de longueur. Toutes deux servent parfois de trop-plein à Fontaine-Vive, pérenne, impénétrable et très difficilement accessible par la belle cluse du Pont Saint-Martin. Il paraît que Fontaine-Noire (ou grotte Perret) aurait été jadis murée : le résultat fut de refouler les eaux par la grotte supérieure, d'inonder le Défilé, — puis... d'emporter le mur (v. ch. XII, grotte de Milandre).

Peut-être tout ce labyrinthe souterrain (1 590 m. connus) réserverait-il d'autres trouvailles, notamment pour la jonction de la grotte supérieure avec Fontaine-Noire, si on profitait d'années de sécheresses comme 1921 et 1923. Au-dessus, le massif boisé est plein de lapiaz non explorés. Les belles concrétions sont rares, mais la disposition des trois cavernes est particulièrement instructive, quant à la genèse des cañons ou cluses par voie d'écroulements de grottes (défilé des Echelles, dérivations latérales, enfouissement progressif des eaux, etc.).

Les plans soigneusement dressés par M. Fonné sont un remarquable travail de topographie souterraine, comme celui de Sassenage (v. p. 173).

(19) Un second bloc a culbuté 25 m. plus loin au confluent du torrent de la Petite Vache. Les effets de l'érosion torrentielle (v. *Eaux Souterr.*, ch. II, XVIII, XIX) deviennent de plus en plus importants à contrôler, pour toutes les questions qui touchent à l'utilisation de la force motrice des torrents. Or si l'on prend désormais, tous les cinq ans par exemple, et toujours des mêmes points bien déterminés, des photographies comparatives du pilier du Guiers-Mort, on pourra constater quels changements lui font subir les crues et la force vive du torrent. Ce gouffre, ou plutôt ce double pont naturel du Guiers, constitue, en effet, un véritable « chronomètre de l'érosion torrentielle ». Il est bien regrettable que je n'aie pas pu le photographier en 1899. Un tel document eût rendu compte, dès maintenant, de combien le pilier a été aminci en un quart de siècle. Personnellement, je crois que son usure doit être assez rapide et que son écroulement pourrait bien n'être qu'une question d'années. Les visiteurs de la Grande-Chartreuse ne doivent pas manquer de faire halte sur ce point, d'abord pour y contempler un accident naturel remarquable à tous égards, ensuite pour apprendre qu'à travers monts et pays, il y a lieu de freiner un peu la glorie



LACS DES ROCHILLES ET MASSIF DES CERCS, A DR. LE GRAND GALIBIER.

de vitesse à laquelle entraînent beaucoup trop la bicyclette et l'automobile : sans revenir à la lenteur des pédestres zigzags et « sacs au dos » du temps de « Topffer », il faut savoir s'attarder aux points d'élection, où la nature, surtout dans notre belle France, abonde en « leçons de choses » aussi agréables à contempler qu'instructives à examiner : le gouffre du Guiers-Mort en est une des plus accomplies. Les dix minutes d'arrêt des autocars sont insuffisants.

(20) Les précipitations atmosphériques sont considérables dans la Grande-Chartreuse : au moins 2 m. 50 par an; 5 m. d'août 1918 à août 1919 (R. BLANCHARD, *Rev. Trav. Géogr. Alpine*, Grenoble, 1919, p. 71).

(21) Par ce procédé des escalades souterraines, les Alpinistes Autrichiens ont, depuis 1913, découvert des merveilles à des altitudes analogues, notamment les immenses glaciers naturels du Dachstein (15 km. de galeries connues) et de l'Eisriesenwelt du Tannen-Gebirge (27 km. de galeries), la plus grande caverne d'Europe) (ancienne grotte Posselt) (v. p. 181). Et M. Mandement a obtenu de même des résultats extraordinaires à Niaux (Ariège) en s'élevant acrobatiquement dans un abîme souterrain de 90 m. de hauteur.

L'altitude du Trou du Glas : 1 703 m., Ferrand; 1 700 m., ancien Joanne; 1 697 m., Buisson; 1 658 m., Martel, devra être précisée.

La basse température des cavernes du Guiers-Mort s'explique par les infiltrations des lapiaz de Bellefonds, à travers des fissures qui doivent, toute l'année, conserver de la neige et de la glace. Quand celles-ci fondent au printemps, d'énormes *chasses d'eau* parcourent la caverne où elles ont empêché la formation des concrétions. En sécheresse extrême, au contraire, on a vu tarir la cascade de sortie du Guiers-Mort : alors le bassin terminal est peut-être plus bas, franchissable et au seuil de prolongements à découvrir!

(22) L'existence, au Trou du Glas, de concrétions importantes, de stalagmites de glace dans la première galerie et de tas de neige à l'orifice, prouve surabondamment qu'elle n'est plus (bien au contraire de la grotte du Guiers-Mort) jamais lavée par les flots d'eau. Le drainage s'opère plus bas et c'est une simple *fontaine morte*, qui ne débite plus de ruisseau, parce qu'à sa partie d'amont, se sont pratiquées des *fuites*, entraînant toutes les eaux intérieures vers des issues inférieures, Guiers-Mort et Fontaine-Noire.

(23) Le Trou du Glas, est tout proche, en altitude, des crevasses à neige des lapiaz. Au Trou du Glas comme au Guiers-Mort, les passages bas provoquent de violents courants d'air qui nécessitent l'emploi de lanternes closes.

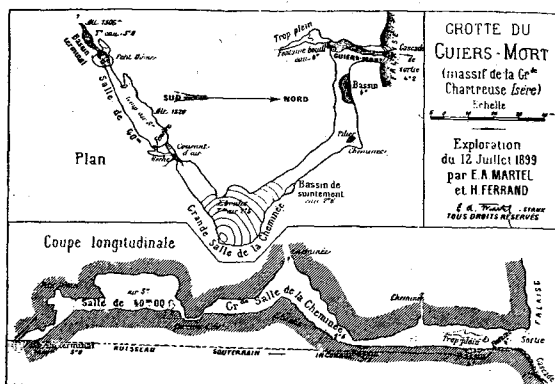
(24) Où nous ne vîmes nulle issue « malgré cinq heures de scrupuleuses recherches dans les moindres fissures et recoins visibles ». Ont-ils aperçu un passage qui nous avait échappé ou bien s'est-il produit un déblocage naturel? La seconde hypothèse est la plus vraisemblable : car nous étions cinq en 1899, à fureter longuement dans les interstices de ce que nous avons pris pour le fond. Tandis que les déplacements (enlèvements, et aussi nouveaux apports) de sables sont fréquents dans les passages étroits d'eaux souterraines. Il serait tout naturel qu'une rapide fonte de neiges au « jardin » eût amené un brusque débouchage.

(25) Le bel effort des « Jarrets d'Acier » confirme bien que, dans aucune caverne, il n'est permis d'affirmer qu'on a vu le fond, quelque soin qu'on ait mis à l'explorer. A Adelsberg-Postumia, de nouvelles trouvailles ont lieu chaque année, depuis que les Italiens y ont repris un « furetage intense ».

Il est capital aussi d'enregistrer ici que comme au Brudoux du Vercors (v. p. 155) la circulation souterraine de *haul niveau* a survécu dans ce massif calcaire.

Qui sait si, un jour, on ne réussira pas à la suivre intérieurement, depuis les absorptions du « jardin », jusqu'à la résurgence du Guiers-Mort. Virtuellement, la correspondance est démontrée sur 500 m. au moins de hauteur et près de 700 jusqu'à Fontaine-Noire.

(26) On a l'habitude de nommer *sources du Guiers-Vif* la série de cascades qui, au fond du cirque de Saint-Même, paraissent jaillir d'une ouverture, dans la falaise de l'Anche du Guiers; elles s'écoulent ensuite



SOMMET EFFONDRE DE LA SORTIE DU GUIERS-VIF

en trois ou quatre bonds successifs de 250 m. de hauteur.

A l'étiage, c'est à l'altitude d'environ 1 100 m. que la masse d'eau s'échappe du roc, non point par des porches de cavernes, mais, en réalité, par les interstices impénétrables d'éboulis et de fissures; si le débit de l'eau augmente, on voit entrer successivement en action cinq autres déversoirs superposés jusqu'à 1 130 m. d'altitude : avec l'adjonction des effondrements qui se sont produits là, le tout constitue une sortie d'eaux des plus complexes. L'accès n'en est pas très facile, mais cette extraordinaire ruine de caverne apparaît vraiment grandiose.

L'intérieur n'est qu'un labyrinthe de 600 m. de galeries reconnues, sans nul attrait pittoresque et sans aucune concrétion. On ne peut le parcourir que munis de cordes.

Il montre quelle est la disposition interne d'une résurgence remontante. — Vaucluse doit être dans ce genre — mais pleine d'eau, — en arrière de son gigantesque et infranchissable siphon.

Dans le bassin terminal du Guiers-Vif souterrain, au fond de la dernière cheminée accessible (grand trop-plein) où l'on descend de 1 128 à 1 105 m., peu commodément sur des blocs glissants, on est arrêté soudain par un bassin d'eau (temp. 5°,2) si calme et si noir, qu'on y met le pied sans le voir; sous la roche plongeant partout, nous le trouvons sans issue. Mais les gouttes de bougie tombant dans la vasque révélaient un léger courant. Nous y jetâmes donc 200 gr. de fluorescéine. La coloration est ressortie au bout de trois heures et demie (210 min.) par le déversoir pérenne, distant de 300 m. (pente 1,66 p. 100; vitesse : 1 m. 43 à la minute).

La communication est donc prouvée. Ainsi s'explique que, lors des crues souterraines, les déversoirs superposés dégorge les uns après les autres. Nous retrouverons ce mécanisme au Boundoulaou et à Salles-la-Source (Aveyron). Les Garruby jouent le même rôle pour Fontaine-l'Evêque (v. p. 47).

Combien il serait beau de contempler alors l'invasion de l'eau parmi les divers étages de la grotte; mais aucun n'est assez élevé pour offrir un poste d'observation sûr et on n'échapperait pas à la noyade. Aussi serait-ce une folle imprudence, de flâner dans la grotte du Guiers-Vif, après les pluies, et aux premiers symptômes d'une « éruption d'eau ». — En revanche, après un été particulièrement sec, trouvera-t-on, quelque jour, le siphon terminal désa-morcé et franchissable? (comme les bas tunnels de Padirac, etc.).

On n'est pas fixé sur la pérennité de la source du Guiers-Vif. On prétend qu'on l'a vue s'arrêter. Les dispositions intérieures sont parmi les plus instructives que l'on connaisse pour les phénomènes d'érosion, de trop-plein et de siphonnements, particulièrement à la galerie de l'ogive, qui figure un véritable tube en U.

En 1899, l'extrémité orientale était obstruée par une forte pièce de bois et du foin. Vers 1904, le professeur Le Châtelier l'a trouvée déblayée et y a reconnu un petit prolongement. Ces matériaux ont dû descendre des Haberts de Marcieu, etc., par des crevasses d'absorption; leur disparition témoigne de la puissance des chasses d'eau provoquées par les éruptions du Guiers-Vif (v. note 24). Bien plus bas, on observe des filets d'eau, sortant des fissures de la roche, aux côtés des cascades extérieures. C'est le creusement souterrain qui continue. — (V. d'autres vues du Guiers-Vif, p. 218-235 du *Tr. Eaux souterr.*).

Il est vraisemblable que les eaux souterraines ont joué un rôle dans le désastreux écroulement du Granier, qui le 24-25 novembre (ou le 17 décembre) 1248 engloutit la ville de Saint-André sous le chaos des fameux « abîmes de Myans ».

(27) M. PLANET y a trouvé des coléoptères cavernicoles aveugles, mais donne 1 300 m. d'altitude, au lieu de 1 100 (*Bull. mens. A. F. A. S.*, novembre 1904, n° 9, p. 265).

(28) Elle s'ouvre à 1 800 m. de la rive gauche du Rhône, et par 210 m. environ d'alt., au pied d'une grande falaise de calcaire jurassique fissuré, haute de 60 à 70 m. Son grandiose portail naturel tourné vers l'ouest mesure de 30 à 35 m. de hauteur sur 20 de largeur et 70 de long.

Malheureusement, on y bâtit au moyen âge deux chapelles superposées, reconstruites en 1855, qui le déparent disgracieusement. (Pour son histoire, sa description et sa bibliographie, v. *Spelunca*, Mém. n° 19, avril 1899).

Fournet, en 1858 (*Mém. sur l'hydrographie souterraine*), et Ernest Chantre (1867) avaient bien expliqué sa formation : agrandissement des crevasses du sol par des eaux infiltrées, convergeant vers le collecteur unique qui



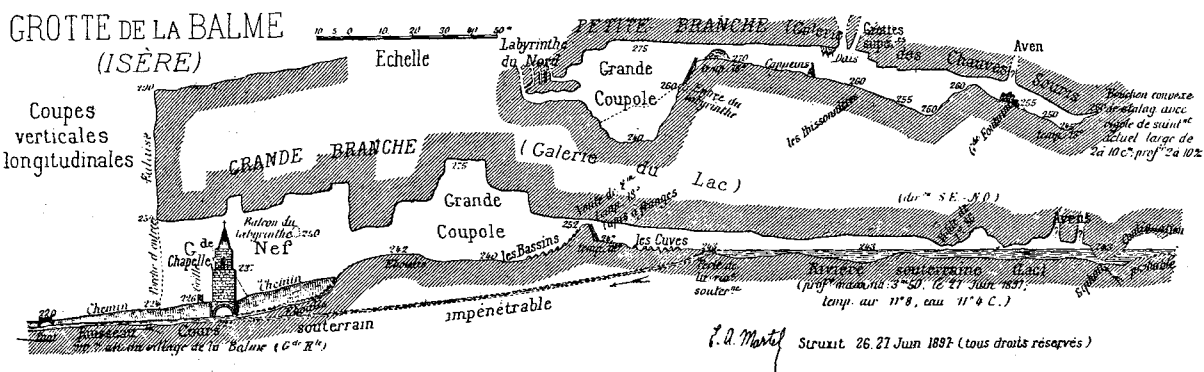
CASCADE DU GUIERS-VIF.

est la sortie de la caverne. C'est dans les fontis et petits lacs du plateau de la Balme qu'il faut chercher l'origine de son ruisseau souterrain, à 150 mètres plus haut. — La carte de Chambéry (N.-O.) au 80 000^e marque même des absorptions de ruisseaux superficiels, à Chalonne et à Ecottier, au sud-est vers 260 m. d'altitude.

J'ai expliqué (*Spel.*, 19) que, comme à Bournillon, etc. (v. p. 174) le grand porche s'est formé, quand la paroi externe du siphon de déversement a cédé sous la pression des eaux, produisant une véritable *explosion hydraulique*. Jusqu'à présent, on n'a jamais vu désamorcer le siphon du fond du lac (long de 120 m.), qui ferme la grotte à 320 m. de l'entrée; j'y ai trouvé 3 m. 50 d'eau. Depuis longtemps, on projette là une perforation à la mine, opération délicate, qui réussirait peut-être à trouver un prolongement. Actuellement le ruisseau continue son approfondissement souterrain, puisqu'il se perd à 200 m. de l'entrée et ne reparait qu'à la sortie de la grotte.

Les salles à sec, qu'il parcourait jadis, sont remplies de jolis bassins stalagmitiques (caves ou gours) pareils à ceux de toutes les rivières souterraines (actuelles ou anciennes). La température de la caverne n'est pas uniforme : (11°,4 à 18° C.).

(29) C. Ch. GORCEIX, *Histoire géolog. des gorges du Fier* (*Rec. trav. géogr. Alpine*, Grenoble, 1919, p. 201), et *Revue savoisiennne*, 1918. — IDEM, *La vallée du Fier à travers les Ages* (*La Montagne*, août-sept. 1920). Variations des niveaux de base du Rhône. « La Gorge » des galeries est une coupure de 50 m. de profondeur. En



basses eaux, il y a de 1 à 5 m. d'eau (10 à 17 dans les crevasses de la mer de Rochers). Les fortes eaux inondent et détruisent les passerelles. Les plus grandes connues sont celles du 24 décembre 1918 (montée d'eau de 25 m.) et du 15 janvier 1899 (montée d'eau de 30 m.).

Selon RÉVIL et MORET, *Tectonique de l'axe Salève, La Balme, Lovagny* (*Bull. Soc. Géolog.*, 1922, p. 218), le chaînon urgonien de Lovagny « est scié par la gorge épigénétique du Fier ». — Il est bien plus simple de dire que le torrent a utilisé et agrandi une cassure avec « crans de descente » progressive (v. p. 217).

Des expériences à fluorescéine sont en cours aux entonnoirs de La Lolette profond de 40 m., de Rethiaude, etc., pour élucider cette question. En mai 1927, 10 kg. de fluorescéine furent jetés au trou de Rethiaude; vingt-quatre heures après la coloration se manifesta très intense à la cascade qui sort de la caverne de Doria (S.-E. du Nivolet), à 5 km. de distance. Pendant l'hiver 1925-26 il se produisit un effondrement (ou plutôt une réouverture de gouffre) dans le terrain de tennis de l'hôtel de Mont-Revard; une anglaise faillit y tomber. Le trou, de 4 à 5 m. de diamètre, a été sondé jusqu'à 30 m. C'est un abîme à explorer.

Dans l'*Annu. C. A. F.*, 1876, p. 525, M. A. Pillet disait que les entonnoirs du Revard, distillent lentement les eaux pluviales et forment d'« excellentes sources » (?).

GOTTELAND ET DOLIN, *Carte du Revard*, au 20 000^e. — J. REVIL, *Revue génér. Scie.*, 30 octobre 1908. — W. KILIAN, *Origine probable des eaux d'Aix*. Livre jubilaire *Soc. géolog. Belgique*, Liège, 1924. — L. MAYET, *Nature*, 2674, 4 juillet 1925. — Les grottes du Nivolet, de Banges (près du Pont de l'Abîme sur le Chéran), sont petites, mais peut-être pas suffisamment explorées.

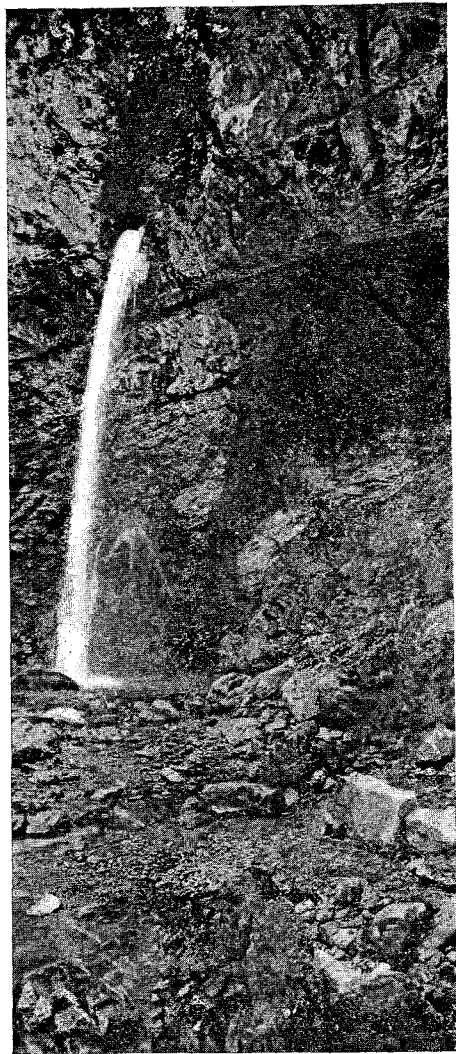
En août 1892, non loin du sommet de la montagne du Semnoz, 1704 m., trois touristes d'Annecy prétendirent s'être avancés plus loin que personne avant eux, et de 2 km. 1/2 (1 km. en ligne droite) dans une grotte sèche, rapidement descendante, haute de 1 à 70 m., ancienne rivière souterraine évidemment (v. *Les Alpes*, journal-hebdomadaire d'Annecy, numéro du 1^{er} septembre 1892). Ils pensaient avoir atteint 400 mètres (?) de profondeur. La caverne est à 50 m. en dessous de l'hôtel soit vers 1600 m. dans la Combe du Villard. Exploration à vérifier et à continuer.

On sait que, dans le lac d'Annecy, à 600 m. sud-est de la ville et à 200 m. de la rive, un entonnoir profond de 80 m. 60, le Boubioz, émet une remarquable source sous-lacustre : trouvée par Sadi-Carnot, en 1870, quand il était ingénieur des Ponts à Annecy, elle a été étudiée en 1890 par Delebecque (*Les lacs français*, p. 31, 80, 159). On ignore, son origine! Dans un bel ouvrage, brièvement descriptif, mais aujourd'hui recherché, DESAIX et XAVIER EYMA, *Nice et la Savoie*, 3 tomes, in-folio, Paris, Charpentier, 1884, citent plusieurs faits et points dont l'investigation reste à faire; au Bout du Monde de Chambéry la *Doire* sort d'une cavité (v. p. 160) dans un rocher à pic de 150 m.; — à l'abbaye de *Hautecombe*, l'intermittence irrégulière de la Fontaine des Merveilles reste inexpliquée; — aux bains de la *Caille*, à l'aval du pont suspendu une cascade sort aussi d'un trou du rocher et tombe au torrent des Usses (planche); il en est de même dans les falaises du cirque de *Fer à Cheval* de Sixt, etc. (Le nouveau pont en ciment de la Caille, sur le ravin des Usses, profond de 146 m., aura un arc de 140 m. de portée; plans de M. Baticle).

(31) Le guide de la *Haute-Savoie*, par MARC LE ROUX (Paris, Masson, 1902), donne à Seythenex 1 km. de longueur : c'est trop.

Ici le torrent a subi diverses phases, ayant été subaérien d'abord, pour s'écouler, ensuite, par les deux grottes et recouvrir plus tard son écoulement extérieur actuel.

La caverne dite Forges de Vulcain (seuil à 587 m.) peu profonde, est haute de 50 m.; la seconde occupe curieusement un pli anticlinal, c'est une ancienne rivière souterraine siphonnante aux voûtes percées d'abîmes. Ses concrétions sont peu remarquables et elle ne mesure que 300 à 400 m. de longueur (*Nature*, n° 1580, 5 sept. 1903). L'ensemble est, en réalité, très instructif en ce qui concerne l'intervention des cavernes dans l'évolution et le creusement des torrents.



CASCADE-GROTTE DE SEYTHENEX.

(32) Dès 1902, j'expliquais (*C. R. Ac. Scie.*, 15 décembre) qu'au Parmelan même, il y a eu double intersection de la vallée primitive, à 1 000 m. plus haut environ que les torrents actuels de la Fillière au nord (vallée de Thorens) et du Fier (vallée Thônes-les-Aravis) au sud; — qu'on trouve ces « hautes vallées mortes » à Aurouze (1 800 m. p. 180), à Canjuers (ch. II) en Provence, aux Causses, etc..., et aussi aux Alpes Orientales du Nord, notamment au Dachstein, vers 1 500 m. (*Nature*, n° 204, 20 sept. 1913); au désert de Platé et au col d'Anterne (v. note 39). — V. *Eaux Souterr.*, p. 454; — et surtout que ces « thalwegs fossiles suspendus » peuvent remonter plus loin que le pliocène et peut-être même que le miocène. C'est-à-dire qu'il faut tenir grand compte du double facteur primordial de l'altitude et de l'âge des dits phénomènes.

Or, en étudiant et détaillant l'« évolution du relief karstique du Parmelan », M. A. Cholley a présenté comme conclusions nouvelles (*C. R.* 23 juillet 1923) que certaines formes du Parmelan, « des vallées anciennes très nettement dessinées » (à 1 500-1 550 m. d'altitude), sont dues à l'érosion fluviale, « restes d'un cycle général dans les Préalpes de Savoie, qui ne semble pas pouvoir être plus récent que le début du pliocène supérieur », avec développement ultérieur de l'hydrologie souterraine (André CHOLLEY, *Les Préalpes de Savoie, Génois, Bauges, et leurs avant-pays*. Paris, A. Colin, 1925. Doctorat ès lettres, Lyon).

Ici, je suis contraint de revendiquer l'idée qui, en 1902, fit sourire. On a raison de la reprendre, et de la développer maintenant, tant à la lumière des faits nouveaux qu'au moyen d'études plus détaillées (en faisant mes réserves, d'ailleurs, sur le terme malencontreux de Cycles (v. *Eaux Souterr.*, p. 36); — et sur la dénomination impropre de phénomènes karstiques ou Carstiques, où l'on s'entête toujours (CHOLLEY; GIGNOUX, *Géologie stratigraphique*, 1926, p. 321. — De LARMINAT *Com. trav. scientif. C. A. F.*, 20 mars 1925, etc...), bien que j'aie prouvé dès 1902, la nécessité de les appeler *phénomènes du calcaire* (v. *Eaux Souterr.*, p. 210 et ci-dessus, p. 91).

Quant à la relation formelle de ces vieux thalwegs et surtout de leurs Lapias avec les abîmes (v. p. 59 et 197) elle est une fois de plus confirmée par les gouffres et puits à neige du Parmelan. C'est une loi définitive et absolue (v. p. 206).

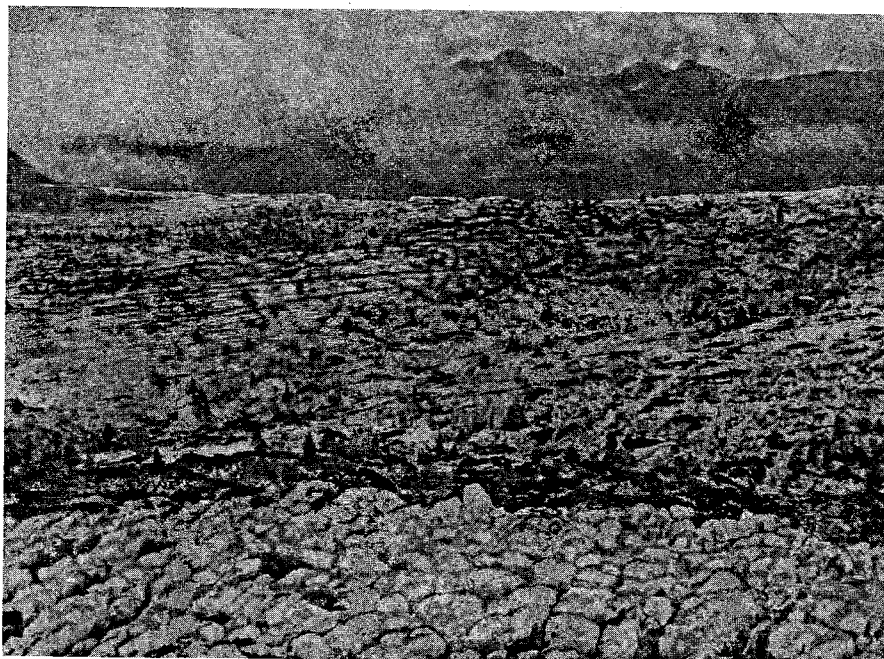
(33) La grotte de Ladiou, d'où, presque toujours, un torrent sort en cascade, s'ouvre vers 930 m. d'altitude; on prétend y avoir pénétré de 800 m.; l'accès en est difficile (le 21 août 1902, l'abondance de l'eau m'a empêché de la visiter). Elle paraît être pourvue de trop-pleins étagés comme le Cholet (p. 160) et le Guiers-Vif (p. 221). Dans la vallée, vers 780 m., les températures d'eau étaient étrangement discordantes, le 21 août 1902. L'eau de la Fillière se perdait à 10° C. dans un trou et en ressortait trouble à 12°5; d'autres ruisseaux-affluents marquaient aussi 12°5; celui de Ladiou n'étant qu'à 9° et même un peu plus haut à 7°5. En face d'Ussillon, une autre résurgence jaillit du roc vers 1 350 m. d'altitude sous la cote 1 664 m. A Thorens même, une source est à 10°5, etc. (Dans la nuit du 21-22 septembre

1925, une trombe d'eau abattue sur le nord du Parmelan a ravagé toute la vallée de la Fillière).

Dans la falaise occidentale du Parmelan, et les parages du Grand Montoir et de l'Aviernoz, une source à 1 500 m. d'altitude marque 7°3; une autre à 1 400 m. 4°. Une troisième, vers 1 455 m., ne jaillit qu'après les pluies, etc. Quant aux glaciers, elles sont nombreuses : celle du Haut de l'Aviernoz renferme un lac en partie gelé (0°5), dont l'exploration en bateau serait à faire, fort difficilement sans doute. L'orifice, restreint, s'ouvre dans une petite falaise, puis on descend abruptement (échelle) de 22 m. vers plusieurs galeries : deux, à l'est aboutissent au lac, étroit. Une autre, impraticable, paraît se diriger vers le dehors. La température varie (selon le voisinage des glaces) de 0° à + 1° C.

Du côté sud, entre Chapuis-Quétant (1 240 m.) et Blonnière (940 m.) le torrent est à 14° C. (20 août) vers 960 m. A Dingy-Saint-Clair (600 m.) une source (jaillissant à 800 m.) est à 13° C.

Pour la Balme de Thuy, entre Dingy-Saint-Clair et Thônes, sur la route du Col des Aravis, elle est parcourue



LE LAPIAZ DU PARMELAN; « VALLÉE SUSPENDUE FOSSILE. »

par une rivière souterraine qui en jaillit en cascade (belle planche en couleurs au t. II, p. 18, de Dessaix et Xavier Eyma). On l'appelle aussi Grotte de Morette. On avait voulu l'utiliser comme eau potable pour Annecy, mais, le 9 août 1905, M. Revil constata que ses eaux étaient très troubles, et absolument impropres à l'alimentation, comme provenant de la cuvette appelée plaine de Dran, toute percée d'avernes et de bétouires à l'est du Parmelan. Il n'a pu remonter la rivière souterraine que sur 150 m., les eaux étant trop abondantes pour pousser plus loin (temp : 7°,5); au-dessus de la Grotte coule un torrent dont les eaux s'y infiltrent en partie. La caverne a deux étages et les phénomènes d'érosion y sont remarquables, avec d'énormes marmites de géants, d'origine tourbillonnaire. — V. J. RÉVIL, *Hydrogéologie des massifs savoisiens* (Bull. soc. hist. natur. de Savoie, 1922-24, Chambéry, 1925, p. 16, 121, etc.). Important travail rempli de documents utiles (Cette Balme n'est pas nommée dans les « Guides »).

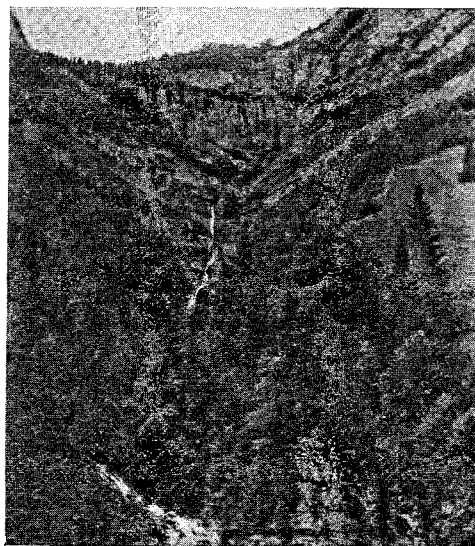
En somme, pour le Parmelan, les résurgences ont une température inférieure à la moyenne annuelle, parce qu'elles sont en partie alimentées par les glaciers et les névés souterrains des puits à neige du plateau, comme pour le Vercors, le Dévoluy, la Grande-Chartreuse. Tous ces faits semblables se multiplient, se confirment, s'enchaînent en faisceaux de probantes démonstrations.

DUNANT (*Le Parmelan*, Annu. C. A. F., 1875) avait bien reconnu que les fentes et puits absorbent les pluies et neiges fondues, qui rejaillissent en ruisseaux aux flancs de la montagne : il cite les glaciers de la caverne de l'Enfer et du Haut de l'Aviernoz.

Des recherches considérables restent à accomplir sous le Parmelan.

D'Annecy à Thônes, un tramway de 22 km. facilite les accès. A Dingy Saint-Clair se trouve le point de départ pour le Parmelan, et le souvenir de l'institutrice Marguerite Frichelet qui, en 1793, souleva la contrée contre les troupes républicaines et fut fusillée à Annecy.

(34) Dans la chaîne des Aravis, M. J. MORIS a jadis visité l'Eglise des Fées, à 2 200 m.; il y coule un petit ruisseau; l'exploration est inachevée : galerie de 300 mètres, bassin d'eau à 100 m. de profondeur (?); plusieurs galeries. Sous la cote 2332, vallée de la Cluzaz (Annu. C. A. F., 1896, p. 569). « Quel géologue nous dira où prenait sa source le puissant cours d'eau qui a creusé ces galeries s'ouvrant à la cime d'une montagne? » Ce langage est exact et bien clairvoyant pour son époque.



VAL ET RÉSURGENCE DE LADIEU.

(35) V. sur cette région les études géologiques spéciales publiées au *Bull. serv. carte géol.* depuis 1889 par G. Maillard, Aug. Michel-Lévy, Hollande. M. Bertrand, A. Jacquard, E. Haug, M. Lugeon, E. Ritter, H. Douxami, J. Révil, Ch. Jacob, L. Doncieux, L. Moret, etc. PETERHANS, *Lias des Préalpes médianes entre le Rhône et Annecy* (Mém. Soc. Helv. scie. natur., Zurich, 1926).

(36) Emile CHAIX, *Topographie du désert de Platé* (Le Globe, t. XXXIV, Genève 1895). — *Chemin et origine du désert de Platé* (Revue Alpine, nov. 1897). — DOUXAMI, *Phénomènes glaciaires du Platé*, 1902. — *Le Désert de Platé* (Bull. Soc. géogr., Lille, 1906). — L. MORET, *Massif de Platé* (Bull. serv. carte géol., n° 143, p. 5, 192); le Désert est un immense lapiaz de calcaire nummulitique sans trace de végétation. Le sable brun clair dans certaines « crevasses », doit être le résidu de la décomposition par les agents atmosphériques, du grès de Taveyannaz, qui formait couverture. — J. de LEPINEY, *Promenade au Désert de Platé* (La Montagne, C. A. F., 15 avril 1924, n° 171). Bonne description de ce « plus grand lapiaz de France », où « les avens absorbent les eaux qui vont ressortir bien plus loin »; ne parle que de la corrosion et de l'action de la neige et souligne la ressemblance d'aspect avec les glaciers.

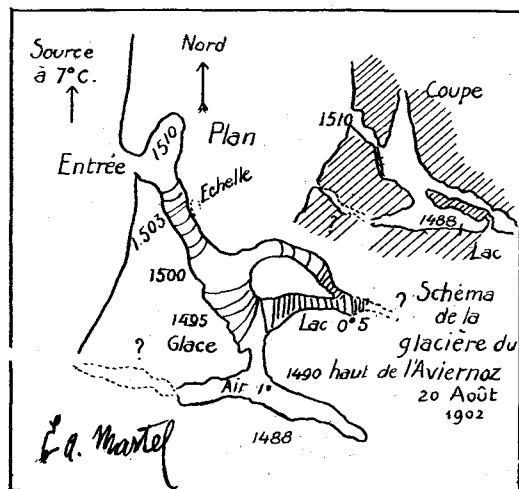
Plusieurs facteurs ont concouru à la formation puis à l'altération (c'est-à-dire à l'évolution) des lapiaz. Érosion mécanique d'eaux torrentielles, — façonnements par les glaciers. — corrosion par les neiges et infiltrations acidulées, — sans doute aussi l'altération atmosphérique actuelle, analogue à celle qui, dans les villes au voisinage des fumées sulfureuses d'usines, ronge les pierres des monuments ou, par place, les recouvre d'un calcaire noirâtre (v. *Eaux souterr.*, ch. XIX).

(37) Plusieurs autres grottes menues ont été explorées par M. Chaix, autour du lac de Flaine (alt. 1 415 m.) (décrit par de Saussure) à émissaires souterrains. Toutes ces absorptions alimentent les sources de Magland, impénétrables (rive droite de l'Arve) altitude 512 m. 7, à 8 km. en amont de Cluse. Au voisinage, la grotte de Balme est une ancienne résurgence : en 1897, MM. Chaix, Pitard et Grisel (avec mon matériel) l'ont trouvée terminée par un petit gouffre plein d'eau, à 54 m. en dessous de l'orifice; ce puits avait arrêté de Saussure en 1764. J'ignore s'il lui arrive encore de « cracher ».

M. Robert Perret a marqué de nombreux gouffres (dans les lapiaz du Col d'Anterne, de la pointe de Sales, du Platé, etc.) entre 1 700 et 2 400 m., sur sa curieuse carte topographique au 20 000^e de la vallée de Sales et du Cirque des Fonts (Paris, Barrère, 1922, avec notice). Les uns sont morts et les autres restés actifs; la plupart bouchés par la neige; il croit au réseau souterrain d'eaux aboutissant à des résurgences, — estime qu'« un réseau hydrographique s'établit à la fin du miocène », — parle d'une surrection à la fin du pliocène ainsi que d'oscillations pléistocènes, — énonce que la vallée du Lignon se trouve suspendue, etc., etc.



MURAILLE DU DÉSERT DE PLATÉ.



On voit combien ces constatations, et expressions, sont conformes à mes idées exprimées en 1902 sur le Parmelan. R. PERRET et L.-W. COLLET préparent une carte géologique au 20 000^e des Sales et des Fonts.

(38) A l'issue des Gorges de la Diosaz, creusées dans les stéaschistes, où abondent les marmites de géants (L. REVON, *Ann. C. A. F.*, 1875, p. 75). Rappelons que cette magnifique cluse alpestre fut découverte par le professeur Achille Cazin, qui la fit aménager par l'entrepreneur Pierre Berthaut (1873-75).

(39) Dans le massif jurassique de Sixt, d'Anterne et du Fer à Cheval (Hautes Alpes calcaires du Faucigny) il y a aussi des gouffres inexplorés dans des vallées desséchées. Par places, sous les glaciers du Mont Ruan (3 065 m.) et de Prazon, l'eau s'écoule et ressort par des diaclases (comme au Dachstein d'Autriche). Les lapiaz abondent, « agrandissement des dislocations tectoniques par l'érosion chimique? ». Les ciselures semblent dues aux eaux météoriques. Il y a des pertes, des résurgences multiples et plusieurs niveaux d'eau. La cascade dite *La Méridienne* est projetée hors du

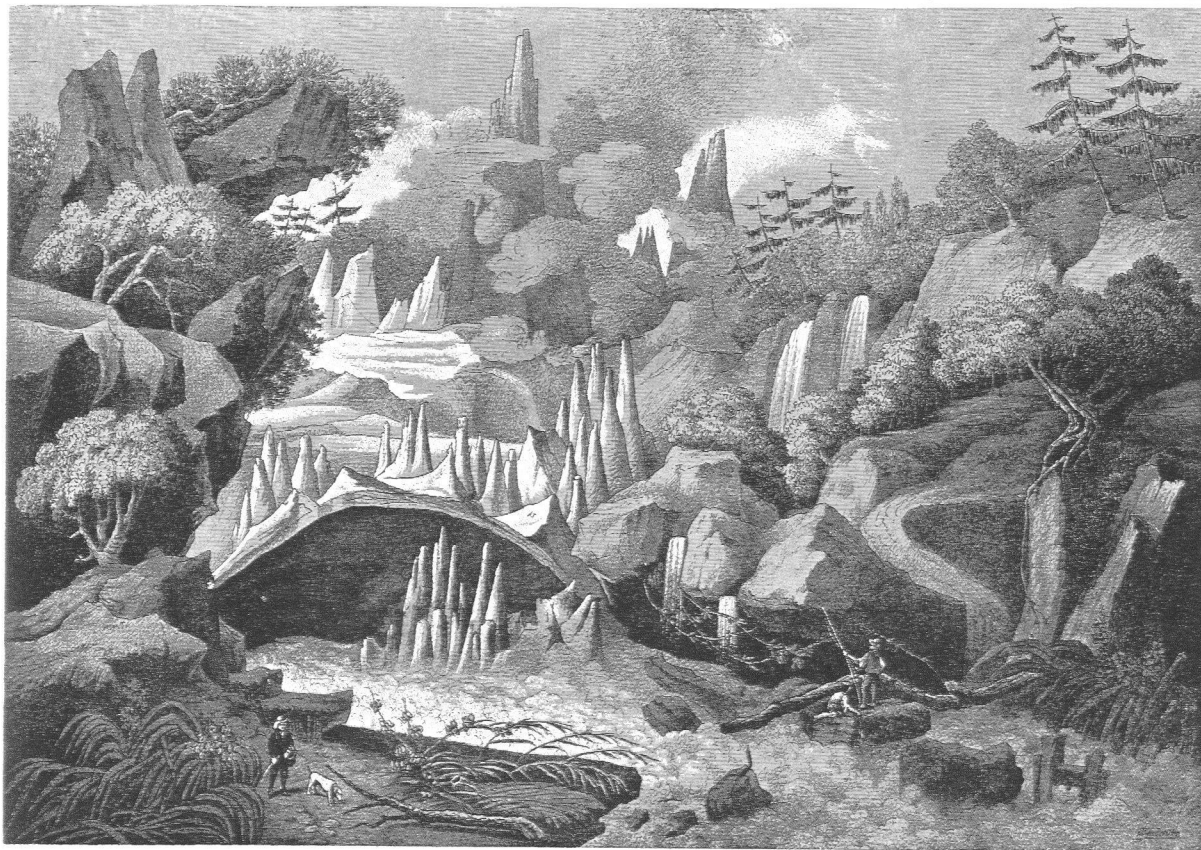
rocher au sortir d'une caverne (comme la Save, Carniole; le Klein-Rhein, Suisse; le Cholet; Cacouette, v. p. 9, etc.)... Le glacier du Prazon alimente un réseau hydrographique souterrain. Les avens et les balmes révèlent « l'existence d'un grand nombre de cavités souterraines ». On entend parfois le bruit d'effondrements. L'éboulement de 1602 (200 morts et 75 maisons détruites) serait dû aux eaux souterraines. Tous les cirques de la région sont localisés dans le jurassique, peut-être sont-ce des réunions de dolines remodelées par la glace, en tous cas formées grâce aux

diaclasses et joints (Robert PERRET, *Topographie et physiographie du Fer à Cheval à Sixt*, Paris, Barrère, 1913. — Carte au 50 000^e dans *La Montagne* du 20 avril 1911).

A la pointe de l'Avoudru (2 656 m.) ou des Avaudrues (2 672 m., au nord-est de Sixt.), H. Tavernier a signalé la grotte de Criou, avec un abîme profond, inexploré (*Annu. C. A. F.*, 1878, p. 657). — A l'aiguille de Salenton, près du col de Leschaux, au pied du Buet, une grotte fut trouvée en 1896 vers 2 300 m. L'exploration ne fut pas achevée (*Bull. mens. C. A. F.*, décembre 1896, et *Bull. Spél.*, n° 8, 1896).

Quand on visitera méthodiquement tous ces témoins de circulations souterraines de hauts niveaux, qu'y trouvera-t-on?

(40) Ch. DURIER, *Catastrophe de Saint-Gervais* (11-12 juillet 1892) (*Tour du Monde*, 31 décembre 1892 et *Ann. C. A. F.*, 1892), etc. (v. la bibliographie aux *Abîmes*, p. 525; — notes de Forel, Vallot, Delebecque, Duparc, Cla-



ANCIENNE GROTTE DE GLACE DE L'ARVEYRON (BELANGER, 1800).

parède, Demontzey), etc. — Les Bains étaient mal placés au débouché de l'étroite cluse à cascades du Bon Nant. En 1894, J. Vallot opinait que la catastrophe se reproduirait entre quarante-sept et soixante-dix ans après 1892.

(41) En 1899 et 1901, on creusa deux galeries de décharge qui évacuèrent de 210 l. (la nuit) à 400 litres par minute. On recoupa même un puissant jet d'eau qui fit écouler 800 m³ d'un seul coup. Les 29 juillet et 8 août 1901, on découvrit une grande crevasse de 20 mètres de longueur, remplie d'eau sur 38 à 41 m. de hauteur. De 1902 à 1904, on creusa, pour la vider et non sans peine, une galerie d'évacuation. Cette galerie est l'objet d'un curage annuel pour assurer l'écoulement de l'eau. Un laboratoire d'observations et d'études a été installé à la cote 3181 de Tête-Rousse (v. MOUGIN et BERNARD, *La Géogr.*, 15 novembre 1904 et *Etudes glaciologiques*, Minist. Agricult., 5 vol. 1909-1925), (46).

(42) Le 27 août 1887, en montant au Mont Blanc, par l'aiguille du Goûter, je suis passé, sans la soupçonner, sur la terrible « poche du glacier de Tête-Rousse ». La crête 3139 avait alors l'aspect d'un « petit faite glacé » (*Annu. C. A. F.*, 1887). D'autre part, le 11 juillet 1894, j'ai vu une remarquable éruption d'eau souterraine s'échapper de 5 à 600 m. de hauteur d'un des fronts de taille du glacier de Jostedal en Norvège (*Annu. C. A. F.*, 1894).

Le 30 août 1895, L. Belloc trouvait dans le front du glacier des Gours Blancs (Htes-Pyrénées) des cavernes naturelles, creusées par les eaux sous-glaciaires. L'une avait 40 m. de hauteur, un plafond affaissé, un canal de 0 m. 30, etc. (*Annu. C. A. F.*, 1895, p. 138, et 1894, p. 433, *A. F. A. S.*, 1893, t. II).

Pour le glacier de Crête-Sèche (Otemma, Valais), 28 juin 1894, v. C. BIOCHE, *Ann. C. A. F.*, 1894, p. 162. — V. aussi *La Nature*, 1138, 23 mars 1895, — 1170, 2 novembre 1896, et 1188, 7 mars 1896, pour l'Altels. Pour le glacier du Rhône, en juillet 1900, v. Ch. RABOT, *Les débâcles glaciaires* (*Ann. C. A. F.*, 1901, p. 380, et 1902, p. 416). — *Eaux Souterr.*, p. 431, etc.

Il est bon de rappeler aux Alpinistes que toutes observations sur ce phénomène peuvent fournir les plus utiles renseignements, et contribuer à éviter des désastres.

Les éboulements de la Dent du Midi du 17 septembre au 10 octobre 1926, paraissent dus, non pas à une rupture du glacier de Plannevé à la cime de l'Est, mais plutôt à des décollements de roches à pic, provoqués par la sécheresse d'août et de septembre.

(43) H. MOUGIN, *La Montagne*, juillet-août 1921; *Bull. Soc. Hist. Nat. de Savoie*, 7 novembre 1920, p. 45. — JOURDAN, *La forte débâcle glaciaire de la Mer de Glace* (*Revue Alpine*, Grenoble, 1920, fasc. VIII).

On me permettra d'évoquer l'admirable exemple et spectacle de *fleuve sous-glaciaire* qu'offrait autrefois la *grotte de glace de l'Arveyron*, large de 20 à 25 m., à l'extrémité du glacier des Bois (Mer de Glace). J'ai gardé le plus impressionnant souvenir (1864 et 1870) de sa céleste voûte bleue, des échos lointains qu'y faisait rouler un coup de pistolet, et du fracas de ses écroulements de blocs de glace. C'est vers 1873 qu'elle paraît avoir disparu. En tous cas, je ne l'ai plus retrouvée en 1876. Le retrait des glaciers a d'ailleurs supprimé vers cette époque tous ses similaires alpestres (Gorner, Aletsch, Eetzthal, etc...). Il faut aller en Norvège, au Spitzberg, au Groenland, dans l'Himalaya, pour contempler ces beaux phénomènes. La mémoire de la grotte de l'Arveyron subsiste (trop roman-tisée) dans une rare gravure peinte de Belanger et Vanderberghe du 1^{er} mai 1800, recherchée des collectionneurs.

L'admirable monument topographique, commencé en 1890, qu'est la *nouvelle carte du Mont Blanc* au 20 000^e par Henri, Joseph et Charles Vallot (en cours de publication) rendra les plus précieux services pour l'étude de cette grave question des *débâcles glaciaires*. Elle a pour texte et commentaire le savant *guide Vallot* de la Chaîne du Mont-Blanc. Paris, Barrère, 1925 et suiv. On y trouvera de nouvelles idées sur la géologie du Mont-Blanc, d'après les récents travaux de Oulianoff, Corbin, *C. R. Soc. géol.*, 1926, p. 153, Protogines et schistes du Mont-Blanc, et Collot. — Rappelons aussi parmi les publications de Joseph VALLOT, *Les Annales de l'Observatoire météorologique du Mont Blanc*, 7 vol. 1893-1917; et *L'évolution de la cartographie de la Savoie et du Mont Blanc*, 1925. — V. aussi Fr. Gos, *Les Alpes de Haute-Savoie*, Genève, Alpina, 1926.

CORBIN ET OULIANOFF commencent en 1927 la publication (Paris, Barrère) de la *Carte géologique détaillée du Mont-Blanc* au 20 000^e.

Si remarquable qu'elle fût pour son époque (1865), la Carte au 40 000^e de Mieulet présentait trop d'erreurs pour l'alpinisme; dans l'*Annu. C. A. F.*, 1887, p. 85, j'avais relevé, au cours d'une mission topographique militaire, et fait rectifier sur la feuille de Vallorcine 160 *ter* (par ordre du général Perrier), le faux tracé de la frontière, entre l'aiguille d'Argentière et le Tour Noir. Mieulet y avait placé un Mont Darrey de 3 881 m., qui se trouve à 2 km. au nord-est en territoire suisse, avec 3 537 seulement. Les précipitations atmosphériques ne présentent aucune régularité de bas en haut des Alpes : il tombe par exemple entre 2 500 et 3 000 m., 1 599 mm. au Pelvoux et 4 909 au Mont-Blanc, etc. V. P. MOUGIN, *Comm. tr. sc. C. A. F.*, 11 janvier 1927. — Les maximums seraient vers 2 000 à 2 500 m. selon BÉNÉVENT (*Climat des Alpes*), etc.

(44) A. Vaicheresse, près d'Abondance (Haute-Savoie), il existe en pleine montagne un gouffre de profondeur ignorée (communiqué par M. le docteur Bordet, à Evian). Jamais je n'ai pu être renseigné sur les immenses (?) grottes de Mégevette (au sud de Thonon).

(45) H. SCHARDT, *Bull. Soc. vaudoise scie. natur.*, vol. XXVII, Lausanne, 1891-92. — BRIQUET, *Le Salève*, desc. scientif. générale, in-8°, 68 grav. Genève, Club Alpin suisse, 1899. — JOUHOWSHY et J. FAVRE, *Monographie géolog. du Salève* (*Mém. Soc. Phys.*, Genève 1913), et *Bull. Soc. Géolog.*, Paris, 1924, n° 718.

(46) DELEBECQUE en 1898 (*Les lacs français*, p. 256) estimait aussi les poches sous-glaciaires plus fréquentes qu'on ne le croit et ajoutait qu'à Tête-Rousse « aucun travail ne nous semble possible. » Mougin et Bernard y ont cependant réussi.

(47) Le service Géographique de l'Armée a commencé dans les Alpes une nouvelle carte au 50 000^e en cinq couleurs. En 1927, six feuilles ont paru, du Petit Saint-Bernard au Mont d'Ambin. — Il a aussi publié « la Grave » au 20 000^e.

CHAPITRE XI

La Perte et le Cañon du Rhône

Le « turbinage » du Rhône. — L'attentat « suisse » contre un phénomène unique au monde : « la perte et le cañon du Rhône ». — Explorations de 1795 et 1910. — Difficultés d'accès. — Fissures, grottes et cascades. — L'Étroit de Malpertuis. — Éboulements, résurgences et grand cap de la Glière et du Paradis. — Formation du Cañon. — Plan et profil en long. — Enfouissement en cours. — La folie du barrage de Génissiat. — La Valserine et le lapiaz du Pont des Oules. — Éboulements du Credo et de Dorches. — Ancien bras de Clarafond. — Les dérivations. — Projets d'aménagement du Rhône. — Le procès des grands barrages. — Les catastrophes. — Contre-sens économique national. — Les difficultés du bas Rhône. — Seuils et mouilles. — Roque d'acier. — Les zones franches.

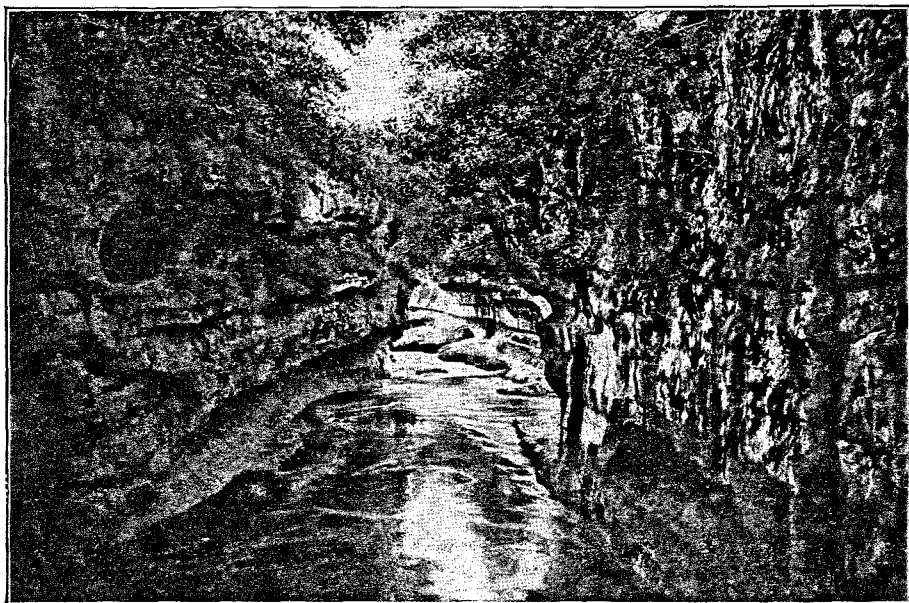
Ici intervient une des plus graves questions économiques et scientifiques qui aient jamais été discutées en France : l'aménagement industriel, commercial, agricole du Rhône à Bellegarde.

Dès l'année 1720, on a songé à utiliser le fleuve entre Lyon et Genève (1).

En 1910, les installations de Bellegarde, commencées en 1871 seulement, ne lui empruntaient que 6000 à 9000 chevaux, alors qu'on pourrait lui en demander de 78000 à 180000 et même 270 000 à 330 000 selon les saisons.

Le transport à Paris de cette force transformée en électricité a été conçu en 1902 par M. André Blondel. Il faut, et nul ne saurait le contester, que cette utilisation du Rhône se réalise aussi complète que possible : elle s'impose. Mais quel est le meilleur mode en application ?

Un des projets en concurrence pour l'œuvre nécessaire, je le répète, celui du barrage dit « de Génissiat », de 100 m. de hauteur (dont 32 m. de fondations) entre Bellegarde et Seyssel, aux confins de l'Ain et de la Haute-Savoie, aurait pour conséquence



Neg. Auteur.

Cl. To. Mo.

RÉAPPARITION DU RHONE ET COMMENCEMENT DU CAÑON A L'AVAL DE SA PERTE.



Neg. Auteur.

Cl. To. Mo.

BARRAGE DE LA PRISE D'EAU DE BELLEGARDE ET CHUTE DU RHONE EN AMONT DE SA PERTE (EN OCTOBRE 1910).

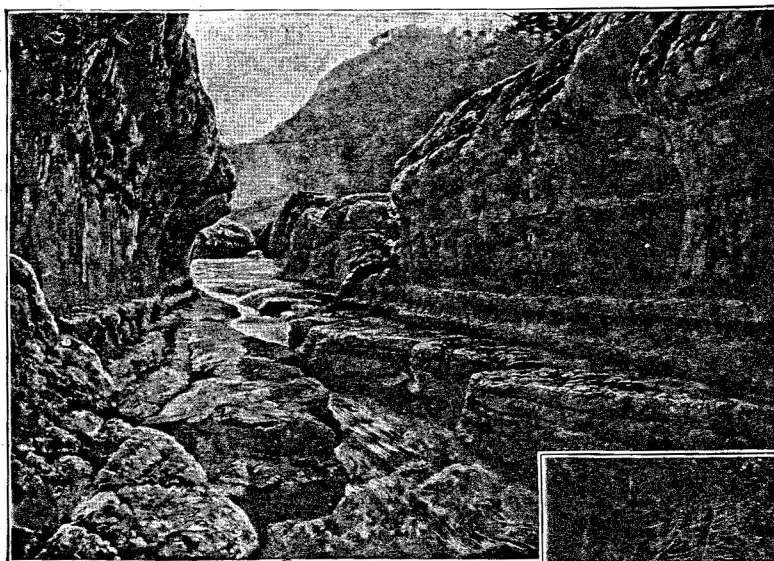
de noyer complètement, sous 39 à 69 m. d'eau, la Perte et le Cañon du Rhône qui lui fait suite, l'un des sites les plus curieux du monde; avec toute une série de paysages et de phénomènes naturels, dignes d'universelle admiration et de jalouse protection. Aussi est-ce avec une amère mélancolie que je vais traiter ce sujet. Ne serait-il donc pas possible de concilier à la fois les exigences du progrès industriel et le respect des beautés de la Nature? (v. p. 5).

De Saussure avait dit de la Perte du Rhône : « Le fleuve a creusé les rochers au point de se cacher et de disparaître entièrement.... Les blocs accumulés cachent pendant l'espace *d'environ 60 pas* le fleuve renfermé dans le fond de ce conduit souterrain. C'est donc là que le Rhône est réellement perdu. On peut le traverser à pied sec (aux basses eaux). » (2).

On répète partout que, depuis cette définition, la Perte a tant changé *qu'elle a disparu*. Quelle erreur! Bien au contraire, elle s'est accentuée, puisque l'enfouissement actuel, aux basses eaux, a *110 m. de long*. Si l'on ne peut plus guère traverser la crevasse, c'est parce que les blocs n'y sont plus (on en a même fait sauter exprès, pour couper le passage aux contrebandiers); mais un adroit sauteur la franchirait encore, non sans risque de glisser dedans. Bien loin de ne plus exister, la « Perte du Rhône » demeure au contraire parfaitement vivace et même en voie d'extension.

Appelé en consultation sur place, j'ai effectué (en 1910 et 1911) une enquête détaillée sur ces parages, que j'avais déjà visités en 1897 et 1902. Ainsi, je me suis convaincu *de visu* de la vraie constitution actuelle de la Perte, des singularités du cañon et des irréparables conséquences qu'entraînerait l'exécution du barrage (3).

Dès 1904, j'avais prévu et exposé (*Congrès Soc. Sav. à Paris*) qu'en réalité, le Rhône s'engouffre à sa Perte dans un véritable abîme, parce qu'il a rencontré une grande diaclase du calcaire, où *d'horizontal, son cours est devenu vertical*, c'est-à-dire qu'il regagne en profondeur ce qu'il perd en largeur. J'ajoutais même, au début de 1909, (4) que le Rhône, dans sa Perte et son



Nég. Auteur.

Cl. To. Mo.

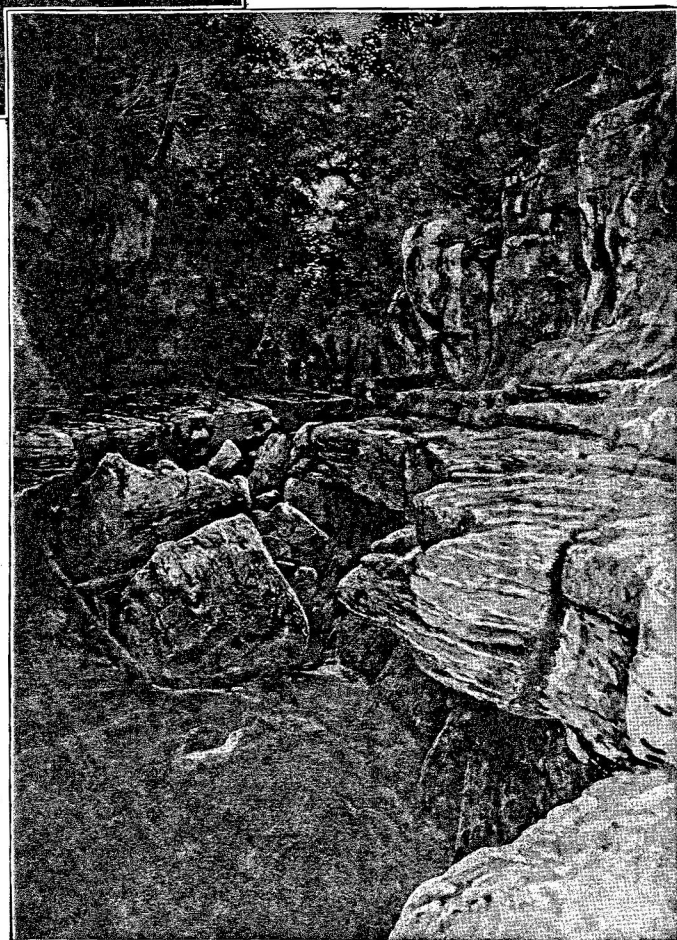
ENCAISSEMENT DU RHONE EN AMONT
DE SA PERTE.

l'aval du confluent de la Valserine, 26 à 12 m. Il y a donc bien *engloutissement* du fleuve dans la profondeur du sol.

La vérité, c'est que, à la date de 1910, on ne connaissait bien ni la Perte ni le Cañon, difficiles d'accès faute de sentiers praticables. Les touristes n'en voyaient que la traversée du fleuve à Arlod. Seuls les ingénieurs, experts et ouvriers mêlés aux études des projets, y avaient suivi les traces des contrebandiers, douaniers et pêcheurs locaux, au long de pistes à peine tracées et même en partie détruites.

La Perte du Rhône elle-même n'est pas publiquement accessible, parce qu'elle se trouve dans la propriété des Forces Hydrauliques du Rhône, à Bellegarde : on ne peut la voir qu'avec une autorisation spéciale, gracieusement accordée d'ailleurs ; et il faut, pour accéder à l'engouffrement, descendre une longue échelle en fer et circuler sur les dalles humides et glissantes du calcaire, peu engageantes : c'est la seule manière de constater que, du moins en basses eaux (fin de l'automne au début du printemps), la Perte du Rhône demeure une réalité. On peut voir alors le *fleuve tout entier disparaître dans une surprenante crevasse*. Sur 110 m. environ d'étendue, on ne distingue plus dans son lit que les blocs rocheux basculés en

cañon, est beaucoup plus profond et moins achevé qu'on ne le croyait. Or, les sondages exécutés, de 1909 à 1911, par la Société française des Forces Hydrauliques du Rhône, ont prouvé qu'en effet ces fonds du Rhône présentent la plus grande irrégularité et sont par place très creux. Immédiatement en amont de la Perte, on a trouvé 7 m. à 7 m. 90, mais à la Perte même 60 m. de *profondeur*, puis en onze autres points, jusqu'à

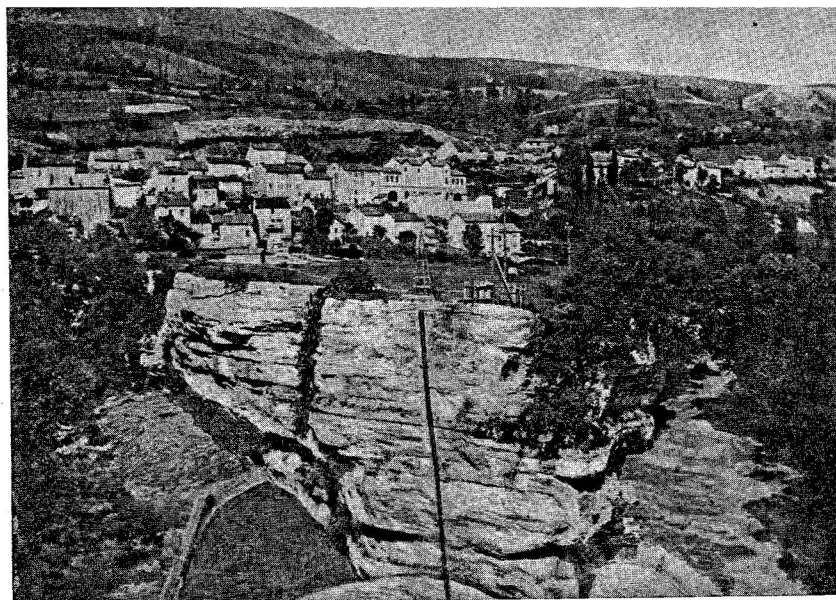


Nég. Auteur.

Cl. To. Mo

PERTE DU RHONE AUX BASSES EAUX
DANS UNE CREVASSE SONDÉE JUSQU'À 60 M. DE PROFONDEUR.

travers de cette crevasse. Comme les visiteurs se bornent d'habitude au pont de Lucey, en aval

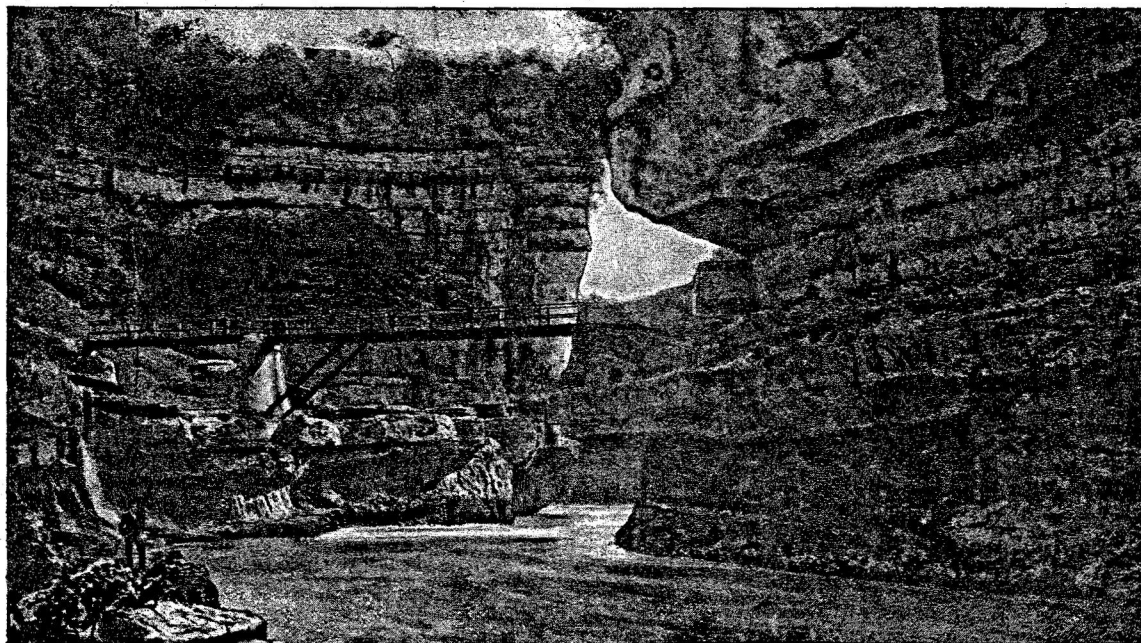


CONFLUENT DU RHONE ET DE LA VALSERINE EN 1897.

de l'engouffrement et 21 m. plus haut, *il est impossible de voir ce dernier* : d'où la légende que la Perte du Rhône a disparu. Ce qui doit disparaître, c'est la légende elle-même et non point la Perte, bien et dûment existante et admirable. Aucun autre cours d'eau terrestre ne présente pareille excentricité : notre Perte du Rhône est donc un véritable bien national.

Quant au Cañon, il fut l'objet, en 1795, d'une téméraire descente en bateau, de Bellegarde à Pyrimont, par le conventionnel Boissel de Monville : ce coup d'audace n'a jamais été renouvelé ; les modifications survenues, et surtout plusieurs éboulements récents, le rendraient maintenant impossible : au

défilé de la Glière notamment, l'amoncellement des rocs, le rétrécissement des bras d'eau, la vitesse de leurs chutes sont tels que tout passage serait impraticable. La démolition des falaises ne cesse



ANCIENNE PASSERELLE D'ARLOD;

Cl. Soc. Géogr.

d'accumuler de nouveaux obstacles. Même quand ceux-ci étaient moins formidables, il a fallu à Boissel une stupéfiante énergie pour se risquer ainsi sur l'impétueux Rhône. Les dramatiques dessins qui illustrent son ouvrage n'ont pas exagéré; et rien n'est plus intéressant que la lecture de ce livre (2).

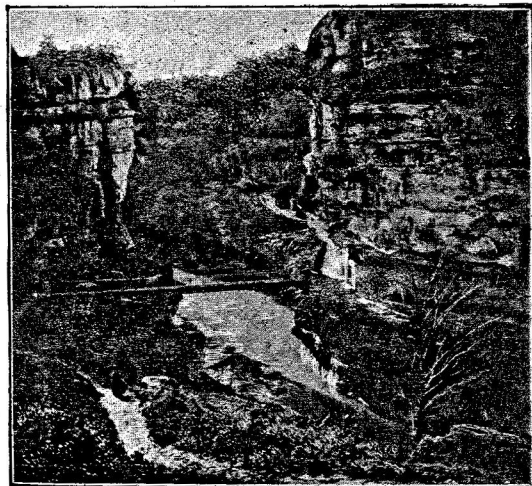
Les hordes de touristes qui, par Bellegarde, gagnent Chamonix, Évian et le Valais, ne soupçonnent point ce qu'ils côtoient dans ces parages. Du chemin de fer, entre Pyrimont et Bellegarde, quatre échappées fugitives laissent deviner un instant : 1^o la gorge en aval de Génissiat; 2^o la grande falaise de la Glière; 3^o le ravin des Lades et 4^o le coude de la Garenne. Boissel avait d'autres soucis que de s'occuper du paysage, qu'il n'a en aucune manière expliqué.

La méconnaissance des lieux était telle que des ouvrages sérieux confondent en un seul défilé le Pas de Malpertuis et celui de la Planche d'Arlod, distants de plus de 3 km. (P. Joanne, *Dictionnaire de la France*, p. 3855). Et Jean Lahor (D^r Cazalis, *Rev. T. C. F.*, juin 1905) n'exagérait guère en disant que ces gorges « très belles, très pittoresques et très



Nég. Auteur.

Cl. To. Mo.

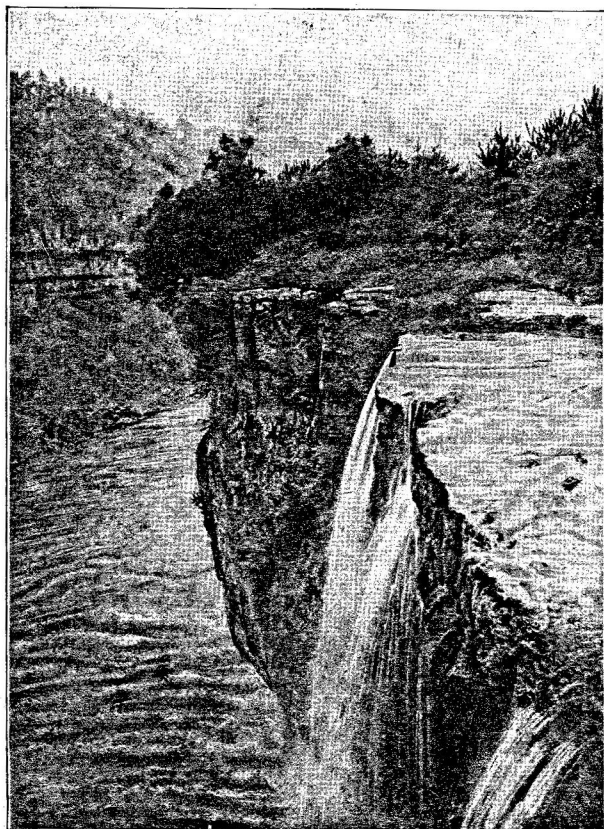
L'ANCIENNE PASSERELLE D'ARLOD EN 1897
ET LE VILLAGE D'ESSERTOUX.

PASSERELLE D'ARLOD VUE D'EN HAUT.

sauvages, que presque personne aujourd'hui ne connaît, mériteraient qu'on les découvrit et les visitât à leur tour ».

C'est ce que j'ai fait en 1910-11. Véridiquement, la visite ne saurait être présentée comme un épouvantail : compliquée certes, fatigante, longue (2 jours pour bien voir) et interrompue en plusieurs passages par certains obstacles vraiment insurmontables (qu'il faut tourner à grande perte de temps), elle n'est nulle part dangereuse, ni vertigineuse pour le promeneur tout simplement ingambe. Seulement elle est, en fait, d'un abord sporadique et difficile. Les anciens petits sentiers, qui permettaient de descendre en quelques endroits jusqu'au fond, ont cessé d'être parcourus, depuis que le service des douanes avait

fait détruire les deux passerelles de Malpertuis et de Monthoux en amont de Génissiat (5).



Nég. Auteur.

Cl. To. Mo.

SOMMET DE LA CASCADE DE CHANTAVRIL.

point de bifurcation de la route qui monte vers Vanzy, on descendra à main droite, sur le cap qui force le Rhône à un coude extrêmement pointu, en face du lieu dit La Garenne. On y est suspendu au sommet même des falaises du Cañon, encaissé déjà de 40 m., fort étroitement, et tournant brusquement au sud dans la direction d'Arlod.

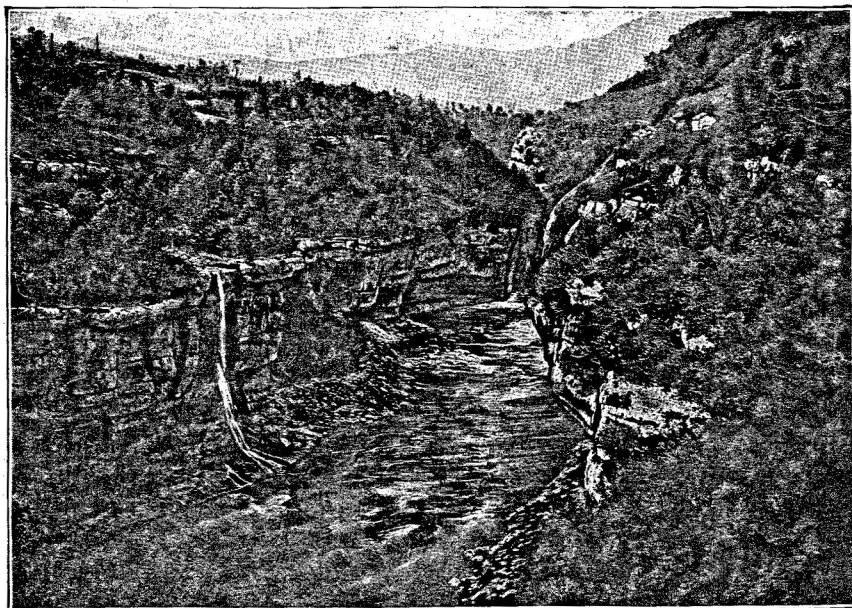
Des haies et propriétés privées empêchent de suivre le haut de la falaise jusqu'à Essertoux, où cesse la route de voitures. De là, l'on descend commodément à la planche ou passerelle d'Arlod,

D'année en année, les restes de ces sentiers s'atrophient sous les éboulements de falaises, et sous la végétation luxuriante vivifiée par la fraîcheur du Cañon. En octobre 1910, j'ai eu grand'peine à me frayer un passage jusqu'aux bords mêmes de Malpertuis et de la Glière. C'est ainsi que les premières études du projet de Génissiat n'avaient pas porté, dans le détail, sur certains points d'accès rébarbatif, notamment sur les cascades, sources, grottes et chaos rocheux, entre Nant-Poé et la Bressanne.

Voici, pour la visite, un programme-itinéraire avec photographies justificatives.

La Perte elle-même suffit à occuper une matinée, en pénétrant dans l'enclos de l'usine de Bellegarde, pour la crevasse (v. p. 231), et en allant voir le confluent (6), malheureusement fort détérioré, de la Valserine, — la renaissance du Rhône, — et le début du Cañon entre l'usine et le pont de Lucey. Ceci est déjà fort beau, parmi les murailles encorbellées sous la voûte des arbres en été, et sous de formidables stalactites de glace en hiver.

Dans l'après-midi, on passera sur la rive gauche par le pont de Lucey pour prendre la route d'Essertoux; à travers les verdure on apercevra insuffisamment le confluent de la Valsérine; puis, à 1 km. et demi de Lucey, et au



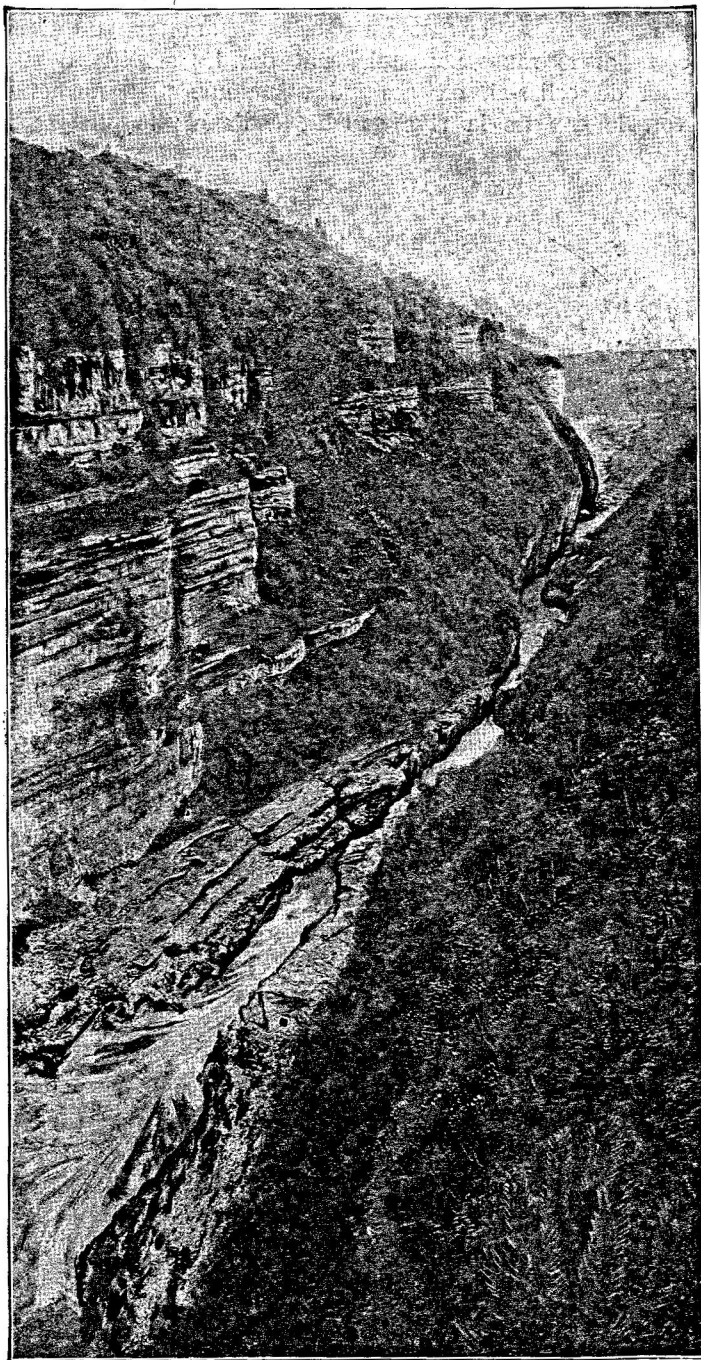
Nég. Auteur.

Cl. To. Mo.

CASCADE DE CHANTAVRIL ET RÉSURGENCE AU PIED.

promenade classique, et en réalité le seul point où le public puisse accéder au Cañon du Rhône. Mais les piétons devront continuer, sur la rive gauche, pendant plus de 2 km. à vol d'oiseau, le sentier accidenté qui, tantôt s'écarte de la falaise pour serpenter dans les pâturages, tantôt, au contraire, forme balcon à 50 ou 60 m. au-dessus du fleuve. On ira ainsi jusqu'en dessous des Granges-des-Fées, en traversant successivement quatre petits ravins à cascates. Entre le deuxième et le troisième, on voit, en face sur la rive droite, les deux jolies cascades de Nant-Blanc ou Nant-Poé et du Nant-de-Chantavril. Au pied de cette dernière chute, et très peu au-dessus du niveau du Rhône, sort, d'une fissure de la roche, une réapparition d'une perte de Chantavril. A l'aval, sur la rive gauche, la vue des ruines du moulin de Pré-Cayla (Préquelaz) est saisissante sur le cours du fleuve, encombré de blocs d'éboulement où ses flots grondent et écument. Malgré sa faible profondeur, une cinquantaine de mètres, l'encaissement est majestueux, à cause de sa verticalité et de l'exquise couleur du flot [clair, quand l'orage ne l'a pas troublé. A travers les arbres penchés l'on aperçoit le demimystère du prodigieux fossé. Plus loin, en dessous des Fées, on distingue, à 1 km. au delà, le rétrécissement de Malpertuis qui ressemble d'ici à une simple gerçure, à un coup de hache dans la roche. De ce point, on se demande où peut passer le Rhône, ainsi étranglé dans ce réduit de la largeur d'un trait de scie de 1 m. 62 (v. p. 237).

En face, on distingue, dans la rive droite, les orifices de la grotte de Tapet et d'autres cavités inaccessibles. La promenade dans la direction du sud cesse d'être favorable aux beaux prospects. Mieux vaut donc rebrousser chemin jusqu'à Essertoux et descendre à la Planche d'Arlod entre des parois de 40 à 50 m., où le fleuve est légèrement recourbé en S. Large de 10 m., il fuit rapidement sous la passerelle qu'on a surélevée, et que les douaniers français surveillaient de la rive droite, tant que la rive gauche fit partie de la zone franche de la Haute-Savoie (5).

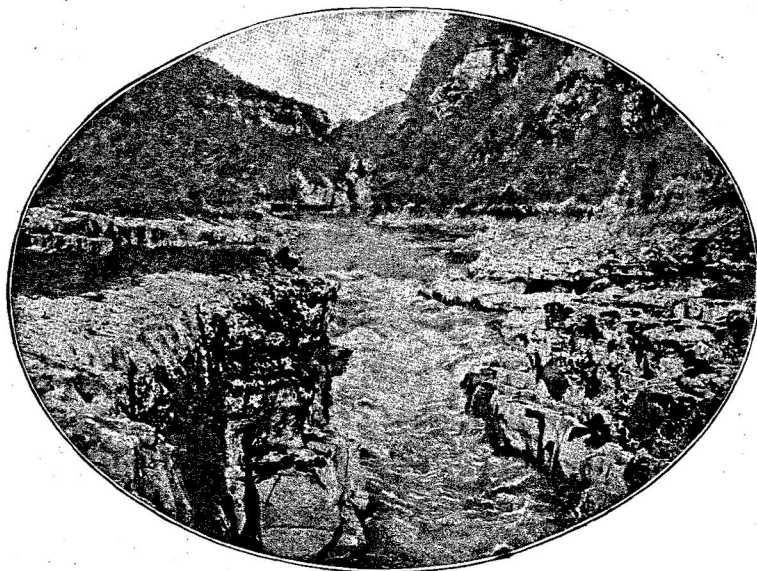


Nég. Auteur.

Cl. To. Mo.

RAPIDES ET ÉTROIT DE MALPERTUIS, VUS DE LA MARTHERAZ.

La falaise de droite est plus élevée que celle de gauche, et le sentier zigzaguant mène au sommet avec de charmants points de vue. Il est dominé par les ruines du château d'Arlod. Insignifiantes, elles offrent un excellent panorama du Cañon en amont. On peut rentrer à Bellegarde, soit par la route nationale, soit par les sentiers de la rive droite, entre les usines de Mussel. Au delà de celles-ci, on descendra sur une plate-forme en contre-bas au lieu dit La Garenne, pour voir le cap de la rive gauche, à l'angle le plus saillant du fleuve. On enfile ici le Cañon vers



Nég. Auteur.

RAPIDES ET CHUTES DE MALPERTUIS.

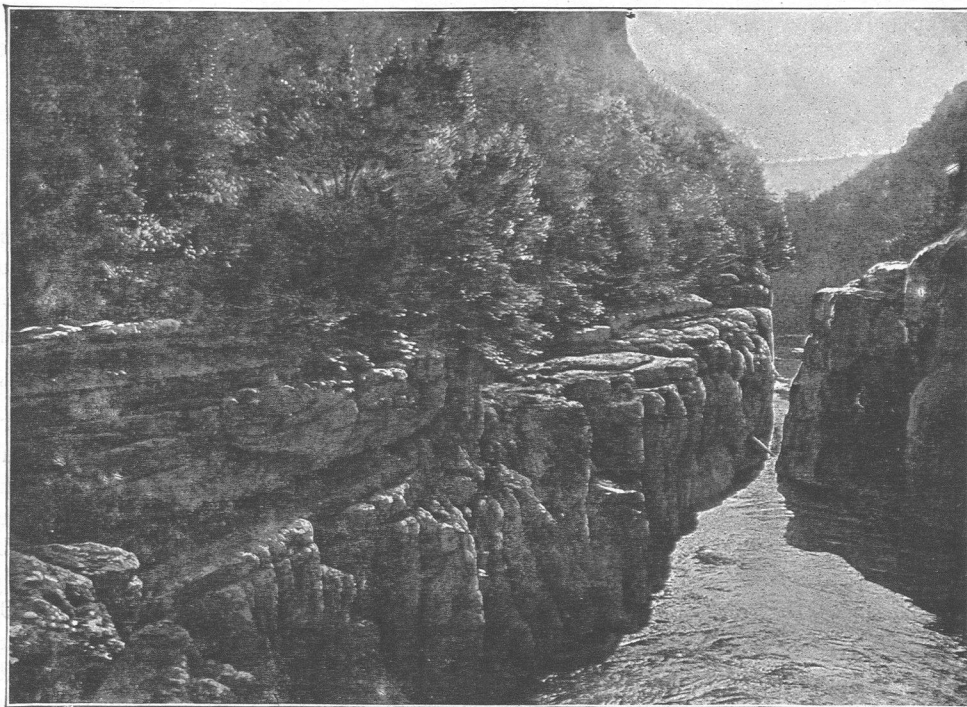
Cl. To. Mo.

Arlod à droite et vers le confluent de la Valserine à gauche. Ce serait splendide, si les usines n'existaient pas (6). A l'angle même, on constate combien *fissurées et peu solides* sont les parois de la rive gauche où, chaque année, se produisent des éboulements.

Le surplus du Cañon n'est visible que de la rive droite, au prix de crochets, descentes et remontées, qui demandent bien près d'une journée entière.

En partant de la station de Bellegarde, on s'arrêtera, après 2 700 m. sur la route nationale, au point où elle franchit le Nant-Blanc ou Nant-Poé. Traversant la voie ferrée, on suivra le ruisseau tant bien que mal, de préférence sur la rive droite, pour descendre jusqu'à son point de chute dans le Rhône, distant de 300 m.

Un curieux travail d'érosion régressive a été accompli ici par l'eau courante. Juste au moment de rejoindre le Cañon, le ruisseau a rencontré une cassure parallèle au fleuve; il l'a suivie pendant quelques décamètres, laissant debout, du côté du Cañon, un fragment de mince muraille, au bout de laquelle il opère une chute de 25 m. de haut; mais la paroi restée en place est si peu épaisse qu'un bras de ruisseau l'a perforée, creusant ainsi une vraie fenêtre, par où s'échappe une cascade latérale. Sur le bord même de la falaise, avec vues plongeantes sur le fleuve, une piste à travers buissons mène 350 m. plus loin à la cascade de Chantavril (7). Celle-ci tombe en voile gracieux, d'un seul bond, dans le Rhône, et sort d'un curieux couloir latéral de roche; par une chaude journée d'été, la fraîcheur du site est idéale. D'en bas monte le grondement du Rhône sur de gros blocs, que Boissel aurait certainement mentionnés, s'ils avaient déjà entravé le courant le jour de sa fameuse descente. Avec un guide local compétent, on peut, en contournant les ravins des Lades, aller voir la grotte du Tapet, à peu près à mi-hauteur des falaises. Difficile à atteindre, elle est insignifiante et obstruée à une vingtaine de mètres de profondeur, mais c'est, comme plusieurs autres, l'issue d'une ancienne source tarie. On remonte au Nant des Lades, pour gagner, entre le chemin de fer et le Cañon, un cap rocheux juste au nord de la Martheraz, tellement saillant qu'on y voit le cañon du Rhône presque en entier. Des dalles horizontales du calcaire, taillé à angle droit sur le précipice (100 m.), on est littéralement suspendu à l'entrée du rétrécissement de Malpertuis. Avec une véritable stupeur, on voit le puissant fleuve, de 40 m. de largeur, se précipiter, de rapide en rapide, dans une fente réduite à 1 m. 62 de largeur. Ceux qui veulent noyer ce paysage ne l'ont certainement jamais contemplé. On l'admire mieux encore un peu plus loin, à une ancienne cabane de douaniers, d'où un sentier descend au bord du fleuve. En bas, il est encombré par les éboulements et la végétation; mais le spectacle devient fantastique. Après



Nég. Auteur.

L'ÉTROIT DE MALPERTUIS A 1 M. 62 DE LARGEUR.

Cl. To Mo.



Nég. Auteur.

CHAOS ET RÉSURGENCE DE LA GLIÈRE.

Cl. To Mo.

une série de rapides-chutes de 3 m. de haut, le Rhône s'étale dans une cuvette ovale, prodigieusement érodée et percée de cannelures, trous et oules de toutes formes et de toutes dimensions; puis vient le Malpertuis même, avec sa largeur de 1 m. 62, où l'on a trouvé 28 m. de profondeur d'eau et qui est, comme la Perte, un phénomène probablement unique au monde.

Boissel ne put passer qu'en faisant tirer puis redescendre son bateau par-dessus l'obstacle. On voit encore les scellements de l'ancienne passerelle; et, parmi les fissures rocheuses, un petit ruisseau descend en cascates dans un ravinement de la rive droite.

Pour aller voir le Chaos, la Cascade et les « sources » de la Glière, il faut remonter de 80 m., presque au niveau de la voie ferrée. Le passage est dur, au pied des escarpements du tunnel de la Marthéraz. Entre les buissons, les cailloux et les roches, on rejoint, vers la galerie de déblai du tunnel (à l'alt. de 349 m.), un sentier qui descend du sommet de la rive droite, et qui presque aussitôt se trifurque. Un premier embranchement rebrousse vers l'amont. Il est praticable et conduit au bord du Rhône, au milieu des immenses blocs de la cascade de la Glière. Aujourd'hui l'espace entre les blocs ne permettrait pas le passage d'une barque, qui serait d'ailleurs fracassée par la violence de la chute. Une grande partie de l'éboulis actuel est donc postérieure à 1795.

Sur la rive droite, et au-dessus de la chute, un gros ruisseau sort en cascade d'une crevasse rocheuse. C'est la plus importante des « sources » latérales du Cañon, dont l'existence avait été niée avant mes recherches par les protagonistes du projet de Génissiat (8). Tout ce tableau de la Glière est d'une sauvagerie écrasante. Le grondement du fleuve furieux, dans un étroit encore fort restreint est terrifiant. Cela rappelle un peu les blocs de Samson du Verdon (v. p. 19). Mais ce dernier n'a pas de cataracte pareille à celles du Rhône qui, en revanche, ne possède point les 400 à 1 100 m. d'entraille de son prodigieux sous-affluent. L'un et l'autre site doivent être conservés précieusement au premier rang des curiosités de la France. Et c'est pourquoi (depuis 1909) je défends, avec tant d'apreté, ces bas-fonds du Cañon du Rhône contre les atteintes industrielles.

Après la Glière, le Rhône reprend un peu de largeur, mais les démolitions de la rive droite ont encombré son lit. Il faut remonter jusqu'au deuxième des embranchements signalés plus haut. Celui-ci est un sentier de pêcheurs, assez commode, vers les grèves plus accueillantes de Soussac ou Cul-de-Sac. Mais là encore, au bord du fleuve, un cap rocheux, le Bec-du-Paradis, barre le chemin le long des eaux. Une fois de plus, il faut regraver, près de la voie ferrée (plus haut même en 1910).

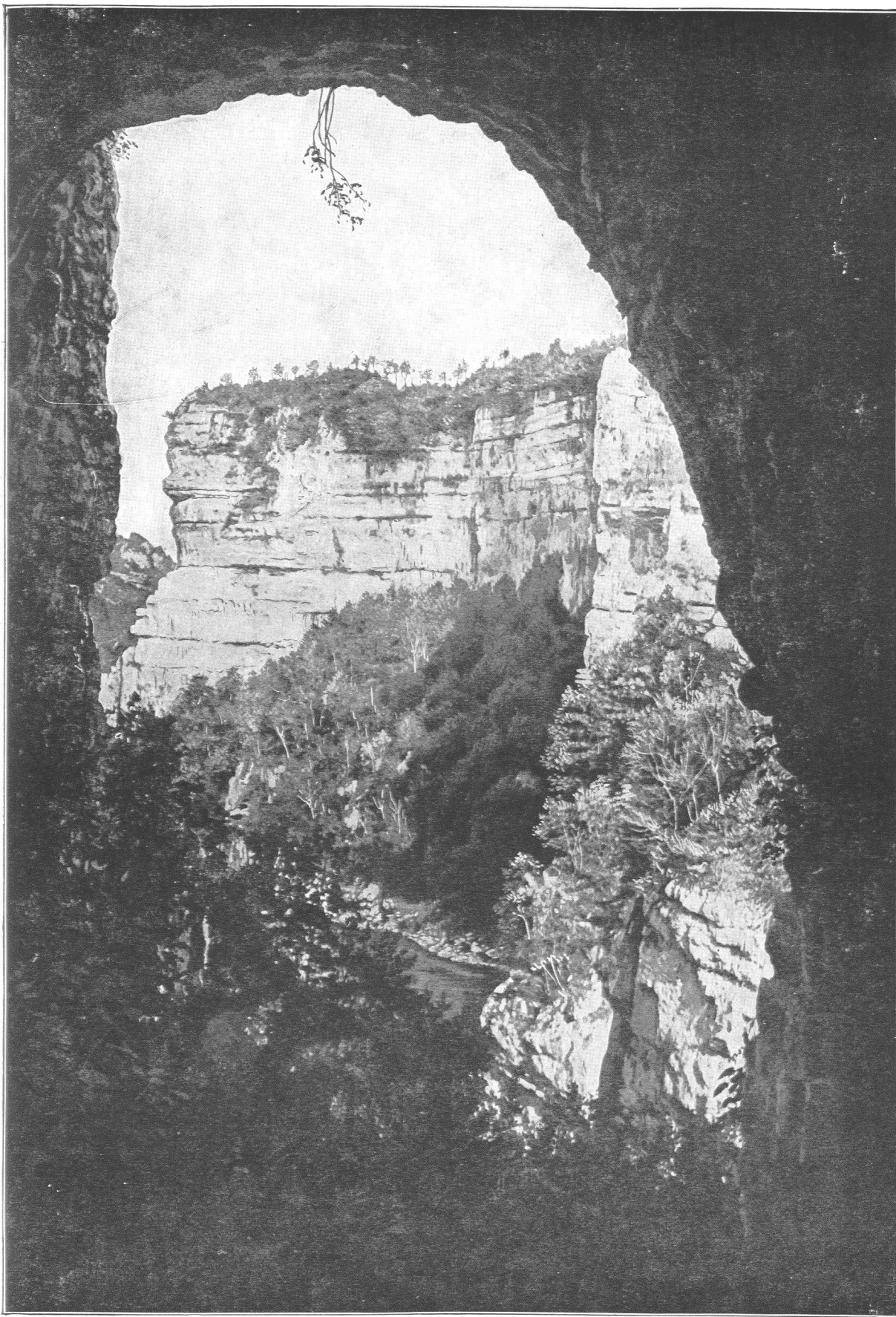
C'est ici qu'au printemps de 1911, les Forces Hydrauliques du Rhône ont fait pratiquer, dans les falaises de la Bressanne, sur la rive droite, en face du cap de la Glière, précisément dans le plus grandiose site du Cañon, un chemin et un escalier d'accès. Ainsi, on a rendu beaucoup plus commode et moins fatigante l'approche du fond du Cañon.

C'est la traversée du ravin « des Gorges », le plus grandiose de tous. Le cap de la Glière, la plus haute des falaises, forme sur la rive gauche un à-pic convexe de 135 m. de hauteur. Du nouveau sentier, la scène s'admire dans toute son ampleur. On passe en dessous de deux ouvertures de cavernes, si peu profondes que ce sont plutôt des auvents, mais très élevés en gigantesques cintres, la Bressanne.

En face, sur la rive gauche, à un coude brusque (à 45 degrés environ), tout un pan de falaise a glissé dans le fleuve, dont un bras passe par derrière, indiquant ainsi (de même que tous les restes d'éboulements anciens et modernes de ces parages) combien peu solides sont les calcaires fissurés urgoniens; l'imprudence d'y créer, par le grand barrage de Génissiat, une surcharge d'eau de six à sept atmosphères, qui provoquerait certainement de retentissantes dislocations nouvelles, saute aux yeux les moins prévenus.

La voie ferrée elle-même, quoique maintenue à 13 m. au-dessus du plan d'eau projeté, aurait certainement à pâtir du contre-coup de ces perturbations. La C^{ie} P.-L.-M. ne manquera pas de s'en aviser!

Les nouveaux escaliers aboutissent à un ancien chemin encore bon, celui qui a été coupé en amont par les éboulements du Paradis. Ici, le fleuve, de nouveau rétréci à 10 m., s'engage sous

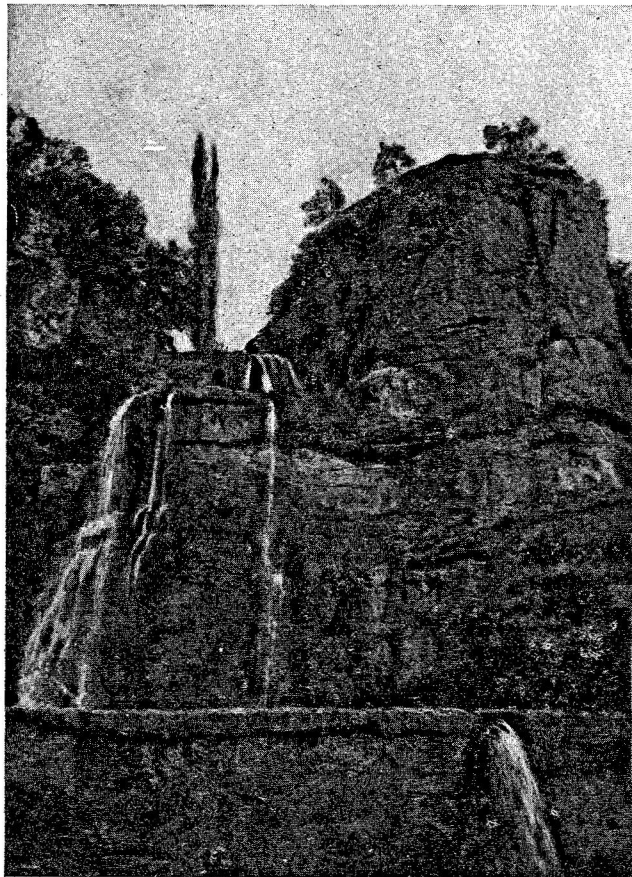


Nég. Auteur.

LE CAP DE LA GLIÈRE (HAUTEUR 135 M.) VU DE LA GROTTES SUPÉRIEURE DE LA BRESSANNE.

Cl. To. Mo.

une exquise voûte de verdure, véritable rue d'eau, où le beau courant vert coule avec un calme souverain dans un couloir de près de 500 m. de longueur. A l'extrémité, le Rhône tourne brusquement à 80 degrés et sa gouttière rocheuse s'élargit, au point où le franchissait jadis la passerelle de Monthoux supprimée par les douaniers. On voit encore, sur la rive gauche, une pile. Désormais, le fleuve a retrouvé des largeurs d'au moins 20 à 25 m.; les sentiers sont bons; on



CASCADE A GOURS DE GÉNISSIAT.

peut suivre la rive droite presque au niveau de l'eau, ou remonter sur le plateau de Génissiat pour regagner la halte du chemin de fer. La cascade du moulin Gabet (r. g.), avec un grand encorbellement rocheux (accompagné d'éboulements), a un air de caverne en amont de l'emplacement même proposé pour le barrage de Génissiat. Le sentier qui remonte vers la rive droite est pourvu d'un escalier en fer.

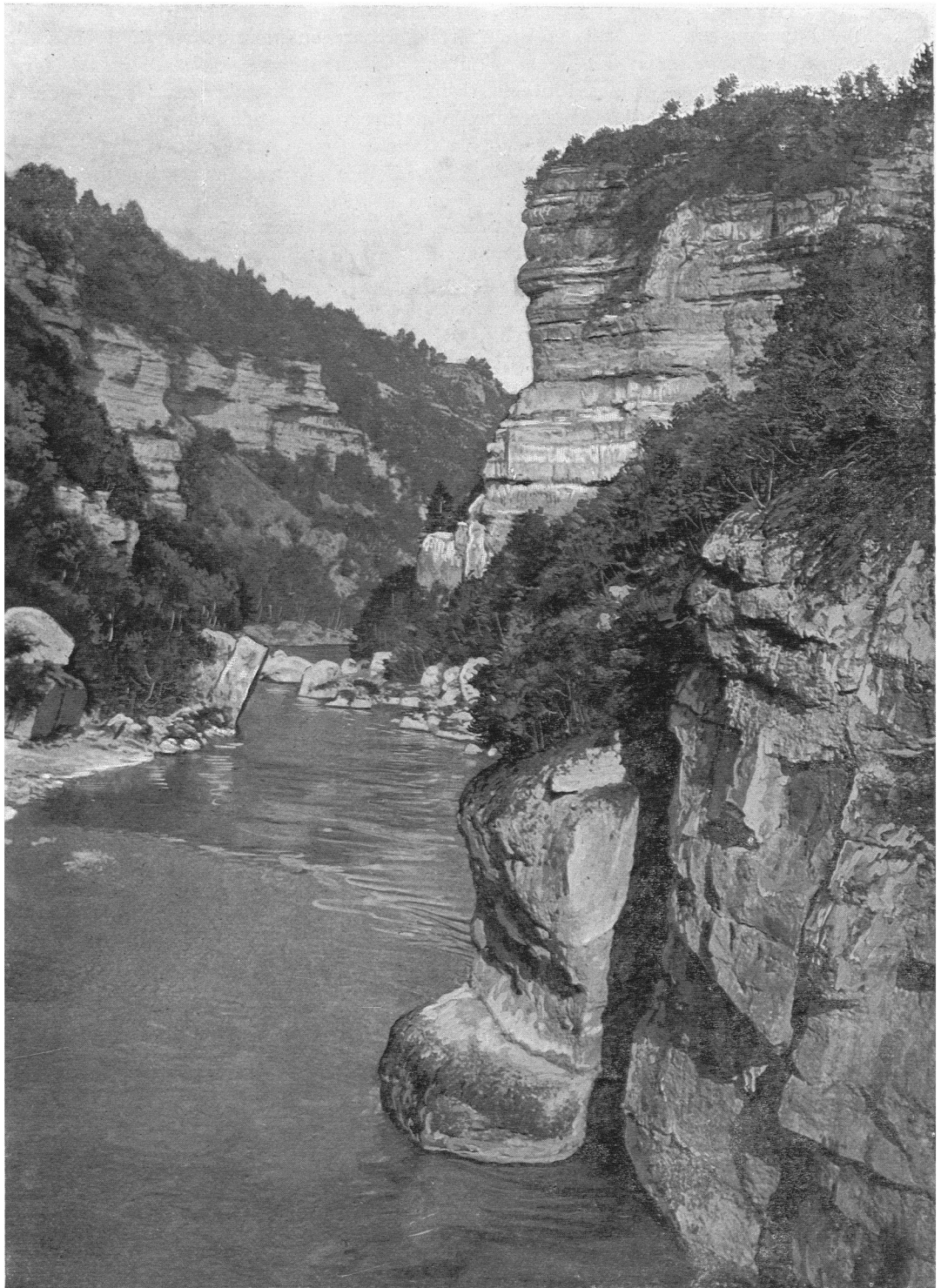
Pour finir, il faut pousser au delà du château ruiné de Génissiat, sous lequel jaillissent encore des « sources », jusqu'à l'issue du grand ravin de Billiat; une cascade, belle après les pluies, est singulièrement disposée en gradins, qui ne sont autre chose que des cuvettes formées par les eaux incrustantes, exactement à l'image des *gours* des rivières souterraines.

Tel est ce précieux ensemble de la Perte et du Cañon du Rhône. En suivant sur l'une et l'autre rive les deux lèvres du Cañon et en descendant à tous les points du fond où il est possible d'accéder, douze sites y sont tout à fait remarquables : 1° la Perte; 2° la passerelle d'Arlod; 3° la cascade à roche perforée de Nant-Poé (r. dr.); 4° la cascade à encorbellement et la gorge de Chantavril (r. dr.); 5° le point de vue des prés des Fées (r. g.); 6° celui de la Marthéraz (r. dr.); 7° celui de la cabane des douaniers au-dessus de Malpertuis (r. dr.); 8° l'Étroit

même de Malpertuis (au fond); 9° la Glière (au fond); 10° le cirque de Paradis à la Bressanne; 11° le couloir de Monthoux; 12° le Moulin Gabet.

Or il n'en subsisterait rien si on exécutait le projet de Génissiat. Tandis que bien peu de dépense serait nécessaire pour en livrer commodément l'accès à tous promeneurs. Anéantir ces tableaux merveilleux serait un abominable forfait. Voilà pourquoi, comme pour les polders du mont Saint-Michel et pour la résurgence et les gorges de la Loue (Doubs), il s'est ouvert ici un conflit entre l'utilisation économique d'une force naturelle toute-puissante et la conservation d'une magnificence, naturelle aussi, du sol français (8).

L'inachèvement et par conséquent l'instabilité du cours du haut Rhône résultent de nombreuses considérations géologiques accumulées depuis de Saussure. En 1908, H. Schardt signalait l'existence d'un ancien bras (d'époque glaciaire) du Rhône, au sud de Fort-l'Écluse, par Clarafond (à l'ouest du Vuache) et la vallée des Usses (*Congrès intern. de Genève*, t. II, p. 319, avec profil) (9). Cet ancien bras de Clarafond a été remblayé par le fluvio-glaciaire (A. Souleyre, *Mémoire III*, 1923,



Nég. Auteur.

« Cl. Nature ».

A DROITE EN BAS : ROC DÉCOLLÉ DE LA BRESSANNE; A DROITE AU FOND : CAP DE LA GLIÈRE (HAUT 135 M.) ET ÉBOULIS; A GAUCHE AU MILIEU : BEC DU PARADIS (COTE 265).

Le barrage de Génissiat engloutirait ce site sous 67 m. d'eau.

v. p. 252 etc...). Dans son cañon actuel, le Rhône reste encore en plein travail, à la fois d'érosion et de remplissage. C'est un danger. Et il est d'autant plus irrationnel de s'obstiner à fermer les yeux sur les risques résultant — dans toute la région — de l'action des eaux souterraines et de la fissuration des roches (10), que les avertissements naturels n'ont pas manqué.

Le 3 janvier 1883, un grave éboulement survint dans le tunnel du Credo (Crêt d'Eau ou Crêt Haut) sur le chemin de fer de Genève, près de Fort-l'Écluse. Il avait été provoqué par la crue d'une résurgence et la sape continue de l'érosion souterraine. On trouva, dans la conduite naturelle, des galets roulés *absolument sphériques*, preuve matérielle de la puissance *mécanique* de l'eau. J'en ai recueilli de presque aussi réguliers à Miremont, dans le Carso (cours souterrain de la Piuka et grotte Falkenhayn), à Bramabiau, au Trou de Souci (Côte d'Or), etc.... (Lenthéric a représenté ces boules dans son ouvrage : *Le Rhône*. — *V. Revue générale des Chemins de Fer*, mars 1883 et mars 1885). Et l'accident s'est renouvelé, les 2 et 11 janvier 1900 (11).

De son côté, la Valserine, qui en sortant de la Michaille (12) tombe au Rhône par une belle clue entre Bellegarde et Coupy, est singulièrement comminatoire aussi. D'abord, à 7 km. en amont de Bellegarde, dans un étranglement de sa vallée, la Valserine disparaît presque entièrement (comme le Tarn au Pas du Souci) sous un gigantesque chaos d'éboulis (dû peut-être à l'effondrement d'un ancien tunnel naturel). C'est là qu'on a construit (en 1909) le viaduc en maçonnerie du Pont des Pierres, pour le chemin de fer électrique de Bellegarde à Chézery (arche de 80 m. de portée, haute de 65 m.).

Plus bas, en amont de Bellegarde, le phénomène naturel si pittoresque du Pont des Oules est un véritable Lapiaz de rivière, ou de fond de vallée encore en voie de creusement (v. p. 210). Il a été l'objet d'une belle étude (*La Géogr.*, décembre 1903) de E. Chaix du Bois, qui a sondé ses gouffres et ses marmites (13).

Enfin, le 21 janvier 1910, il s'est produit aux confins du Jura, à 5 km. nord-ouest de Seyssel, non loin de la rive droite du Rhône, un éboulement très singulier, qui faillit détruire un des plus jolis sites de l'Ain, la cascade de Dorches (14).

Il est vraiment nécessaire que tous ces faits (dont on pourrait multiplier les exemples) soient pris en considération par rapport au peu de solidité des parois du Cañon du Rhône.

NOTES ET APPENDICES

(1) BLANCHARD (Marcel), *Projet de canalisation du Rhône entre Lyon et Genève* (1720). (*R. géo-alpine*, t. VIII, f° 2). — *La Géographie*, fév. 1921. — Projets de 1720 et 1750 de Genève à Seyssel d'après deux documents des archives de Turin. — Th. TURRETTINI, *Utilisation des forces motrices du Rhône*. Paris, Baudry (Régularisation du lac Léman).

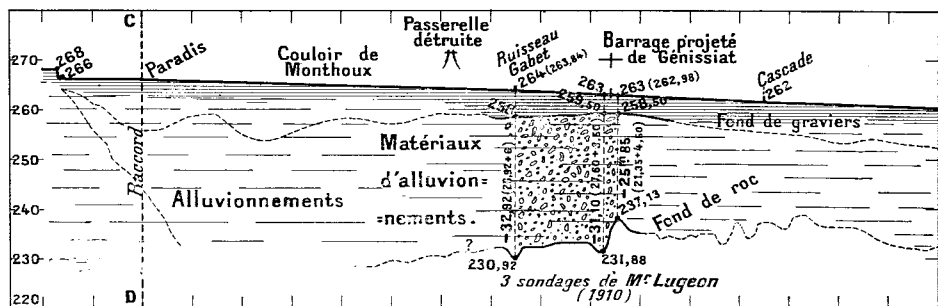
(2) H. B. DE SAUSSURE, *Voyage dans les Alpes*, t. I, édit. de 1779; édit. de 1787, t. II, p. 401. — BOISSEL DE MONVILLE, *Voyage pittoresque et de navigation exécuté sur une partie du Rhône réputée non navigable*, in-4°, Paris, an III, 156 pages, 1 carte et 17 planches. — Abbé J. MARTIN, *Rev. de Géogr.*, t. IV, 1910, p. 78. — RENEVIER, *Mémoire géologique sur la perte du Rhône*, in-4°, et pl. Genève, 1852. — Général BOURDON, *Le Cañon du Rhône* (*Bull. Soc. Géogr.*, 1^{er} trimestre 1894, p. 70 à 134, 7^e série, t. V). — H. SCHARDT, *Eclodae geologicae helveticae*, 1900. — JAYET (Adrien), *Etude stratigraphique de la perte du Rhône*, 16 p. Genève, 1925.

Depuis longtemps on a expliqué le phénomène par l'existence, en profondeur, de couches moins résistantes et de fissures, travaillées par l'érosion tourbillonnaire (v. la belle pl. de DESSAIX et X. EYMA, *Nice et Savoie*, II, p. 44, 1864, avec brève mais exacte description). — J. VALLOT, *Les Marmites de géants*, v. p. 39).

La suppression ou tout au moins l'insignifiance de la perte sont énoncées à tort, dans : MARC LE ROUX, *Guide de la Haute-Savoie*, Paris, Masson, 1902, p. 16; — Guide JOANNE, de *Bourgogne, Jura*, etc. (édit. 1909; rectifiée maintenant d'après mes données); — E. GRANGIER, *Merveilles de la France*, Hachette, 1913, p. 316 et 321, etc. A corriger aussi un article de la *Revue T. C. F.*, de juillet 1914, p. 310, etc.

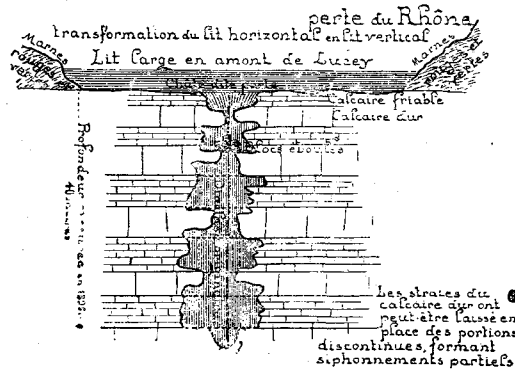
(3) *J. Off.*, 6 avril 1904, p. 2157 et 25 avril 1912, p. 4008. — *Spelunca*, n° 37, p. 228. — *Nature*, 1878, 22 mai 1909 et 2021, 17 février 1912. *C. R. Ac. Scie.*, 8 janvier et 23 décembre 1912. — Soc. d'agr. scie. et industrie de Lyon, Conf. du 8 novembre 1911. — *La Géographie*, 15 mai 1912, p. 385 et 15 mars 1914 avec bibliographie et plan original au 20 000^e. — *La Montagne* (Revue du Club Alpin) décembre 1912. — *Le Conseiller des Touristes*, octobre 1918.

(4) En réalité, la fissuration et l'érosion combinées donnent la clef du célèbre phénomène. Il présente une com-



E. MORIER, Del.

plète analogie d'origine avec certaines rivières intérieures, dans les diaclases du calcaire. En profondeur, les strates compactes n'ont pas été partout emportées; par endroits il en subsiste des fragments, conservant d'une paroi à l'autre la continuité de la dalle résistante; ces *témoins en place*, véritables ponts, ignorés parce qu'ils sont submergés, ne peuvent être que sporadiques, comme ceux reconnus dans les profils de la rivière souterraine de Padirac; en somme, ni une perte totale, ni un siphon proprement dit.



COUPE DE LA PERTE DU RHÔNE.

E. FOURNIER a parfaitement reconnu que le Rhône « disparaît là dans une fente des calcaires urgoniens » (Rhodanien) au fond d'un synclinal (*Excursions dans le Jura en 1910 et 1912*, Besançon, 1913).

Il en résulte que la perte du Rhône deviendra une chute proprement dite, seulement le jour où le lit du fleuve se sera suffisamment approfondi en aval, pour abaisser le plan d'eau dans la fissure, et pour créer une vraie chute sous le pont de Lucey, disposition qui se trouve déjà réalisée par la Linth (canton de Glaris, Suisse), à la Pantenbrücke.

En 1894, le général Bourdon écrivait déjà : « Les accidents locaux ne doivent plus être conformes aux descriptions de Boissel... » « C'est au jugé qu'on a fait la carte du fleuve. Le lit n'en a pas été coté. »

Très approximativement, c'est-à-dire au simple baromètre altimétrique, j'ai relevé le profil en long du cours du Rhône du Pont de Lucey jusqu'à Génissiat. Il en est ressorti les constatations suivantes :

Profil en long. — Le cañon, de Bellegarde à Pyrimont, s'est encaissé de 30 à 140 m. et sinueusement, sur 12 km. dans les grandes diaclases du calcaire urgonien, élargies et approfondies par l'érosion (mécanique), la corrosion (chimique) et la pression hydraulique du cours d'eau. Son profil en long est encore bien loin de la courbe théorique (v. p. 13). — La pente du fleuve est de 2,609 pour 1 000 de la frontière suisse à la chute de la perte du Rhône; — de 4,875 pour 1 000 de celle-ci à Génissiat (3,75 pour 1 000, si l'on déduit les 9 m. de la chute; mais 6,545 pour 1 000 du sommet de cette chute au pied de celle de la Glière); — et de 0,714 pour 1 000 seulement de Génissiat à Pyrimont. — C'est-à-dire qu'entre les mollasses d'amont et les alluvions d'aval, les bancs les plus résistants du calcaire urgonien imposent encore au profil du Rhône une *bosse* et des accidents irréguliers. Pour le fond du lit, les sondages de 1909 à 1911 ont révélé les faits représentés par la figure, faits que les caprices de la fissuration des calcaires expliquent tout naturellement.

En résumé : 1° Le Rhône, à sa perte, s'engouffre dans une grande diaclase du Calcaire (profonde de 60 m.); 2° le fond du lit présente la plus grande irrégularité; 3° deux seuils rocheux résistants ont créé la cascade de la perte et le rapide-chute de Malpertuis, celui-ci suivi d'un second rétrécissement du Rhône dans une diaclase (28 m. sondés sans compter les alluvions probables); 4° à l'aval de Malpertuis, l'atténuation de la pente et l'élargissement du thalweg ont fait passer le cours d'eau de la phase transporteuse à la phase déposante; ainsi les graviers, galets, etc., se sont accumulés au fond du lit jusqu'à 27 m. 60. Donc le cañon du Rhône, encore en pleine évolution, est fort loin de son achèvement : c'est un gros péril pour les projets de grands barrages, puisque le fleuve travaille toujours. Enfin, il est très nettement évident que, jadis, le Rhône a coulé 60 à 80 m. plus haut, sur le plateau (couvert de ses alluvions) qui porte Bellegarde; ses anciens lits et terrasses sont visibles jusqu'à Genève.

Comme on a contesté les déductions tirées de mes observations sur ce profil, je me crois autorisé à reproduire l'appréciation de M. Ch. Lallemand, directeur du nivellement général de la France : « Depuis, le service de nivellement général de la France a eu l'occasion de déterminer l'altitude d'un certain nombre de points accessibles du Cañon, ce qui a permis d'en dresser un nouveau profil... Dans l'ensemble, la concordance est remarquable : le plus grand écart, inférieur à 4 m., se manifeste à la passerelle d'Arlod : il ne dépasse d'ailleurs pas l'erreur possible des déterminations barométriques ». (*Comm. Man.*, 16 mai 1921). (L'erreur d'Arlod vient de ce que je n'ai pu qu'évaluer la hauteur de la passerelle au-dessus du courant.)

(5) La question des *zones franches* de Gex et de la Haute-Savoie, établies au profit de Genève par les traités de Paris (20 novembre 1815) et de Turin (15 mars 1816), acceptées par la France en 1860, a donné lieu à de grandes complications diplomatiques (Le traité de cession de Nice et de la Savoie à la France est du 24 mars 1860; le plébiscite d'annexion du 22 avril; la prise de possession du 14 juin). Une convention franco-suisse du 6 août 1921, mise en vigueur par la loi française du 16 février 1923 et le décret du 10 octobre 1923, fut repoussée par un *réfendum* du peuple suisse, c'est-à-dire par la majorité pro-allemande (400 000 voix contre 90 000), le 18 février 1923, et par notification du gouvernement fédéral du 19 mars 1923. Le 10 novembre 1923, le gouvernement français fit néanmoins occuper la frontière par ses douaniers. Pour sortir d'une situation inextricable, un compromis du 30 octobre 1924 convint de renvoyer la France et la Suisse devant le Tribunal d'arbitrage; on choisit, pour ce rôle, la cour permanente de justice internationale (à La Haye). Mais, au début de 1927, cette convention n'était pas encore ratifiée par le Parlement français (v. *Documents parl.*, 1926, Projet de loi 1816 et annexe n° 3151, Ch. Députés, 7 juillet 1926. *J. Off.*, p. 990). Les pourparlers continuent, mais la tension semble diminuer car, à fin mars 1927 la Suisse a consenti à l'abrogation de la neutralité de la Savoie du Nord.

Il ne faut pas oublier qu'en 1914, la Suisse invoqua les traités de 1815 à 1816, pour obliger la France à supprimer et déménager, au grand désespoir de nos infirmières, les ambulances qui avaient été coûteusement et utilement organisées à Évian.

(6) V. dans *La Nature*, n° 1685 (9 sept. 1905, article de J. Corcelle, p. 233), une vue du confluent du Rhône et de la Valserine, en 1875, avant les travaux.

(7) A bien plus grande échelle, Stanley (en 1876-7) rencontra des cascades latérales se précipitant ainsi dans

les parties encaissées du Congo (*A travers le continent mystérieux*, 1874-77, Paris 1879); v. aussi les raccordements des affluents latéraux de la Durance (p. 217).

(8) Voir la note 15 pour le résumé des projets d'aménagement du Rhône — des controverses relatives aux barrages, — et de la bibliographie.

(9) L'étude de ses alluvions et de son évolution a été reprise par DOUXAMI, *C. R. Ac. Scie.*, 4 mars 1908 et *Bull. carte géol. France*, n° 81, in-8°, 22 p., 1901. — W. KILIAN, *Histoire du Rhône pléistocène* (*Zeitsch. für Gletscherkunde*, t. VI, 1911, p. 31). *C. R. Soc. Géolog.*, 2 mai 1921. — L. DONCIEUX, *Ancien passage du Rhône à Clarafond* (*Bull. carte géol.*, n° 140, p. 56 et n° 151, 1924, p. 123, et *C. R. Ac. Scie.*, 18 juillet 1921). — LUGEON et VILLEMAGNE, *C. R. Ac. Scie.*, 10 janvier 1921, 1^{er} sem., p. 109. Ceux-ci avaient exagéré l'épaisseur du remplissage, d'après Kilian, qui croit la roche en place à 15 m. ou 17 m. de profondeur et considère ce bras comme le prolongement d'une ancienne Valserine, etc....

Notons une fois de plus l'emploi des termes impropres de « corrosion mécanique » (v. p. 58) encore appliqués ici au creusement du Rhône par E. DE MARGERIE (*La Géol. dans la Science française*, Paris, Larousse, 1915), tandis que L. W. Collet, Delebecque (*les Lacs*, p. 316) appellent la corrosion « érosion chimique » (v. chap. I, note 12) et que A. Allix parle même de « corrosion » sous-glaciaire. Comment parvenir à se comprendre?

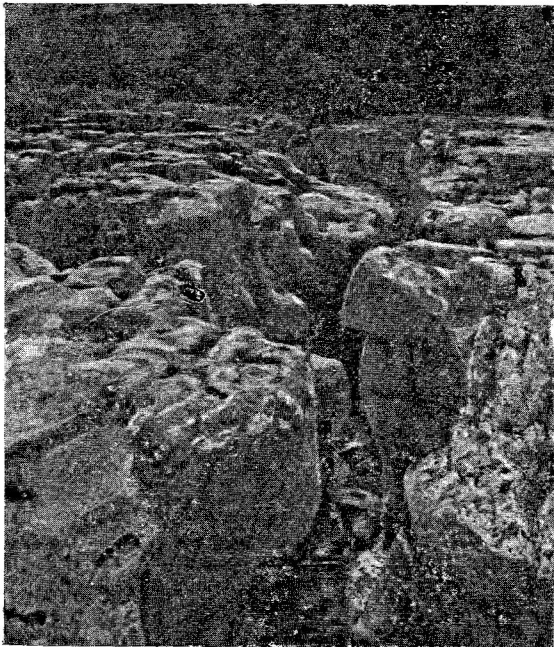
Rappelons l'intéressant travail de BAEFF, *Les Eaux de l'Arve, érosion et transport des rivières torrentielles*, Genève, 1891.

(10) Sur les accidents dus à la fissuration des roches, (v. p. 77) (Gorge du Loup), *Nature*, 2162, 26 avril 1924, *Catastrophe d'Amalfi*.

(11) Au moment où l'express de Bellegarde s'engageait sous le tunnel, au kilomètre 128, la voûte s'est effondrée, et



CHUTE DE LA VALSERINE DANS LES OULES.



LAPIAZ DU PONT DES OULES.

un éboulement de 150 mètres environ s'est produit, tombant sur la tête du train. La machine, le fourgon, le wagon-poste et deux voitures déraillèrent. Il n'y eut que 2 blessés, grâce au sang-froid et au courage du mécanicien Laporte qui, aussitôt son train stoppé, traversa, au péril de sa vie, l'éboulement pour prévenir un train de marchandises venant de Genève et qu'il allait croiser. Le 2 janvier on estimait à 15 m³ les blocs tombés. Le 11 janvier, une nouvelle chute de roches eut lieu plus considérable encore : la masse des éboulis évaluée à 200 m³ obstrua le passage complètement. Il n'y eut, fort heureusement, aucun accident de personne (*Le Matin*, des 3 et 12 janvier 1900).

(12) De la Valserine à Seyssel la rive droite du Rhône est le petit pays de *Michaille*, au pied de la longue crête (Crêt du Nu, 1 534 m.; Grand Colombier, 1 534 m.) qui le sépare du Val-Romey et de la vallée du Séran (aux sous-sols complètement inconnus).

(13) Sa largeur au point où on le traverse est de 41 m. La Valserine, en 1889, recouvrit de plus d'un mètre la passerelle. Un des sondages a donné :

Au-dessus de l'eau	10 m. 80
Dans l'eau, sans toucher le fond	15 m.
Donc, sans atteindre le fond	25 m. 80

Il y a deux petits cañons juxtaposés (l'un continuellement en activité, l'autre intermittent), et des centaines de marmites (de 0 m. 05 à 4 m. de diamètre et de 0 m. 05 à 6 m. et plus de profondeur), présentant tous les degrés de développement; « c'est le parfait musée de l'érosion mécanique ». Nulle part, on ne peut mieux se rendre compte de la transformation progressive des séries de marmites contiguës en une gorge continue.

Dans une marmite à grosse « meule », on voit que le sable, en tournoyant, a arrondi un bloc immobile. On

note aussi les marmites inachevées, en « fond de bouteilles ». En résumé et comme au Verdon, c'est bien l'érosion

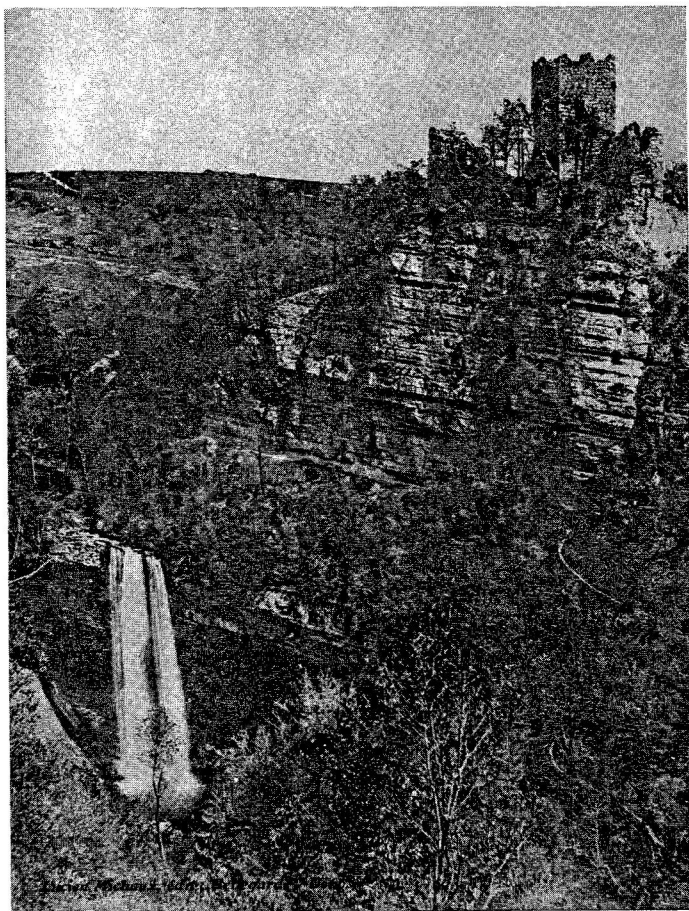
tourbillonnaire qui a prédominé au Pont des Oules (V. p. 39).

Sur ce point, les traités de géographie physique ont tort de ne pas rappeler le phénomène du même genre, créé par les rapides et cascades du fleuve Orange (Afrique méridionale) au lieu dit les Cent Chutes. Il y a là, sur 26 km. de longueur, un formidable lapiaz de rivière, avec cañons et cascades, clues et rapides, pertes et résurgences. Il a été décrit en détail par Farini (*Tour du Monde*, 1886, 2^e sem., liv. 1352).

(14) A 9 h. 30 du matin, une masse de terrains argileux néocomiens s'ébranla (entre Orbanous et Dorches) dans la direction d'une cascade curieusement encorbellée. A onze heures, le glissement s'arrêtait, heureusement, avant d'avoir comblé la cuve d'érosion excavée au pied de la tour ruinée. Sans faire de victimes, le phénomène forma une immense crevasse, qui bouleversa toute la topographie locale; une grande route fut coupée et déplacée; et divers supports métalliques de transmission de force électrique tombèrent dans la crevasse, large et profonde de plusieurs décimètres.

A la fin d'octobre 1910, la crevasse commençait à se recombler. Le cube des terres déplacées a été évalué à 300 000 m³. Il est certain qu'une source a dû provoquer le délaïement d'assises argileuses, puis le déplacement des terrains qu'elles supportaient. Ceci témoigne de la puissance destructive des infiltrations souterraines, et des modifications qu'elles peuvent apporter à la surface du sol même à l'époque actuelle (v. p. 75, Roquebillière).

(15) Résumer tous les projets qui ont été conçus pour utiliser le « Haut Rhône français » ce serait édifier une montagne de chiffres et noms fastidieux. La bibliographie seule remplirait des pages. Rappelons tout au moins (depuis 1900) : V. CAMBON, *Forces motrices du Rhône captée à Bellegarde* (Ann. Soc. Agricult., Lyon, t. IX, 1902, séance du 29 mars 1900) et *Nature*, 1785, 9 septembre 1905 (Projets Garcia, Planche), etc. — BLONDEL, HARLÉ, MAHL, *La Houille blanche*, janv. et avril 1907, mai et novembre 1908. — BLONDEL, DE LA BROUSSE, TAVERNIER, HENRIET,



Cl. Michaux.

CASCADE ET TOUR DE DORCHES.

ARMAND, A. F. A. S., 1908, p. 3. *Ville de Paris, Rapport sur le projet de Génissiat*, 1908. — L. JACQUINET, *Les intérêts de la région de Bellegarde*, Bellegarde, 1910. — LUGEON et DE VALBREUZE, *La houille blanche*, juillet et août 1911. — WAHL, *idem*, décembre 1911, etc. — [MAHL, Congrès de navig. intérieure de Lyon, 1921 (juin). — MAUVERNAY, COUTAGNE, MARTEL, Trois conférences à la Société d'Agriculture scie. et arts de Lyon, 8 novembre 1911. — L. ARMAND, *Navigation du Rhône* (Ann. Ponts et Chaussées, n° 70, 1911). — ROCHET et LUGEON, Conférence du 13 mars 1912 à Zurich, avril 1912. — M. LUGEON, *Etudes géolog. sur le projet de barrage du Haut Rhône* (Mém., Soc. géolog., 20 août 1912). — A. SOULEYRE, *Revue scient.*, 18 et 25 janvier, 1^{er} et 8 fév. 1913. — J. LEVAINVILLE, *Ann. géogr.*, 15 janvier 1914, (favorable au projet de Génissiat). — V. CAMBON, *La France au travail*, 15 janv. 1914 (Défavorable à Génissiat). — A. ROUSILHON, *L'utilisation du Rhône*, Paris 1914. — MARCELLOT, MONNOT, FAGET et COULON, *Projet de tunnel rive gauche*. Paris, sans date, 1913. — Depuis la guerre, les rapports et publications ont foisonné : L. BORDEAUX, *L'aménagement du Rhône* (*Revue des Deux Mondes*, 1^{er} mai 1921). — *La question du Rhône* in-8°, Paris, Paget, 1920. — *Propositions du comité d'études du Rhône au Minist. des travaux publ.* (MAILLET, de la BROUSSE, ARMAND). — LÉON PERRIER, *L'aménagement du Rhône*. Rapports au Conseil Général de l'Isère depuis 1918 et *Annales de l'Energie*, Lyon (mars-avril 1921, très clair résumé), etc. — P. BOUGAULT, *Législation de cours d'eau*, divers ouvrages, 1902-1921. — A. LORBERT, *La France au travail* (Région de l'Est), Paris, 1926.

Il y a eu trois catégories de projets mis en avant : 1° les barrages-réservoirs; 2° les dérivations latérales; 3° la combinaison (mixte) des deux premiers.

I. BARRAGES-RÉSEROIRS. — 1° L'ancien projet Planche en prévoyait deux : l'un de 36 à 38 m. sur fond de roc, à l'amont de la Perte du Rhône, l'autre de 25 m. 43 à l'amont du Pas de Malpertuis. Deux chutes de 45 m. et 24 m. seraient ainsi fournies à deux groupes d'usines (Projet dit des Deux Biefs).

2° Barrage unique de 100 m. 10 de hauteur totale à Génissiat (dont 31 m. 10 de fondations dans 3 m. 50 d'eau et 27 m. 60 de matériaux meubles d'alluvionnement; 120 m. de largeur au sommet et 40 à la base). Projet

Blondel, Harlé, Mahl). Un seul groupe d'usines, chute de 69 m., bief de 23 km. jusqu'à la frontière suisse, 38 ha. et 50 millions de m³ à l'altitude de 263-332 m. Noyant le Cañon et la Perte.

3^e Barrage unique de 68 m. (fondations comprises) en amont de Malpertuis; noierait encore la Perte et la moitié du Cañon.

II. — Les propositions de DÉRIVATIONS sont nombreuses.

CROLARD (1910), de Collogny à Pyrimont, tunnel de 8 km. abandonnant la navigation; MAILLET (1919), *Génie Civil*, 1^{er} sem., 1920, sous Sémène, deux tunnels de 2 k. 6 et 8 k. 5 *navigables*; RIPERT, *Génie Civil*, 25 septembre 1920, par Clarafond, Vangy, les Usses, très complexe; — X..., *Dérivation Grésin-Monthoux. Génie Civil*, 4 févr. 1922. — J. BOUDER, *Dérivation Grésin-Monthoux (Vie technique industrielle, octobre 1922)* et divers autres (Marcellot, Monnot, Faget, Couton). On leur a fait à tous des objections tirées de la nature des terrains à traverser. Elles tomberont si l'on veut bien renoncer à la navigation.

Déjà l'usine-barrage de Chancy-Pougny à la frontière franco-suisse, alimente, depuis 1925, l'usine de la Plaine, en amont (Suisse) et celle des Etournelles, en aval. Le barrage a été construit (1920-1924) par la maison Locher et C^{ie} (DE ZÜRICH). Il a 51 m. de hauteur, fondations comprises, et permet d'évacuer des crues de 1 800 m³ (*Génie Civil*, 5 juillet 1924). Ce barrage du moins n'abîme rien et il pourrait préluder au système de dérivations pour la région d'aval. — L. VENNIN, *Bull. Soc. ing. civils*, avril-juin 1924 et *Revue génér. Médic.*, 12 juillet 1924.

Rappelons aussi qu'on a percé en 1922 avec succès un tunnel de dérivation du Doubs, de Grosbois à Saint-Hippolyte, donnant 38 m. de chute, à 18 m³ par seconde (Renseignement de E. Fournier).

III. — Dans le type mixte, mentionnons les projets Souleyre (1920), barrage de 26 m. 50 en amont de la Perte du Rhône, tunnel de 4 700 m. du Pont de Grésin à Génissiat; pas de navigation.

Maillet, Souleyre, Maître : dérivations et plusieurs petits barrages (de 14 à 17 m.), à réaliser par étapes, avec navigation ultérieure éventuelle et réservée, « la voie naturelle passant incontestablement par la Saône » (p. 252). Si le système des barrages devait l'emporter, le premier projet (Bellegarde et Malpertuis) est certainement plus sûr, plus conservateur que Génissiat et tout aussi utilitaire, avec ses deux retenues. A un dixième près, cette subdivision en deux paliers fournira la même force hydraulique; elle coûtera à peine la moitié de Génissiat. On aura deux groupes d'usines au lieu d'un en cas d'accident ou de chômage.

Et elle permettra, notamment, la conservation du Cañon et de la Perte du Rhône, et l'aménagement du bief de Malpertuis-Arlod pour la visite en bateau (comme au lac de Chauxaillon sur le Doubs), entre Malpertuis et le confluent de la Valserine, parcours actuellement impossible. On ne submergerait que les pieds des cascades de Chantavril et de Nant-Poé. Ce bief de Malpertuis est le seul qui puisse fournir une modification heureuse; des sentiers sont faciles à établir à l'aval de Malpertuis dans le fond. Ainsi on réalisera l'aménagement du Cañon. Si l'on ajoute que les belles conceptions électriques de M. Blondel sont intégralement applicables au projet des deux barrages, on devrait rationnellement conclure que son exécution serait préférable à celle de Génissiat.

Aux États-Unis, le grand pays des monumentaux travaux hydrauliques, la discussion ne se serait même pas soulevée; car les Américains ont le talent de concilier à la fois la protection de la nature et le développement des industries. Il y a longtemps que, chez eux, la Perte et le Cañon du Rhône eussent été déclarés Parc National et que cela aurait dû être fait chez nous.

Quant à l'exécution du second projet (Génissiat) elle serait une pure folie. J'ai, à bien des reprises, expliqué en détail comment la fissuration des roches encaissant le cañon (dont j'ai accumulé les preuves), les sous-pressions, les éboulements fréquents des falaises, les crues subites du Rhône (par l'Arve), permettent de prédire la rupture de l'ouvrage, suivie de ravages étendus bien loin à l'aval. Ce serait commettre la plus périlleuse imprudence, que d'asseoir ce barrage sur 27 m. 60 de galets, graviers et sables, dans une vallée aussi peu achevée, aussi évoluant encore, que le Cañon du Rhône. On ne pourra ni décaper, ni obturer entièrement les anfractuosités du fond pour bien enraciner l'ouvrage. Il restera des fuites qui le feront céder tôt ou tard. Et alors la vague subite de 50 millions de mètres cubes mis en débâcle propagerait sans doute jusqu'à Lyon la pire des catastrophes.

Boissel l'avait déjà dit, ajoutant : « qu'il faudrait abandonner l'idée du barrage du Rhône, si l'on ne trouvait un moyen de se rassurer pleinement sur sa solidité » (*Mém.* de 1795, p. 125).

M. L. Perrier a reconnu la complexité de la solution des barrages, dans une gorge à « rochers supposés compacts et étanches » et sujette à alluvionnements. Il requiert aussi la sécurité des populations d'aval, qu'il ne faut pas livrer « à une aventure ».



ÉBOULEMENT ET CREVASSE DE DORCHES (1916).

Sans parler de Bouzey (27 avril 1895; alerte de 1884) où la fissuration ne fut pas en cause, la liste est longue des catastrophes récentes dues aux ruptures : Hauserlake sur le Missouri, 14 avril 1908; Huelva, Espagne, 13 janvier 1911 (onze morts); Austin, Pensylvanie, 30 septembre 1911 (plus de 150 morts); Weisses Desse (Bohême) le 28 septembre 1916 (haut. 14 m. 16) (3 à 400 000 m³); au lac Standley (N. de Denver), haut. 34 m. 50, 1908-12; affaissement en 1914-18; par suite d'infiltrations (*Annu. E. et F.*, 49, 1917-18, p. 531 et 540). Digue de Lincoln (Angleterre), fin mai 1920. Digue de la vallée de Conway (Pays de Galles), 2 novembre 1925 (lâche subitement 4 millions de mètres cubes). — La rupture de celui du Gleno à Dezzo, près Bergame (Italie) fit de 600 à 700 victimes (30 nov.-1^{er} déc. 1923). V. Ch. DANTIN, *Rupture du barrage de Gleno (Génie Civil*, 12 avril et 18 octobre 1924, *Ann. E. et F.*, fasc. 54, 1924 (1926), p. 141, avec biblio). Le sinistre fut dû surtout à l'insuffisance des calculs et aux défectuosités de maçonnerie (rapport Strucky). Ce barrage-voûte n'avait que 27 m. de hauteur et faisait une retenue de 5 millions m³ seulement. Commencé en 1920, il fut rempli le 22 octobre 1923. Le béton était mauvais et provoqua des infiltrations, etc. Et le rocher de fondation était trop lisse (serpentine polie) et incliné vers l'aval. Le barrage fut insuffisamment ancré, etc. (*Nature*, 2612, 26 avril 1924.) (Catastrophe d'Amalfi.) — Plus anciennement, la digue de Lorca (Murcie-Espagne) montre encore son énorme trouée de rupture en 1802 (V. E. RECLUS, *Géogr.*, t. I, p. 780). En 1925 la gelée détruisit le barrage-voûte du lac Gem (Californie) imprudemment édifié en 1916 à 2 760 m. d'alt. et soumis à des températures de — 22° (*Génie Civil*, 19 sept. 1925).

Au XIII^e siècle avant J.-C., le roi Lockman construisit une digue réservoir immense en amont de Saba (Arabie Heureuse, Yémen); la reine Balcyz (Balkhis de Salomon) la fit agrandir. Au IV^e siècle de notre ère, la digue se rompit brusquement et Saba fut complètement détruite. Toute la région fut ruinée (GLASER, *Saba*, 1883-1888 et M. LAMARE, *Géogr.*, juin 1924).

La plupart du temps, les infiltrations soit dans l'ouvrage, soit dans les rocs d'assiette et d'appui, ont causé les sinistres tout à fait évitables.

Il y a longtemps que Maurice Lévy signalait (*C. R. Ac. Scie.*, 5 août 1895) le danger de la sous-pression des eaux pénétrant dans les fissures de la maçonnerie.

On a eu tort de qualifier cette appréhension de « crainte excessive ». D'autant plus qu'on reconnaît « qu'il est rare que le terrain d'assiette soit parfaitement étanche ». (*Ann. Direct. E. et F.*, fasc. 53, 1923, p. 117 et 135). Ceci est l'absolue vérité. Et l'on n'a pas tenu suffisamment compte du fait très curieux, que j'ai signalé en 1912 à propos du remplissage du barrage Roosevelt (Arizona). Ce remplissage a purement et simplement déplacé des sources thermales qui, jaillissant jadis à l'amont, sourdent maintenant à l'aval de l'ouvrage (*C. R. Ac. Scie.*, 23 déc. 1912). Quel sera le résultat de la future érosion souterraine de ces eaux chaudes?

DE LAUNAY, *Géologie et minéralogie* (1922, p. 295-299) a mis en garde contre les barrages imprudents. CREAGER, *Construction des grands barrages en Amérique* (Paris, Gauthier-Villars, 1923) s'inquiète de l'imperméabilité du sol des fondations. V. aussi E. BELOC, A. F. A. S., Bordeaux, 1895.

En 1920, la Société électro-mécanique de Paris élabore un nouveau projet de dérivation « par crainte d'une rupture possible des barrages » (*Bull. Soc. hist. natur. Savoie*, t. XIX, 1919-21, p. 44).

Le géologue savoisien Revil est favorable au système de la dérivation; il redoute l'ensablement en amont d'un barrage élevé, parce que le cañon est encore en voie de formation. Et il rappelle que l'ingénieur Gotteland « a toujours craint que sous la pression de 70 m. d'eau, les barrages ne soient pas complètement étanches » (*Bull. Soc. Hist. natur. Savoie*, t. XIX, 1919-21, p. 44).

En outre, on discute âprement sur les avantages respectifs des barrages-poids (pleins) et des barrages-voûtes (évidés). Feuillet et Touche ont étudié les grands barrages aux États-Unis en avril-juin 1921. « Il n'y a pas eu d'accidents aux murs-voûtes (Dezzo est postérieur); — mais il y a eu 17 accidents aux murs-poids » (dont 12 pour mauvaises fondations). *Ann. E. F.*, fasc. 52, 1921, 22, p. 179-224, p. 512, etc. GARNIER, *Les Barrages (Vie technique et industrielle, avril-septembre 1924)*, estime que les barrages-voûtes ne sont économiques qu'au-dessous de 40 m. de hauteur (*Génie Civil*, 22 nov. 1924). — Ch. RABUT, *Conditions de sécurité des barrages massifs (C. R. Ac. Scie.*, 5 et 12 mai 1924) a énoncé que « la rupture d'un barrage se produit presque toujours au retour d'une charge à laquelle il avait résisté » (C'est ce qui arriverait pour l'Ardeche). Il répète que le principal danger est bien celui des infiltrations provoquant les sous-pressions de Maurice Lévy : « Le péril est surtout pour la face aval ». « Les désastres dont se compose l'histoire des barrages massifs, concourent à établir que l'infiltration est une maladie mortelle pour ce type d'ouvrages ». Ses efforts « sont beaucoup plus étendus, plus dangereux qu'on ne le supposait ». E. BATICLE, *Les barrages à voûtes multiples et la sécurité (Génie Civil*, 12 juillet 1924) dit que « les barrages-voûtes ne présentent pas les garanties de sécurité théorique voulues ». Ils sont moins solides que les barrages massifs — gravité — poids. On n'y tient pas compte des sous-pressions de Maurice Lévy. D'ailleurs la circulaire du 19 octobre 1923, *Min. Tr. Pu.* « d'un américanisme très prononcé », a même tendance « avec de prudentes réserves » (*Instructions et règles à suivre pour la construction des barrages de grande hauteur*, Paris, L. Eyrolles, 1923, 48 p., 2 fr. 50). On veut rejeter la règle de Maurice Lévy à cause du surcroît de dépenses qu'elle inflige. Mais il faut absolument tenir compte des infiltrations. Elles sont dangereuses dans beaucoup de terrains pour les barrages-voûtes eux-mêmes, surtout sur radier. Stucky et Bolomey ont même compté les effets de la sous-pression parmi les causes de la catastrophe de Dezzo survenue pendant ces controverses. Elle aurait bien dû assagir les promoteurs — techniques aussi bien que financiers, — de toutes les conceptions périlleuses qui ont suscité le conflit aigu du « procès des grands barrages ». — C. GUMI, A. F. A. S., Grenoble, 1925, p. 184.

En Suisse même, on avoue que les retenues géantes du Wäggi-thal (Schwyz, au sud-est du lac de Zurich), de Barberine, du lac Ritom (1 835 m., 5 prise à 1 802 m.), ont donné lieu à des mécomptes. S'ils cèdent ils emporteront des villages et « l'alluvionnement finit par tuer l'ouvrage ». (P. Girardin, Rapport sur le prix Marcel Benoit au Prof. A. Heim, en 1924). — H. SCHARDT, *Geol. Verhältnisse des Stau-werkes Wäggithal (Eclogae Helveticae*, n° 4, de 1924; barrage de l'Eng-Pass, haut de 68 mètres (109 m. avec les fondations); 140 millions de m³; gêné par une faille, des grottes, émergences, résurgences, sous-écoulements, trop-pleins d'eau, etc., dans le crétacique). V. *Génie civil* 16 et 23 mai, 4 juillet et 19 sept. 1925.

Aussi l'Espagne et l'Italie entrent-elles maintenant dans la voie de réalisations plus prudentes (V. E. IMBEAUX,

Ann. E. F., fasc. 47, p. 359). Bref, il est patent que les optimistes n'arrivent pas à calmer les craintes manifestées. Au surplus, P. LÉVY-SALVADOR (*Hydraulique, barrages, chutes d'eau pour l'énergie électrique*, 3^e édition, Paris 1914) a expliqué qu'« en France surtout, il y a fort peu d'emplacements favorables ».

Supposons maintenant que nos appréhensions soient exagérées sur la solidité de l'assiette du barrage de Génissiat, — sur les sous-pressions, — sur les perturbations apportées par la démolition des rives en amont, — il subsistera toujours un autre irréfutable argument contre un aussi haut barrage en cet endroit : celui du colmatage rapide de la retenue, à cause surtout des apports de l'Arve. M. Coutagne a calculé que quatre-vingts à quarante ans pourraient suffire pour combler le bief (v. p. 41, le colmatage de Quinson sur le Verdon et p. 19 celui d'Avignonnet sur le Drac).

Car on ne pourrait, à Génissiat, mettre les vannes de purge qu'à 35 m. sous l'eau, c'est-à-dire à mi-hauteur. De plus, on n'a pas réfléchi qu'une réserve de 50 millions de m³ est vraiment trop faible pour la dépense à engager.

Aux États-Unis, le barrage de la rivière Shoshone (100 m. 10 de hauteur, dont 25 m. 42, de fondations; 61 et 18 m. 50 de largeur seulement) emmagasine onze fois plus d'eau (563 000 000 m³ sur 2 700 hectares) (*V. Annu. Direct. E. et F.*, fasc. 53, I. N., 1923, p. 114 et s.). Celui d'Exchequer Dam, 336 millions de m³ avec 100 m. 65 hauteur totale.

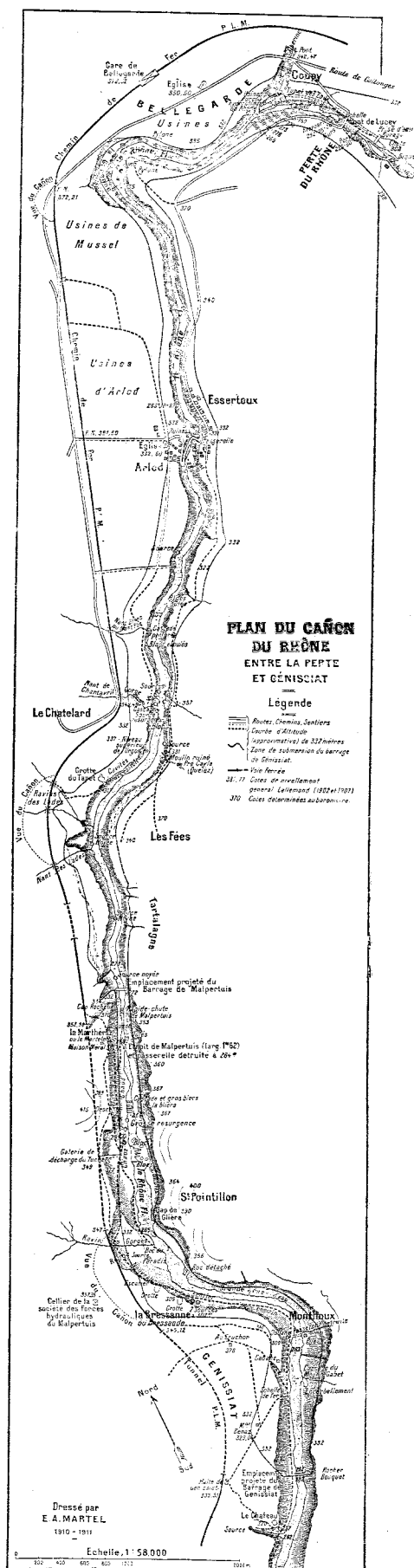
La Roosevelt-Dam (Arizona) haute de 97 m. 53 (dont 10 m. 97 de fondations), près de trente-deux fois plus (1 584 millions m³), parce qu'elle est à l'aval d'une grande surface submersible. Il est vrai qu'aux États-Unis, l'immense étendue des espaces inhabités, désertiques même, a laissé le champ libre aux vastes submersions. C'est ainsi que les grands barrages de Croton et Ashokan (pour les eaux de New-York), de Roosevelt et de Shoshone (pour l'irrigation des déserts) n'ont rien noyé de regrettable.

M. La Rue propose même sur le Colorado à Lee's Ferry, au confluent de Paria River, entre Glen et Marble Cañons, un barrage de 219 m. de hauteur et 320 m. de largeur, avec retenue de quarante milliards de m³ et transfert de force à 400 km. en Californie (Kirk-Bryan, *J. of géolog.*, Chicago, août-sept. 1922). C'est au pays désertique des Navajos. (*V. aussi Génie civil*, 28 février 1925.)

Le territoire français ne permet pas de réaliser des mégalongies de ce genre. L'Allemagne s'y prête mieux, puisque le barrage de l'Eder (canal du Rhin à la Weser), avec 50 m. de hauteur, retient 170 à 220 millions de m³. Le barrage de Fortore projeté en Italie méridionale avec 75 m. de haut, retiendrait 410 millions de m³ (*E. IMBEAUX, Ann. E. F.*, fasc. 47, p. 370). Celui du Nil à Assuan accumule 1 600 millions de m³. On en projette un autre de 4 000 millions de m³ en amont de Karthoum. Dans le « Nord-Este » Brésilien on a créé plus de 250 réservoirs d'irrigation, de 100 000 à 200 000 000 de m³. En 1924 on a établi celui d'Oros, sur le rio Jaguaribe (Tara) actuellement le plus grand lac artificiel du monde, — avec 3 200 millions de m³, — par un barrage de 52 m. de hauteur seulement. Quatre autres ouvrages moindres créent des biefs de 900 à 1 500 millions de m³. — Avec 26 m. 80 de hauteur seulement celui de Quexodor emmagasine 190 millions de m³ (*L. MARTIN, Nature*, 2761, 15 mai 1927). Voilà des retenues imposantes, qui font sourire devant les 50 millions de m³ de Génissiat, et surtout devant l'erreur flagrante, irréfutable, — de placer des barrages à l'aval des rétrécissements de gorges (comme on le projette aussi sur l'Ardèche). On n'obtient pas un remous assez volumineux. Sous ce rapport, les projets de Carejuan (v. p. 41), Sainte-Croix-du-Verdon, Serre-Ponçon (p. 201) étaient satisfaisants. Ceux du Rhône français ne verrouillent que des « étroitures ». Celui du Sautet (p. 19) est parfait.

M. L. Perrier a même déclaré que « la solution pratique du problème ne saurait résider dans la création de biefs artificiels, dont la capacité utile sera forcément restreinte », et « qui ne seront jamais que des réservoirs de pointe ou de compensation quotidienne ». (Alors, ils ne justifieront ni la dépense, ni le risque, ni le dégât.) Et il évoque « l'aménagement rationnel du Lac Léman ».

Pour Génissiat, enfin, la dépense serait prohibitive. D'autant plus qu'il ne semble pas que les évaluations aient prévu les indemnités d'expropriation, à allouer aux villages, biens et cimetières, submergés à Essertoux (noyé sous 11 m. d'eau), Arlod, Bellegarde et Coupy, jusqu'à la cote 332. Pas plus que le coût des réfections de viabilité entraînées par la suppression du Pont de Lucey. — Mon plan publié en 1914 au 20 000^e et réduit ici au 58 000^e a donné la courbe approximative de 332 m., qui délimite



la zone (trop étroite pour être efficace) de submersion. Comme infime contrepois envers tous ces arguments formels, on n'a pas craint de faire état, en faveur de Génissiat, d'un motif spécieux, fort aisé à réfuter. On a dit que « ce barrage transformerait en un lac navigable de 23 km. les gorges autrefois inaccessibles et dont les beautés sont loin de valoir celles des Gorges du Tarn ». On ajoutait que le « lac ainsi formé constituerait par lui-même une beauté pittoresque beaucoup plus visitable et tout aussi attrayante, unique en son genre en France ».

Il faut s'inscrire en faux contre cette fallacieuse argumentation, qui cherche à donner le change, et fait preuve d'une complète méconnaissance des lieux. Des chiffres de mon profil en long du Cañon du Rhône (v. note 4) il résulte que le lac de Génissiat, loin de créer une beauté pittoresque, noierait ce qu'il y a de vraiment beau, le fond lui-même. Les falaises de la Glière n'atteignent que la cote 400 à 405, le niveau du bief serait à 332 m. et le Paradis se trouve à 265 m. Donc, au point le plus creux, la moitié de la gorge serait submergée (jusqu'à 13 m. en dessous de la voie ferrée qui est ici à 345 m. 12).

Il n'en resterait que la partie élevée, la plus évasée et la moins curieuse. Il se pourrait même que la solidité du remblai de la voie, entre les deux tunnels de ces parages, en fût compromise. Ceci concerne la Compagnie P.-L.-M. A l'amont, ce serait pire, parce que, à son début, le Cañon est moins encaissé. Au droit de Malpertuis (272 m), la falaise n'a plus que 353 à 382 m. d'altitude, il n'en subsisterait donc que 21 à 50 m. d'émergés (au lieu de 80 à 110 m.). Aux cascades de Chantavril (307 m. au sommet) et de Nant-Poë, tout le cañon serait sous l'eau, y compris les deux cascades (submergées de 25 et 28 m.), Arlod, Essertoux (11 m. d'eau), une partie de Bellegarde et la Perte du Rhône. Bref, la navigation de plaisance sera ramenée au parcours d'un simple étang, entre berges banales, qui n'aurait absolument rien d'attrayant.

Quant aux Gorges du Tarn, je déclare nettement que le Cañon du Rhône, quoique moins long (12 km.) et moins profond, est tout aussi digne de visite, à cause de la grande puissance du cours d'eau — de sa Perte, — et de ses étranges accidents.

On a aussi publié une gravure, représentant la future usine avec cette légende : « L'édification de ces bâtiments disposés en gradins avec un art admirable, sur d'énormes masses de rochers, donnera au paysage une superbe allure de grandeur et de puissance. » On a dit encore : « Quant à la Perte du Rhône, il faudra en faire son deuil; mais est-il bien raisonnable de mettre en balance une simple curiosité naturelle avec une richesse naturelle qui représente au bas mot un revenu annuel de 10 millions. »

Je proteste avec la dernière énergie contre la barbarie de ces paroles et la fausseté de ce raisonnement.

Ajoutons que le barrage de Génissiat ne réaliserait même pas le record, puisque celui de l'Arrow Rock au Boise Cañon (États-Unis) a 106 m. 70 à 300 m. de largeur et 7 m. 60 d'épaisseur au sommet et que le Sautet aura 125 m. d'élévation.

Et cependant, hypnotisés par l'idée du grandiose, par la gloire de créer là un des deux ou trois plus puissants barrages du monde, les plus honorables notoriétés scientifiques se laissent entraîner à défendre à outrance cette conception : c'est devenu une question d'amour-propre, d'entêtement et d'acharnement suisses. Elle fait complètement perdre de vue, et déplorablement, que sous cette grave et aiguë polémique, on doit avant tout défendre la région Lyonnaise et la France, contre les cupidités financières et la chasse aux ... parts de fondateurs! *Il faut le dire!* Car il est déplorable qu'on ne comprenne pas que de faméliques vandalismes se dressent là réellement contre un phénomène géologique incomparable, et contre nos épargnes (si compromises, hélas!). Au lieu de les expulser et de les désarmer, il semble au contraire qu'on les encourage. On ne saurait trop flétrir de telles tendances; elles excusent l'emploi de termes farouches et violents. J'y reviendrai, à propos de l'Ardèche.

Et si je m'acharne à combattre ces ruineuses et périlleuses idées, c'est que je veux aller à l'extrémité de tous les efforts pour empêcher qu'on abîme et dépouille notre Pays. Mais je crains bien, hélas, de ne crier que dans des oreilles systématiquement fermées.

L'historique des efforts faits pour imposer, puis pour sauver Génissiat, est par lui-même impressionnant. Techniquement, leur point de départ est une erreur matérielle et de fait.

En mai 1911, M. Maurice Lugeon déclare : « C'est justement un des caractères remarquables du cañon du Rhône, de ne présenter que de très rares diaclases, et de ne posséder aucune grotte ni débouché d'une source vauchusienne; et ce fait, qui peut surprendre au premier abord, s'explique aisément par une série d'arguments ». Il conclut à l'inexistence de « pertes naturelles dues à l'imagination féconde d'amateurs géologues empiriques. Nous ne devrions pas nous arrêter devant les argumentations d'esprits chagrins et timorés, qui méconnaissent, comme de parti pris, les conditions génésiques des dispositions géologiques de la région, — des hommes habitués à se promener dans les failles béantes de quelques régions du globe. » (Conf. du 10 mai 1911, à la Soc. d'Agr. Scie. et Industrie de Lyon, publiée dans *La Houille Blanche* (Lyon-Grenoble, juillet 1911, n° 7, p. 170-183; tirage spécial de juin 1911).

Mais, voici qu'en octobre 1910 et octobre 1911, en prenant la peine de descendre jusqu'au fond des parties les plus difficiles à atteindre du cañon, j'ai fait savoir et rappelé (Conf. à Lyon du 8 nov. 1911) que, depuis 1795, on connaissait des excavations dans les parois de la gorge. Les recherches de M. Renard et les miennes (1902, 1910, 1911) y ont, en outre, relevé beaucoup d'anciennes grottes, résurgences hors de service, ainsi que 14 sources actuelles, sans parler de celles noyées dans le lit du fleuve. Elles sont presque toutes sur la rive droite (à cause du pendage des couches) et je les ai marquées (ainsi que les principaux points d'éboulement) sur le plan provisoire au 20 000^e (que j'ai dressé alors) du cañon du Rhône.

Aussi, en 1912, M. Lugeon est-il amené (*Études géologiques sur le projet de barrage du Haut-Rhône, Mém. Soc. Géol. de France*, 4^e série, t. II, mém. n° 8, p. 25. Paris, Soc. Géol., in-4°, 136 p., 38 coupes et pl., 20 août 1912) à se rectifier lui-même en ces termes : « Une phrase de M. Delafond (niant les sources et la perméabilité du cañon), « m'avait conduit à ne faire aucune recherche spéciale dans le cañon, et j'ai dit qu'il n'y avait aucune source sur la rive gauche et qu'il était surprenant qu'il n'y en ait pas sur la rive droite. Depuis lors, j'ai inspecté soigneusement le cañon. Cette recherche m'a montré que les sources étaient bien absentes sur la rive gauche, ou ne consistaient qu'en suintements insignifiants, mais qu'elles étaient plus fréquentes sur la rive droite ». Et il en indique sept (une comme triple) dont trois que, moi-même, je n'ai pas vues (au pied de Génissiat).

Tels sont les textes, formels, inutiles à paraphraser. L'incident, d'ailleurs, fait son chemin. A la suite des objections soulevées à l'encontre du projet, le ministre des Travaux Publics, par décision du 29 septembre 1912, charge

une Commission spéciale d'étudier la question sur place. Dans deux rapports du 18 mars 1913 et du 2 mai 1913, cette Commission, parmi des conclusions hésitantes, a émis l'avis qu'il serait *plus prudent* de créer, dans les gorges du Rhône, deux biefs étagés qu'un bief unique. Mais les cinq géologues composant cette Commission, avaient trouvé que les gorges ne sont guère accessibles et ils n'ont pas tenté de les explorer. Ils les ont examinées d'en haut (notamment de la Martheraz), vers le point où Ardouin-Dumazet (*Voyage en France*, t. VIII) avoue : « Je n'ai pas osé regarder, c'est-à-dire me pencher sur la lèvres de roches dominant le défilé de Malpertuis ». Il n'y a pour-tant que 100 m. ! C'est bien bénin !

Et ils n'ont reconnu qu'une partie des grottes et sources (d'accès difficile en effet) sur lesquelles, avec M. Renard, j'ai attiré l'attention. On ne saurait donc s'étonner qu'ils ne se soient pas rangés nettement à mon avis, quant à l'influence de la fissuration sur la préparation du tracé des cours d'eau et sur les démolitions en cours. Néanmoins, ils ont estimé qu'il y avait une grande probabilité pour que l'étanchéité du bassin ne fût pas complète, quel que fût l'emplacement choisi. Ils ont avoué l'existence de poches et cavités dans le calcaire, et opiné que, tout bien pesé, un barrage de grande hauteur serait mieux placé à Malpertuis qu'à Génissiat. Bref, leurs avis, assez embarrassés, contradictoires même, sans être aussi formels que je l'eusse souhaité, m'ont en somme donné satisfaction. Mais le conflit a continué.

Après la guerre, les propagandistes de Génissiat reprennent leur campagne, et ils font confier à M. Lugeon, recteur de l'Université de Lausanne (Suisse), le soin de présider à des essais de vérification sur la solidité des fonds et des parois de Génissiat. Il paraîtrait, *sauf erreur d'information*, que de mars à décembre 1920, on exécuta ainsi *sous le Rhône*, par le travers de Génissiat, une galerie à 50 m. de profondeur. Elle n'aurait rencontré qu'une petite venue d'eau insignifiante et ascendante. Une seconde, longitudinale, n'aurait rien recoupé. Il en serait de même des sondages effectués. A Malpertuis, au contraire, une galerie à 14 m. sous le Rhône, aurait été noyée. (Dépense : deux millions.) Et Génissiat de rebondir triomphalement !

On déclare même que M. Lugeon « a mené à bien un travail d'expertise relatif à l'utilisation du Rhône pour la production de l'énergie électrique » (E. de Margerie, Comm. trav. scientif. C. A. F. 1926).

Si, réellement, les sondages ont été effectués dans ces conditions disparates, *ils ne comptent pas*. Qu'aurait-on trouvé, en effet, en perçant sous 14 m. à Génissiat et sous 50 à Malpertuis ? Pour examiner impartialement les deux faces du problème, la première nécessité est que les facteurs soient équivalents. Tels quels, ils sont disqualifiés, faute de similitude.

Tout cela a mené à cette *conclusion, qui n'en est pas une* :

Après de longues discussions, le Parlement enfante la loi inopérante du 27 mai 1921 (*J. Off.*, 28 mai) « approuvant le programme des travaux d'aménagement du Rhône de la frontière suisse à la mer, au triple point de vue des forces motrices, de la navigation et des irrigations et autres utilisations agricoles, et *créant* (?) les ressources financières correspondantes ». Fort bien : mais ce n'est qu'une loi théorique, de principes, qui, d'un bout à l'autre de ses onze articles (prévoyant concession à une ou plusieurs sociétés), ne parlait qu'au futur ; deux choses manquent à son application :

1° Le programme lui-même, qui n'est pas encore arrêté en 1927.

2° Les ressources, *qui n'existent pas* (On parlait alors d'une dépense de 3 milliards ; aujourd'hui ce serait au moins dix).

Une société unique (Compagnie Nationale du Rhône) devait être constituée, trois années au plus après la promulgation, « sinon l'État pourra concéder séparément les diverses sections » (Art. 5). Au milieu de 1927, rien n'est concédé, rien n'existe. Aussi la loi stagne, comme la plus vaste des « mares à grenouilles » qu'on ait jamais excavée ; mare actuellement évaporée. La loi de 1921 a crevé, comme un sac de papier gonflé d'air ; on n'a même pas imprimé les formules des souscriptions, obligations, amortissement, garantie de l'État, dividendes et *superbénéfices*, qu'elle avait soigneusement organisés !

La loi prévoyait aussi (art. 10) un accord avec la Suisse pour l'amélioration de la capacité d'emménagement du lac Léman (v. p. 249) avant l'ouverture de la voie navigable. Ceci ne sera pas le moindre des obstacles. Genève ne veut pas en entendre parler, et ce n'est pas sans raisons !

Et voilà l'histoire du *Haut-Rhône français*. Erreurs matérielles à l'origine et loi mort-née. *Recommandons*. Mais sur d'autres bases.

En vérité, ce qui a tout mis en échec c'est la « chimère » de la navigation de Genève à Lyon. Une bonne fois pour toutes, qu'on y renonce donc, au profit du Rhin-Saône-Rhône ; et tous les Français seront unanimes pour utiliser *raisonnablement* leur Rhône, de Bellegarde au « *double point de vue* » des forces motrices et des irrigations seulement. Donc, il faut cesser, tout d'abord, de palabrer en pure perte avec les Suisses. Il faut nous en tenir, *chez nous*, aux deux premiers points : énergie électrique et irrigation pour lesquels la conception est belle et réalisable (V. TROË, *Rapport sur l'aménagement agricole de la Vallée du Rhône*, 1919).

Encore n'est-on pas garanti, de ces chefs, contre toute déconvenue. Le Haut Rhône est surtout bas en automne et hiver, — quand les neiges ne fondent plus, — et précisément quand les villes ont le plus besoin de « force-lumière ». Le module (débit moyen) du Rhône dans son cañon est *évalué* de 280 à 350 m³-s., l'étiage d'hiver à 120 m³ les crues d'été à 1 200-1 500 m³.

Faisons maintenant le procès de cette trop fameuse navigabilité ; elle le mérite.

Cet argument illusoire, dont on a tant joué en faveur de Génissiat, n'est qu'un vieux rêve, qui a déjà hanté Céard en 1774 (barrage de 62 m. 85 à Génissiat), Lalande en 1778, Boissel en 1795, Secrétan et Jolin en 1868. Il n'a donc même pas le mérite de la nouveauté. On doit se résoudre à avouer que, maintenant surtout, ce serait, en dehors des difficultés matérielles de réalisation, une erreur économique des plus préjudiciables à la France.

M. Mahl prétendait, par le Rhône navigable et moyennant 90 millions, fournir au port de Marseille le marché de l'Europe centrale par l'intermédiaire de la Suisse et de son association romande de navigation intérieure. Or, l'industrie suisse n'existe que dans le bassin du Rhin, Winterthur, Zurich, Bâle, Neuchâtel.

Dès avant la guerre, on voyait les trains de marchandises, à Culoz et à Bellegarde, monter pleins vers Genève et descendre vides (Sauf pour certaines denrées de contrebande : en 1910, j'ai vu saisir par les douaniers, à la gare de Bellegarde, des *coffres-forts* remplis de saccharine... Ce fut une belle prise).

Neuchâtel surtout vise à cette navigabilité, mais elle écoulera aussi bien ses produits par Bâle et Mulhouse, par la jonction du Rhône français avec le trafic du Rhin, pour drainer les usines suisses et germaniques à la fois. Le bon sens indique l'élargissement de la voie d'eau du Doubs et de la Saône par la trouée de Belfort : bien que cela présente aussi des difficultés, il en coûterait bien moins pour améliorer nos canaux français de Franche-Comté, à travers une riche province, et pour porter les marchandises du Rhin au nouveau tunnel de Rove et à Marseille. Allons-nous donc, actuellement, créer une voie d'eau (coûteuse, dangereuse, improductive), en Suisse, au lieu d'utiliser et perfectionner les nôtres ? La catastrophe qui nous a éprouvés ne nous guérira-t-elle pas de faire les affaires de l'étranger à nos propres dépens ?

J'écrivais ceci en octobre 1916 (Conseiller des Touristes), en escomptant déjà le retour de l'Alsace. Depuis, rien n'est survenu qui nous oblige à nous ruiner encore un peu plus « pour les Suisses ». Et cette manière de voir a rallié bien des partisans.

De 1920 à 1923, A. Souleyre, ancien ingénieur en chef à Bône (décédé en janvier 1926), a énergiquement renforcé toute l'argumentation contre Génissiat et contre la navigabilité, dans une série d'importants mémoires, dont certains passages méritent d'être cités, pour éclairer les futurs souscripteurs de la Compagnie Nouvelle du Rhône.

I. — *Le Problème de Génissiat et l'aménagement du Haut-Rhône*, Bône, impr. Thomas, in-8°, 48 p., 10 janvier 1920. — « L'aspect du profil en long, établi au moyen de sondages n'est pas fait pour rallier à la doctrine de la seule érosion, les gens qui se sont occupés d'hydraulique. » Les éboulis sont la preuve de la fissuration préalable. « Au commencement d'octobre 1919... les « nouveaux » sondages fournissent des renseignements d'importance essentielle... ils ont fait constater la présence de fissures dans la berge, là où rien n'annonçait leur présence. A Génissiat, l'urgonien est craquelé à quelques dizaines de mètres à l'aval du sondage. » « La navigation du cañon du Rhône y est très loin de valoir de gros sacrifices. »

II. — *Utilisation de la grande chute du Haut-Rhône français*, in-8°, 16 p., Bône, Thomas, 30 juin 1921. — Le barrage n'est possible qu'à l'amont de la perte. — Au-dessus de 7 à 8 m. par seconde, la vitesse des cours d'eau produit des érosions redoutables. — Il faut ouvrir le cañon aux touristes. — Personne aujourd'hui ne se chargerait d'exécuter Génissiat : la dérivation provisoire du Rhône serait trop coûteuse : il en serait de même à Malpertuis. C'est Strasbourg-Lyon, par la Saône qu'il faut faire...

(M. L. Perrier lui-même reconnaît, en 1921, que la voie navigable Rhin-Aar-Neuchâtel-Genève « n'offre plus qu'un intérêt relatif pour notre pays, depuis le retour de l'Alsace et la possibilité du canal de la Saône au Rhin ».)

III. — *Aménagement du Rhône, entre la frontière suisse et Seyssel*, in-8°, 14 p., Bône, 1923. — Il n'y a qu'un emplacement favorable : au-dessus de la perte (seuil rocheux à la cote 302), avec assèchement provisoire par deux tunnels de dérivation (r. dr.), du Pont de Savoie à la Perte, « jetant les eaux dans le gouffre du Rhône, immédiatement à l'aval de la perte », et rive gauche entre l'amont de la Perte et Arlod.

Pour Génissiat, « son inconvénient majeur, est d'être *inexécutable*. Personne ne s'est chargé, ni à l'État, ni dans les Sociétés privées, d'aller exécuter les fondations à 32 m. au moins ».

IV. — *Comment pourvoir d'électricité... les chemins de fer et les campagnes*, Bône, 1922. — Les sécheresses de 1920 et 1921 ont mis les capitalistes en défiance contre les caprices de la force hydraulique. — Avec un barrage de 30 mètres (cote 302-332) à la perte (jusqu'à Pognay-Chancy) et des dériviages, on aurait 68 m. de chute à Génissiat (264 m.). — La loi sur l'aménagement du Rhône « au triple point de vue, etc... » résulte de la passion des formules qui sévit en France. — On n'a pas fait les sondages aux emplacements possibles. La notion du Rhône (et aussi de la Dordogne) navigable est à abandonner. « Il y a maldonne » même de Lyon à Tarascon. Il faut seulement adopter « les meilleurs tronçons à l'électricité ».

V. — *Le Grand Canal du Rhin à la Saône*, in-8°, 51 p., Bône, Thomas, 27 janvier 1921. — « La France ferait une mauvaise affaire en s'engageant à créer une voie navigable de Seyssel à Chancy. » A l'aval de Lyon, on n'a fait aucun des sondages nécessaires à un avant-projet d'aménagement...

VI. — *Aménagement du Bas-Rhône*, in-8°, 57 p., Bône, 1920. — En amont d'Aramon, entre la Montagnette et le massif au sud de Saze (Gard), il existe, à la Roque d'Acier, un seuil calcaire dont le roc serait bon pour un barrage. Le lit du Rhône est très compliqué de Lyon à Tarascon, coupé de seuils souvent sans eau et de fosses atteignant 8 m. (Il y en a même une de 14 m. à l'aval d'Arles). Ainsi, M. Souleyre formulait des objections, même sur la navigabilité de Lyon à Tarascon. Il est certain qu'en l'état actuel, elle est parfois difficile : les bateaux à vapeur pour touristes d'été voient trop fréquemment leur programme et leurs excursions empêchées par l'abondance ou la pénurie d'eau du capricieux fleuve.

La rapidité du courant est une autre entrave. Sur les 33 km. de la frontière au château du Parc, il n'y a « qu'une accumulation d'obstacles de toute nature ». A 323 km. de la mer, à Lyon, le Rhône est à 159 m. 60, altitude qui ne se trouve pour le Rhin qu'à 770 km., l'Elbe à 820, le Danube 1770 de la mer. C'est une pente de 0 m. 491. (On a donné aussi 0 m. 56). De Mannheim en Hollande, la pente du Rhin est de 0 m. 18 (0 m. 46 de Bingen à Saint-Goar, secteur difficile). Le Rhône a, comme pente, 0 m. 50 de Lyon à l'Isère, 0 m. 77 de l'Isère à l'Ardèche, 0 m. 49 de l'Ardèche au Gard. Sa vitesse atteint souvent 3 à 4 m.-s. (10 k. à 14 km.-heure), surtout vers Pont-Saint-Esprit. Les MOUILLES (parties profondes) et les MAIGRES (graviers) se déplacent constamment. Certaines années, il y a 100 à 150 jours d'arrêts. Les LÔNES ou parties formant réservoirs naturels jouent mal. Certaines crues contournent les ponts. Il faudrait un canal latéral. Cependant la régularisation du Rhône, de Lyon au canal de Marseille, est certainement plus réalisable que celle de Genève à Lyon. Et d'ailleurs on paraît se rallier à la conception d'un canal latéral, au prix de 600 millions (CONCHE, *Congrès de Lyon-Grenoble*, 1925).

M. E. HUCHET a proposé le simple touage par chaîne immergée, sur 310 km., d'Arles à Lyon : les forts courants restant un obstacle, bien qu'on ait fini par obtenir en moyenne 355 jours de navigation à tirant de 1 m. 30 (*Nature*, n°s 2741-2742, 16 et 23 octobre 1926). — v. Maurice PARDÉ, *Le Régime du Rhône*, 3 vol. in-8°, Lyon, 1925. *Calcul du débit du Rhône*, Grenoble 1925. — A Beaucaire, 360 m³ à 13 000 m³, avec module de 1,669 m³. — *Le Rhône et ses affluents*, *Revue Géogr. alpine*, t. XIII, etc.

Pour conclure, il est clair qu'on ne doit pas mettre d'entraves, de principe, à l'emploi de la richesse représentée

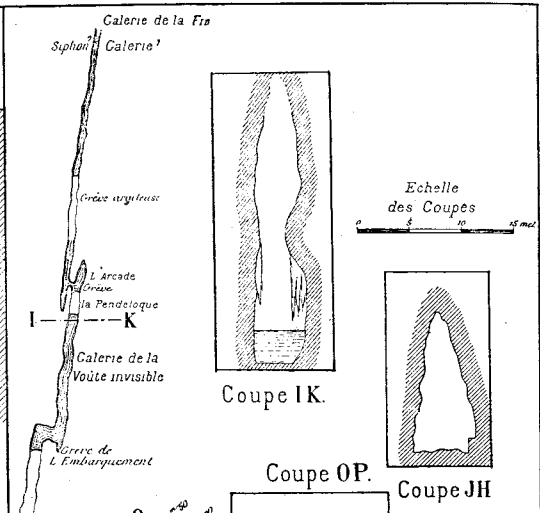
par les forces hydrauliques (ch. II, VIII et X). Mais il est *nécessaire* d'introduire, dans les projets, de la mesure, de la réflexion, du discernement.

Il faut surveiller les initiatives et refréner les appétits des financiers et des entrepreneurs. C'est envers leurs projets commerciaux qu'il importe de défendre les « pièces exceptionnelles de la parure de France », et celles-ci doivent être protégées d'abord contre les entreprises *étrangères*, surtout au change que l'on se complait à maintenir contre nous.

Et l'on n'aboutira que si l'on renonce à l'*utopie du Rhône navigable de Genève à Lyon*; — si l'on adopte, pour la force motrice et l'irrigation, un système quelconque de dérivation; — et si l'on refait en ce sens la loi du 27 mai 1921... *qui est par terre!* DE PROFUNDIS!

Le 24 mars 1927, à la Chambre des Députés (à propos de l'aménagement des forces motrices du Haut-Rhin, par la chute de Kembs) on a, incidemment, reparlé du Rhône.

M. Margaine a déclaré son aménagement « infiniment plus avantageux que le Rhin », tant pour les forces motrices que pour la navigation. — M. Charlot a rappelé que le Conseil supérieur des travaux publics ne paraît pas enchanté des résultats fournis par la régularisation du Rhône inférieur; — que la Suisse a eu soin de n'équiper que des chutes de 10 à 12 m.; — « que l'aménagement du Rhin est beaucoup plus intéressant que celui du Rhône, dans sa partie inférieure » (sans parler de Génissiat), — que la loi de 1921 n'a pas « abouti parce qu'on a vu très grand, trop grand peut-être ». — M. Loucheur dit qu'« il faut faire le Rhin *et* le Rhône ». Pour M. de Monicault, « ce qui a empêché... le Rhône, en dehors du rôle de certaines sociétés, c'est surtout l'immensité et la complexité du programme pour la navigation et la force motrice ensemble. » — M. Tardieu, ministre des Travaux publics a obtenu le vote du barrage de Kembs. Signalons enfin l'éloquent rapport de M. Ant. Borrel, député, sur l'aménagement des forces hydrauliques (29 nov. 1926; *J. of.*, docum., Parlement., Chambre, p. 144, mai 1927) : leur développement subit un arrêt; — des concessions datant de 1923 ne sont pas amorcées. — Les grands projets relatifs au Rhône, au Rhin, à la Dordogne sont en suspens; — le grand ouvrage du Chavanon (Dordogne) est abandonné, après une dépense faite de 16 millions; — d'autres « chantiers de chutes d'eau en pleine activité ont été désertés en 1926 »; — l'épargne a été mise en défiance par l'inconvénient des bas étiages et par la difficulté de recruter la clientèle, etc. — Donc il faut renoncer aux « folies grandioses ».



*Plan levé avec le concours de A PAVIE & Ch VOISIN
par Ed Rerauld, en 1894.*

