

E.-A. MARTEL

LA
FRANCE IGNORÉE

SUD-EST DE LA FRANCE



H. 23757.

UNIVERSITÉ DE PARIS
LABORATOIRE DE GÉOLOGIE

4° Fr. || *MAR*

PARIS
LIBRAIRIE DELAGRAVE

15, rue Soufflot, 15

1928

CHAPITRE XII

Jura et Bourgogne

Le Jura souterrain. — Recherches de E. Renauld. — Baume-les-Messieurs, caverne du Dard. — L'œuvre de E. Fournier : cluses, pertes, abîmes, cavernes et résurgences. — Coupes géologiques et captages d'eau potable. — Bassins fermés. — L'Ain et le Saut de la Saïsse. — Environs de Champagnole. — Les révélations de l'absinthe. — Cent kilogrammes de fluorescéine dans un petit trou. — L'origine de la Loue : pertes du Drugeon et du Doubs, puits de Jardelle, etc. — Dérivations souterraines et dessiccation du Doubs. — Lac des Brenets : les sécheresses : 1870, 1893, 1906, 1921 : fausseté de la « loi de Brückner ». — Cluse et barrage du Refrain. — Consolation et le Dessoubre. — La Reveyrotte et ses trop-pleins. — Les gouffres de 250 mètres : Paradis, Lachenau, Morey, la Baume. — Le Puits de Poudrey et les effondrements. — Les Caveaux et le puits de la Belle-Louise. — Les Puits émissifs : la Brême, l'Ain, le Puits Fénoz. — Protection de la Loue. — Combe de Noailles. — Cascade de Syratu. — Le « système » du Lison : Puits Billard, Lison, grotte Sarra-sine, la Baume. — Glacière de la Grâce-Dieu. — Grottes de Reclère, Milandre et Cravanche. — Doux et abîmes de Bourgogne. — Glacière du Creux-Percé. — Rivière souterraine du gouffre du Trou de Souci. — « Source » contaminée. — Arcy-sur-Cure et cavernes de l'Yonne. — « Sommes » de Champagne et courants souterrains de la craie. — Contamination géologique des eaux souterraines.

Pour les séjours et excursions d'été, le verdoyant et accidenté Jura — riche aussi en monuments et œuvres artistiques — serait en France région privilégiée entre toutes, si les pluies y tombaient moins fréquentes; mais les vents océaniques de l'ouest achèvent d'y déverser leur excès hydrique, tandis que les nuages alpestres venus de l'est y terminent leurs condensations; si bien que ce beau pays est vraiment trop *pris entre deux eaux*; il faut même dire *entre trois*, depuis qu'on a organisé (1893) l'exploration méthodique, si fructueuse, de ses abîmes et rivières souterraines. Préparée par de savants précurseurs (1), elle fut en réalité *mise en route* de 1893 à 1896, par Edmond Renauld. Sa principale trouvaille (1893) est celle des prolongements de la belle grotte de Baume-les-Messieurs, résurgence du Dard, affluent de la Seille, au nord-est de Lons-le-Saunier (2).

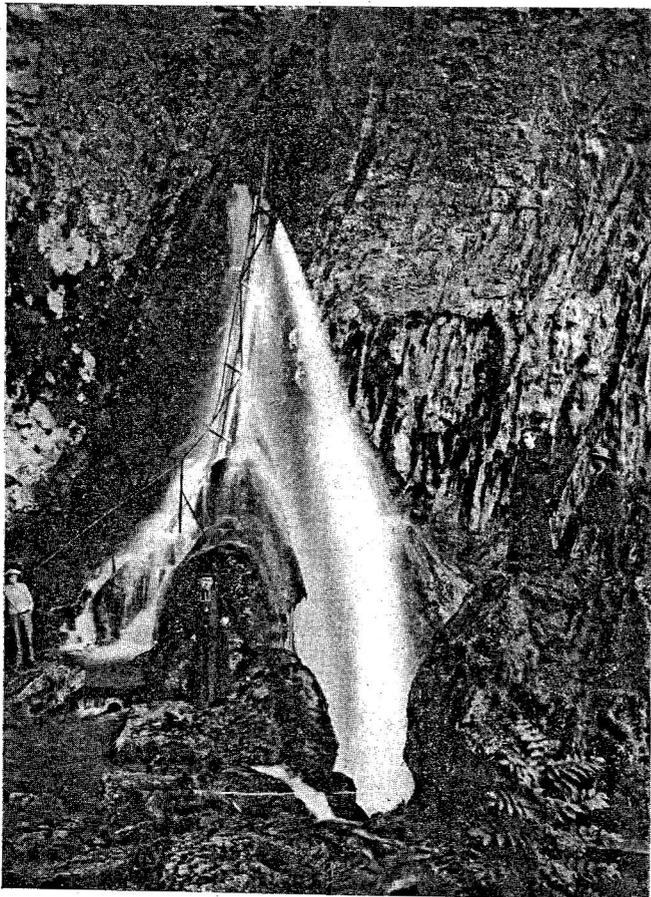
Ces recherches, sporadiquement continuées par Drioton, Viré, Küss, Chevrot, Bidot, abbé Boiteux (3), furent reprises et développées, depuis 1896, avec une envergure magistrale et une persévérance ininterrompue par Eugène Fournier, professeur de géologie à la Faculté des Sciences de Besançon.

En découvrant des centaines de gouffres et cavités insoupçonnés (dont quatre doivent atteindre de 200 à 250 m. de profondeur), il a révélé que le Jura souterrain est véritablement l'émule du Carso et des Causses pour les phénomènes du calcaire, qu'on ignorait à peu près avant son entreprise (4).

Et il a puissamment confirmé les lois désormais acquises de la formation des gouffres, cavernes et résurgences : action (érosive et corrosive sur les cassures préexistantes) des eaux extérieures absorbées, emmagasinées dans les réseaux souterrains et circulant avec profils en échelons, puis revenant au jour (par les résurgences) après un parcours souterrain plus ou moins long.

Et nulle part *sous* le Jura on n'a rencontré ces « nappes d'eau », auxquelles trop de géologues s'obstinent encore à croire, au grand préjudice des captages d'eau (5).

D'un autre côté, il ne faut pas oublier que les belles études du professeur Magnin sur les lacs du Jura (6) ont appris que beaucoup sont des bassins fermés, s'écoulant par d'impénétrables fissures, ou (rarement) par des pertes étroites, comme les Ponors dalmates ou les Katawothres grecs : par exemple, le lac de l'Abbaye de Grandvaux, à l'ouest de Morez, près Saint-Laurent-du-Jura. On y escomptait de curieuses trouvailles. Mais son exploration a été aussi décevante que possible (7).



CASCADE RÉSURGENTE DU DARD
(GROTTE DE BAUME-LES-MESSIEURS).

Cl. Renauld.

A l'air libre, de Pont-de-Poitte à Pont-d'Ain, E. Renauld avait entrepris, en 1895, avec un canot de toile, — et non sans faire naufrage, — la descente hasardeuse des belles gorges de l'Ain, inconnues, faute de chemins, sur une partie de leur étendue. Il n'a pas publié le récit de son aventure, *qui est à recommencer*. On peut juger du pittoresque de ce cañon, en traversant sa boucle de Cize Bolozan (chemin de fer de Bourg à Nantua). On y voit la rivière couler à contre-strates comme dans beaucoup de cluses calcaires (Rhône à Viviers, etc.; Loup, Ardèche; Hérisson, Saine, Doubs, etc.).

La plus belle partie est bien en amont (dans le département du Jura), vers un site qui porte aussi le nom de Vaucluse (ancienne Chartreuse), au nord-est d'Arinthod (8).

En amont, à Pont-de-Poitte, le Saut de la Saisse, sur l'Ain, n'est qu'un lapiaz de rivière en formation, comme le Pont des Oules de Bellegarde (v. p. 245).

Pour la caverne de Baume-les-Messieurs, au nord-est de Lons-le-Saunier (Jura, source du Dard) on n'a pas accru les prolongements trouvés en 1893-1895 par Renauld (2 et 9).

C'est, avec les Cavottes (v. p. 261) la plus belle grotte de Franche-Comté. Toutes deux ont supplanté Osselles si longtemps célèbre. Mais il se peut que quelques tra-

vauux en ces trois grottes fournissent d'heureuses surprises ultérieures.

On sait combien sont admirables les environs de Champagnole (Jura), très fréquentés d'ailleurs : je note seulement que la « Perte de l'Ain » est surtout une étroite clue, une fausse perte masquée sous des blocs colossaux comme au Pas du Souci du Tarn; et que les cascades de son issue sont depuis longtemps abîmées par les moulins et les usines de Sirod. En amont de la perte, en face de Conte, se dresse un intéressant groupe de rocs *ruiniiformes*.

Dans le Creux de la Reculée à Balerne, près Champagnole, un difficile parcours de 1 km. (Bidot, Chevrot, Küss en 1896, Fournier 1913) mène à un gouffre de 30 m., au fond duquel gronde un ruisseau (résurgence de Balerne) qu'on n'a pas encore pu affronter.

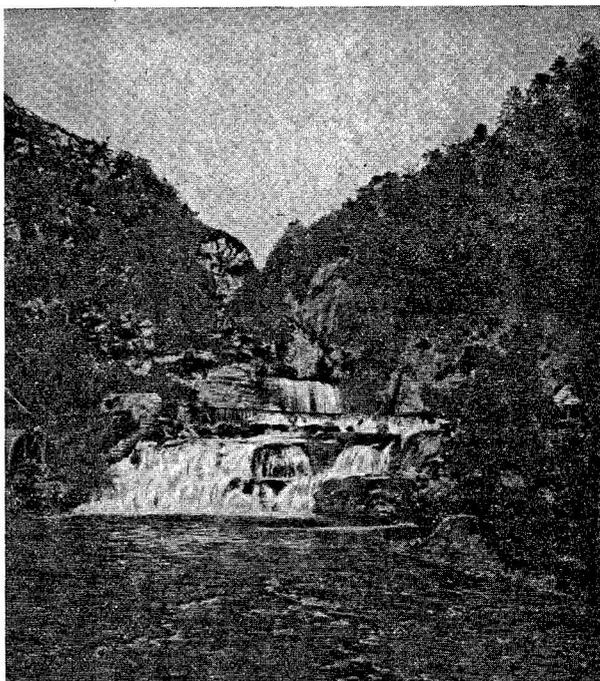
Près d'Arbois (Jura) la grotte des Planches (d'Arbois) est à trois étages, avec résurgence (la Cuisance) et 2 500 m. de galeries connues (Fournier, Hétier, Maréchal).

A la « Source de l'Ain », pendant la sécheresse de 1906, M. Rémond a trouvé, au lieu du

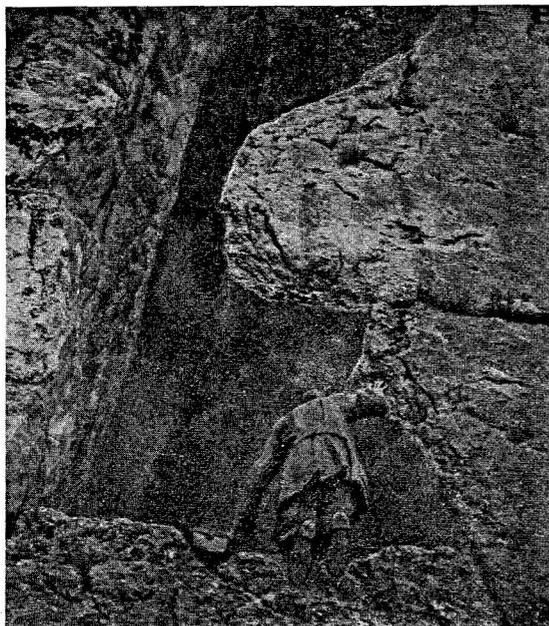
bassin-miroir normal (analogue à la Touvre et au Loiret), un siphon trop-plein, curieusement désamorcé (comme celui de Bournillonne, v. p. 164). Il a pu y descendre jusqu'à une trentaine de mètres, et suivre une galerie longue de 300 m. terminée par un bassin clos de toutes parts, qui l'a arrêté (*Spel.*, M. 50, p. 37).

Au sud-est de Champagnole, à Fonceine-le-Haut, — dans la si pittoresque région des Planches en Montagne, — la source de la *Saine* (dite : Sous la Lée) à 6°,5 C. (17 juillet 1914) jaillit, par plusieurs grosses émergences obstruées, au fond d'un grand entonnoir ébréché dans lequel tombe une cascade intérieure. Du côté gauche (r. dr.), sur le flanc nord d'une ravine à sec, un vrai abîme (Trou de la Balme) s'ouvre en fenêtre dans des strates verticalement redressées. Son accès est difficile, sa profondeur inconnue et à pic. Il ne paraît pas avoir été exploré. De toute évidence, il sert de trop-plein à la sortie de la *Saine*. Il paraît qu'en 1910, il aurait violemment *craché* pendant dix mois. Son investigation pourrait être fort intéressante.

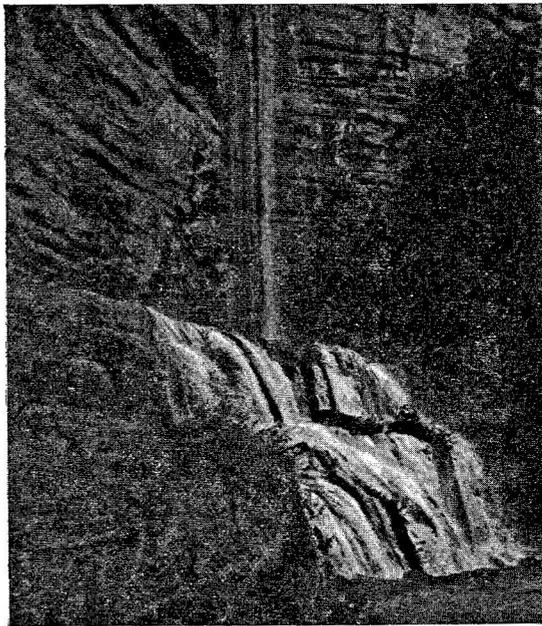
A 11 km. au nord-est, à Mouthe, se trouve la source du Doubs (937 m.), qui s'écoule dans une direction exactement opposée à celle de la *Saine*. Son eau (à 6°,5 C.) a abattu et fait basculer



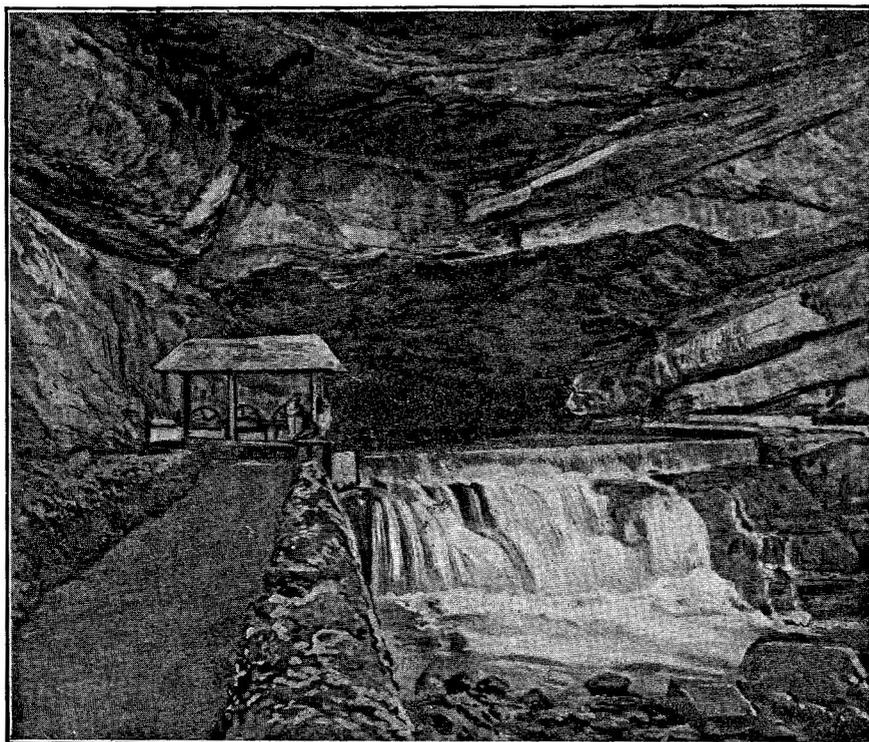
CASCADE DITE « PERTE » DE L'AIN, A SIROD.



ABÎME (INEXPLORÉ) DU TROU DE LA BALME,
A LA SAINE.



CASCADE ET ÉMERGENCE DE LA SAINE,
A FRANCINE-LE-HAUT.



RÉSURGENCE DE LA LOUE.

Là aussi commencent les difficultés et dispositifs relatifs à la régularisation du Doubs pour les forces motrices des usines (12). D'amont en aval, ils se présentent ainsi.

Un décret du 17 août 1922 a concédé la régularisation du haut Doubs, par la constitution d'une réserve de 14 millions de m³ dans les lacs de Saint-Point et de Remoray (*J. Off.*, 25 août 1922), à la cote 851,02 nivellement général. Le barrage n'ayant que quelques mètres de hauteur, la submersion des rives du lac de Saint-Point sera raisonnable et la réserve rendra des services en augmentant le débit du Doubs, lors des sécheresses.

A Pontarlier, les problèmes se compliquaient. La grandiose et célèbre résurgence de la Loue (v. p. 272), dans un site superbe, était depuis longtemps soupçonnée de soutirer, à 15 km. de Pontarlier (aval), une partie des eaux du Drugeon et du Doubs (pertes d'Arçon).

Or, le 11 août 1901, l'incendie, par la foudre, de l'usine Pernod à Pontarlier, provoqua le déversement dans le Doubs d'importantes quantités d'absinthe. Le surlendemain, M. André Berthelot fils, remarquant à la Loue l'odeur et la couleur de l'absinthe, adressa à son père, Marcellin Berthelot, des échantillons qui décelèrent la présence de cette substance (*C. R. Ac. Scie.*, 19 août et 2 décembre 1901). On en conclut donc que la capture du Doubs par la Loue était démontrée. D'ailleurs, des vallées sèches, des pots et entonnoirs en grand nombre existent entre les deux points, et l'une des vallées aboutit précisément à la « source » de la Loue (v. ci-après).

Avant 1893, M. Ch. Laubier m'avait signalé que, dans cette région à entonnoirs, le puits de Chaffois ou de Jardelle (à 8 km. à l'ouest de Pontarlier) était d'une profondeur inconnue et qu'on y jetait tous les animaux morts ou malades de la région.

Au fond de ce gouffre, fut rencontré, par Maréchal, Mansion et Meynier (18 juillet 1909), un ruisseau souterrain (350 à 400 lit.-sec.) coulant à 125 m. sous terre, et qui, lui aussi, se révéla tributaire certain, d'après la fluorescéine, de la résurgence de la Loue. (On l'a utilisé en 1921-22

vers la plaine des strates très inclinées. Beaucoup d'émergences secondaires entourent la principale, qu'on rendrait peut-être pénétrable par quelques coups de mine.

Tout le long du cours du haut Doubs, se succèdent des phénomènes hydro-géologiques, qui comptent parmi les plus intéressants que l'on connaisse. Et ils ont leurs équivalents sur le versant suisse du Jura, que nous n'avons pas à examiner ici (10).

C'est dans cette région que le trop fameux tunnel du Mont-d'Or a provoqué des accidents et fourni des enseignements, dont on tiendra compte, espérons-le, dans les futurs travaux du même genre, en terrains semblables (11).

pour la destruction de stocks d'obus chargés à la mélinite). En bas, d'autres gouffres voisins et encore inexplorés doivent passer aussi des branchements souterrains de la Loue, notamment au Creux de Renade. — Il est fâcheux que les habituelles voûtes mouillantes aient empêché de suivre longuement le ruisseau souterrain de Jardelle vers la Loue. J'ai reconnu moi-même que ce gouffre (à double orifice) est dans une ancienne cuvette d'absorption du plateau calcaire, à l'altitude d'environ 855 m.

En 1887, Daubrée (*Eaux Souterraines*, 307, t. I) croyait encore que la Loue était alimentée seulement par les plateaux de Goux, au N. du Drugeon : en réalité elle a quatre origines :

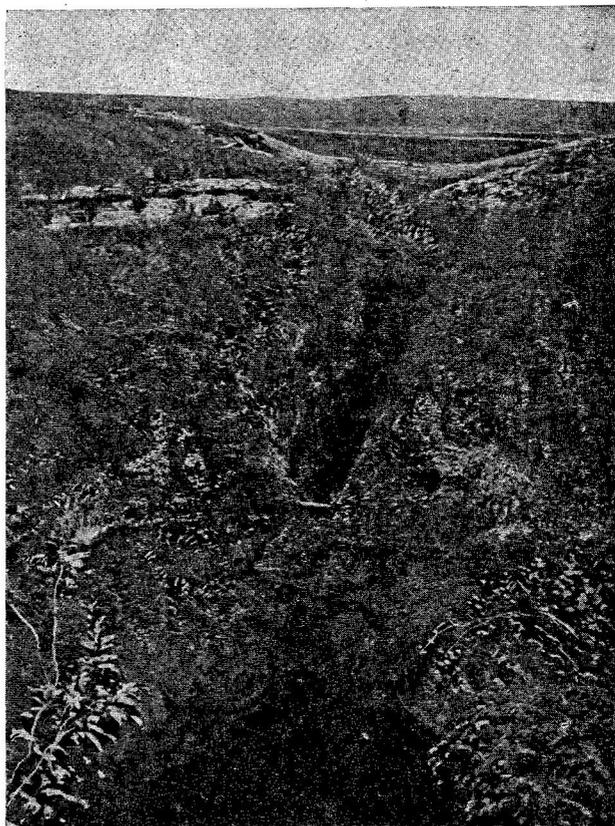
1° Percolation des pluies dans les absorptions et les abîmes (Jardelle, etc.) des plateaux de Levier, Boujailles, Frasnès, Chaffois, Bians, Goux, Ouhans, etc., etc... au sud-ouest. — 2° Pertes du Drugeon. — 3° Pertes du Doubs à Pontarlier même (usines Pernod). — 4° Basses pertes du Doubs entre le Drugeon et Maisons-du-Bois (à Arçon). Pratiquement, on ne saurait déterminer lequel de ces quatre éléments est le plus important.

On voit combien il a fallu étendre l'aire d'alimentation de la Loue, surtout depuis que nous avons fourni la preuve (en 1910) de sa communication avec les pertes d'Arçon, par une gigantesque expérience de coloration, avec cent kilogrammes de fluorescéine (13). Cette constatation palpable, définitive, a été un *direct* de plus contre la théorie des *nappes d'eau* sous les calcaires. Aussi a-t-on fait tout ce qu'on a pu pour l'étouffer, par la conspiration du silence.

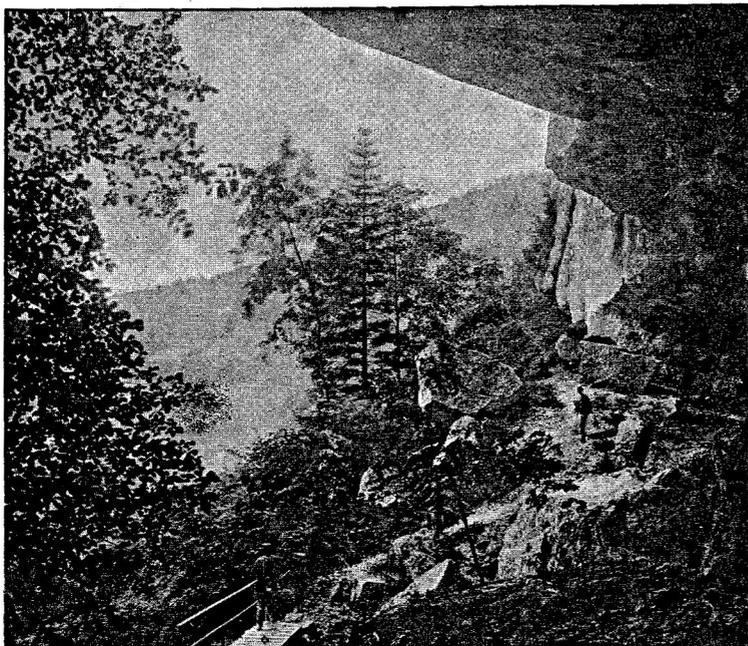
Après Maisons-du-Bois et Montbenoit, Fournier et ses équipes ont encore étudié nombre de gouffres, cavernes, résurgences, tributaires du Doubs, notamment au défilé d'Entre-Roches. Nous ne nous arrêterons un instant qu'aux singularités remarquables du lac de Chaillexon et du Saut du Doubs. Car le lac des Brenets (ou de Chaillexon ou bassins du Doubs) possède à la fois des grottes affluentes, des sources sous-lacustres, et des entonnoirs de fond (allant jusqu'à 31 m. 50 de creux) où se perdent ses eaux (14).

Les sécheresses dans le Jura, en 1870, 1893, 1906, 1921, ont fait constater là des phénomènes exceptionnels. Et surtout nous comptons, en ce point, quatre sécheresses en cinquante et une années. Que devient alors la fameuse loi de l'autrichien Bruckner, qui ramène les périodes sèches ou mouillées alternativement à des intervalles de trente-trois à trente-cinq années? C'est encore une de ces fantaisies statistiques, basées sur des chiffres sélectionnés et non sur des faits patents. Il faut la chasser définitivement de nos enseignements, où l'ont fâcheusement intronisée les « professionnels de la table à écrire ». Mais cette parasite méprise est bien difficile à déraciner.

Au delà du Saut du Doubs, la cluse de la rivière serait une des beautés de la France, si elle était pourvue de sentiers sur la rive gauche (le Châtelet, le moulin du Refrain, les Echelles de la Mort, les usines du Refrain, la Goule, Goumois, etc...). Mais les bons accès sont surtout en Suisse, sur la rive droite, et les automobilistes français ne connaissent guère



GOUFFRE DU PUIS DE JARDELLE.



GROTTE DU LANÇOT A CONSOLATION.

(explorées dès 1893 par MM. les abbés Boiteux, Druot, Guyot, par Renauld, Viré, de Roton, *Ann. C. A. F.*, 1895) sont circulairement étagées à de telles différences de niveau (plus de 90 m.), et sur des horizons géologiques si dissemblables que, là encore, il ne peut être question de *nappes d'eau*, mais de ruisseaux souterrains absolument indépendants les uns des autres. Ce sont les fontaines du Lançot (alt. 602 m.), de la Source-Noire (540 m.), du Dessoubre (600 m., 9° C.), de Maurepos, etc... (16).

Au nord-est, un vallon encore dénommé Vacluse est affluent gauche du Dessoubre.

A l'ouest, dans la vallée de la Reveyrotte, au fond du Bout du Monde de Vermandons, les résurgences auraient été remontées en bateau pendant 1 500 (ou 150? m.) dans une galerie souterraine; il faut arrêter des moulins et usines pour reprendre cette recherche, qui reconnaîtra sans doute un zéro de trop au chiffre ci-dessus indiqué. Elles sortent de l'Astartien, vers 685 m. d'altitude (à 9° C.).

Les sources mêmes de la Reveyrotte, dans le calcaire rauracien, près de Loray, présentent une curieuse complication avec une sortie générale par le ruisseau de la grotte de Martinvaux (17).

On nous y a affirmé (en 1902) que, depuis 1890, 26 paires de meules et plusieurs scieries s'étaient arrêtées, par suite de la disparition progressive des eaux.

Au nord-ouest jaillit l'Audeux, qui va tomber dans le Doubs à Baume-les-Dames. Il passe tout près de la célèbre glacière naturelle de la *Grâce-Dieu*, ou de Chaux les Passavant, étudiée dès le début du XVIII^e siècle et à propos de laquelle on a propagé de fantasques erreurs. En réalité, c'est un gouffre de 63 m. de profondeur, rétréci par son milieu et en forme de sablier. Il est aisément accessible grâce à la pente d'éboulis qui forme l'un de ses côtés. Là aussi j'ai vérifié (comme à Fondurle, p. 155) que la glace se forme bien en hiver et au début du printemps, et non pas en été comme le prétendait la croyance populaire. La grande salle, close de toutes parts, où aboutit le gouffre, conserve toujours son plancher de glace; mais, en automne, on voit poindre les tas de fagots que les propriétaires y ont accumulés pour accroître artificiellement les stalagmites de glace (18).

de cette merveille naturelle que la traversée du Doubs, au Pont de Biaufond et à Maison-Monsieur (réputé par son restaurant suisse), sur la route de Maîche à Maison-Monsieur. Pour le surplus, le cañon du Doubs reste quasi solitaire. L'industrie seule a su s'installer aux usines hydro-électriques, dites du Refrain (à l'aval du moulin ruiné et des Échelles de la Mort) heureusement sans trop gêner le paysage (15), qui reste admirable. Il faut l'aller voir et surtout l'aménager commodément, du côté France, d'une façon continue, depuis le saut du Doubs jusqu'à Goumois.

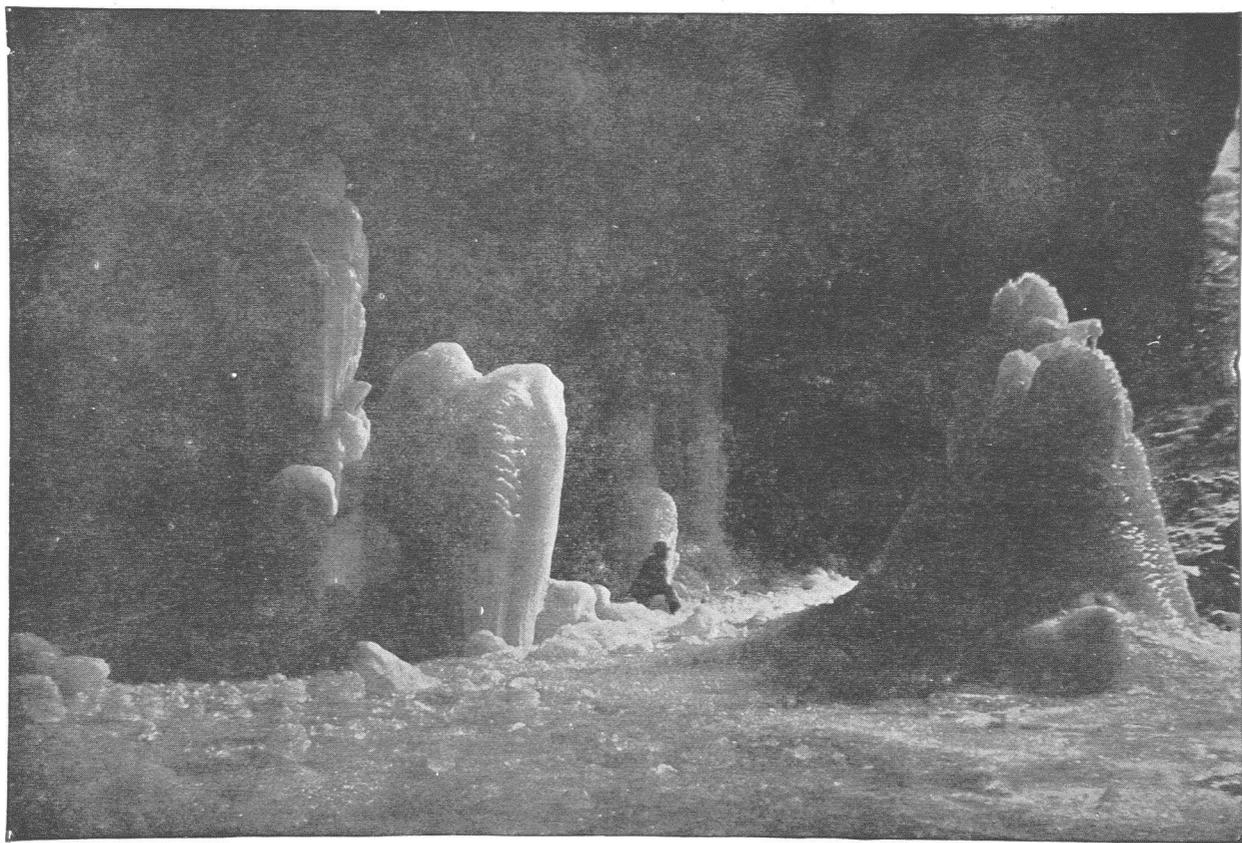
Si nous retraversons les combes et plateaux du Jura d'est en ouest depuis le Refrain, au sud du parallèle de Besançon, voici, en abrégé, ce que nous rencontrons :

Dans le pittoresque cirque rocheux de Consolation, au nord de Morteau, les différentes origines du Dessoubre

C'est dans le département du Doubs, sur les moyens plateaux du Jura (Vercel, Valdahon, l'Hôpital du Gros-Bois, Mamirolle, Montrond), que Fournier a rencontré les plus profondes et les plus remarquables cavités de toute la Franche-Comté. — Près de Mamirolle, la grotte-gouffre du *Paradis* (alt. orif. 525 à 530 m.) a été explorée très périlleusement et à six reprises (1898 à 1899), jusqu'à plus de 200 m. de profondeur, sans atteindre l'extrémité, qui dépasse certainement 250 m. de creux (19). A peu de distance, le gouffre de *Lachenau*, en spirale et double, n'a pu être visité que jusqu'à 155 m. (à cause du danger terrible des chutes de pierres); mais il est probable qu'il se prolonge 100 m. plus bas.

A l'Hôpital du Gros-Bois (en belle vue du Mont Blanc) le *Puits de Poudrey* (rendu accessible par le T. C. F. et le C. A. F.) est un petit abîme en entonnoir, creux de quelques mètres seulement. Il conduit à une grandiose salle de 100 m. sur 90 m. de diamètre et haute de 50 m. Si sa voûte, fort peu épaisse, s'était écroulée, il y aurait là, au lieu d'une grotte, un creux, *cloup* ou *doline* de véritable effondrement. Cette particularité est remarquable.

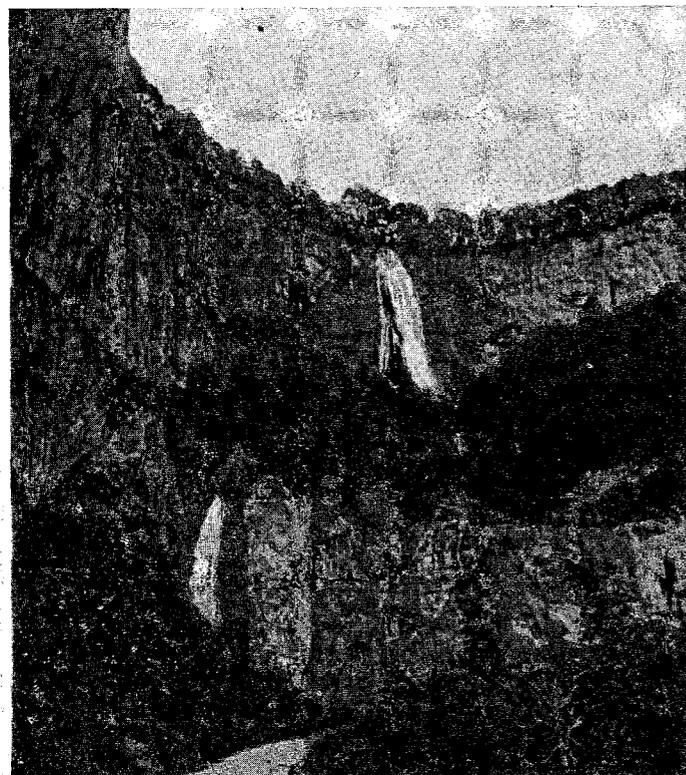
Actuellement, la plus belle et la plus étendue des grottes du Jura est celle des *Caveaux* ou Caviottes, (près de Montrond), depuis qu'en 1916 (6 avril et 23 septembre) MM. Duret, Sollaud, etc., y ont découvert un réseau de nouvelles galeries, portant son étendue de 450 m. à 2 km. En juin 1919, Fournier a constaté, avec eux, qu'elle est une des plus jolies d'Europe (dans de grandes diaclases, hautes de 30 à 40 m. avec ruisseau souterrain). On y est arrêté par un gouffre de 22 m., voisin du Puits de la Belle-Louise. Son aménagement est très désirable. — *Ce Puits de la Belle-Louise* a rencontré, à 135 m. sous terre, un ruisseau (en fissure impénétrable) tributaire de la vallée de la Loue. — Enfin on a atteint (près Vercel) le fond du gouffre-grotte du Morey à



GLACIÈRE NATURELLE DE LA GRACE-DIEU.

250 m. sous terre (Virieux et Rémond, 16 mai 1909, *Spél.*, m. 58, déc. 1909) : c'est un cul-de-sac, qui dépend soit de l'Audeux (à 10 km.), soit du Dessoubre (à 20 km.). Il est *le plus profond* abîme (pas très difficile) qu'on ait *exploré en France*.

Le Puits de la *Légarde* ou des *Laves*, à Haute-Pierre (près Mouthiers sur la Loue), est fermé aussi par un petit bassin, à 180 m. de profondeur (Virieux, 17 octobre 1910), dans une immense salle longue de 100 m., large de 50, haute de 130 m. Il doit se rattacher au réseau de la résurgence du Pontet, tributaire de la vallée de la Loue (*Spél.*, mém. 62, déc. 1910).



CASCADE DE SYRATU.

deur; d'autres eaux jaillissent en cascades de l'orifice tableaux artistiques (22).

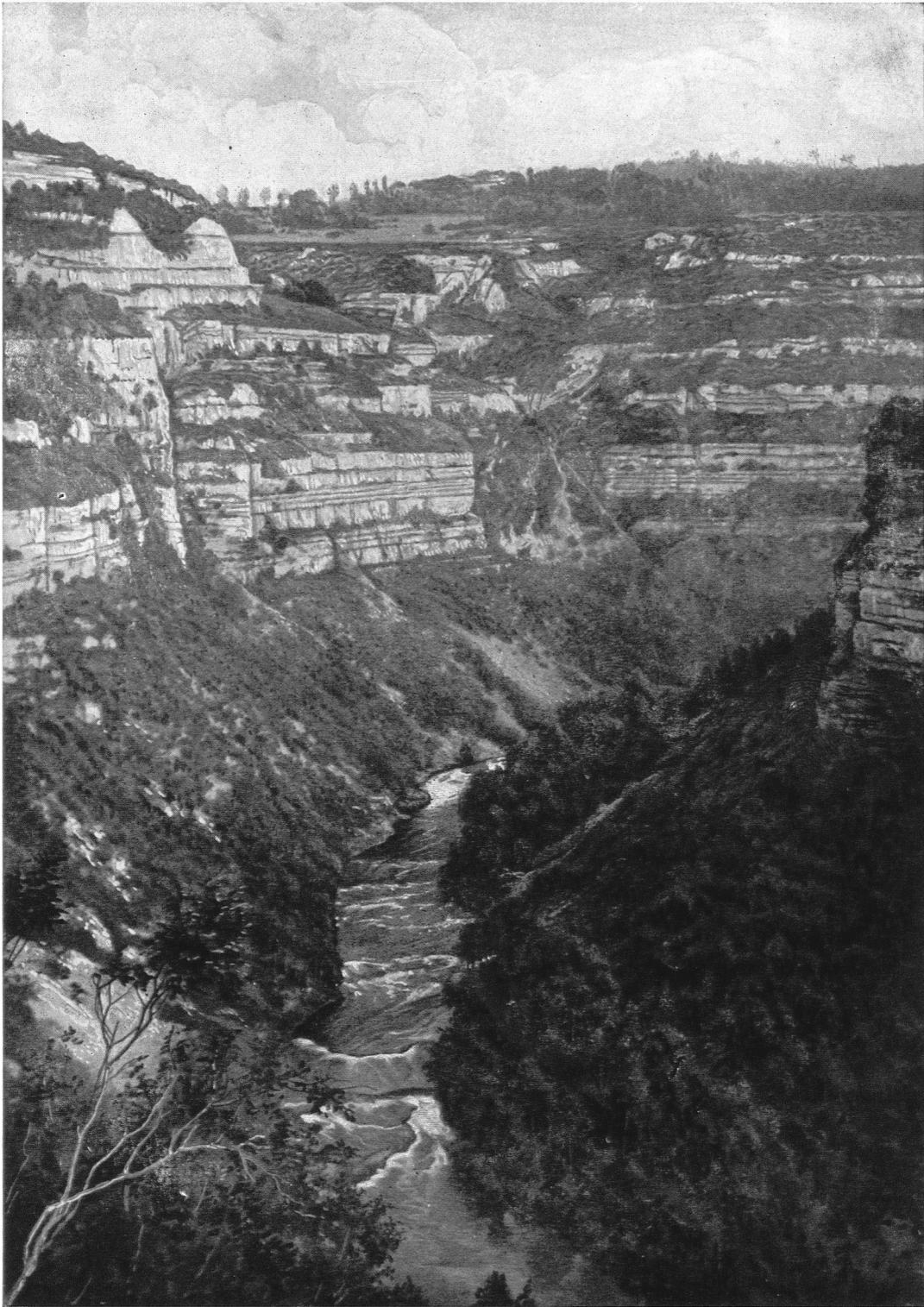
Une mention particulière est due à la *Cascade de Syratu*, entre cette combe même et Mouthier. Elle tombe en deux sauts puissants, des hautes falaises derrière lesquelles se cachent les nefs et dômes souterrains qui prolongent le gouffre de la *Légarde*, les entonnoirs d'Arc-sous-Cicon et les pertes du Doubs. Supplice de Tantale de ne pas connaître encore leurs splendeurs. Du moins il est prouvé ici que, comme en Dévoluy (v. p. 185) et dans certaines parties du Carso, deux circulations d'eau sont à la fois à l'œuvre dans le Jura, l'une au dehors, l'autre à l'intérieur. L'enfouissement des rivières est moins avancé que dans les Causses : non pas parce que le Jura est plus *jeune*, comme le disent certains géologues, mais parce que son climat est plus humide. Ses grands abîmes rivalisent avec tous les autres. Il est vrai que Syratu est parfois à sec; mais elle reste souvent fort puissante jusqu'au cœur de l'été (par exemple le 26 juillet 1914); il en était alors de même du Saut du Doubs et de diverses résurgences du Dessoubre et du Lison, à la suite d'une semaine pluvieuse.

Après Ornans, si délicieusement pittoresque, la Loue cueille deux affluents non moins remar-

gences du Pontet, tributaire de la vallée de la Loue (*Spél.*, mém. 62, déc. 1910).

Et nous voici revenu à la Loue (v. p. 258). Son magnifique cirque n'a pas échappé non plus à la « furia » industrielle : quoi qu'on ait pu faire ou dire, tuyaux, bâtiments, turbines y ont agrippé leurs hideuses verrues. Dans ses protestations contre elles, M. Métin avait raison de qualifier la Loue « de site le plus justement célèbre du Jura, plus grandiose même que Vaucluse (20) ».

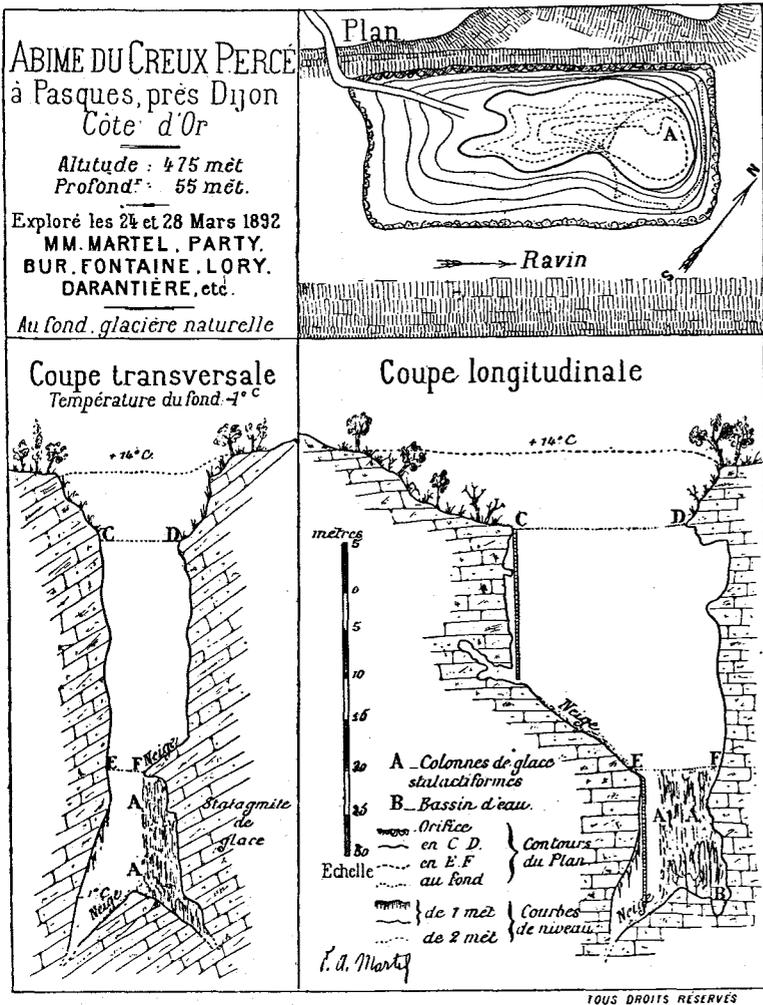
La surprenante et scabreuse descente, que les autocars (Circuit du P.-L.-M.) exécutent par la vallée sèche et le roide chemin de Ouhans, montre bien que les falaises de Vaucluse ne sont pas plus hautes (200 m.) que celles de la Loue. Mais cette dernière sort d'une grotte et forme une cascade bien plus pittoresque. Quelle magnificence ce fut de la voir pendant deux jours (3 et 4 septembre 1910) *illuminée* par les chatoyements smaragdins de la fluorescéine : spectacle inoubliable (21) qu'on ne reverra sans doute jamais. A peine issue de terre, la Loue s'écoule pendant 3 km. dans une cluse dite *Combe de Noaille*, cañon auquel ses justes proportions donnent une majestueuse grandeur de cavernes constituant de merveilleux



Nég. Auteur.

LA LOUE ET SES JOURS EXTÉRIEURS DANS LA COMBE DE NOAILLE.

Cl. « Nature ».



quables qu'elle-même : la Brême et le Lison. — La Brême (r. dr.) est issue, capricieusement, du *Puits de la Brême*, gouffre émissif, trop-plein d'une circulation souterraine, émanée des abîmes de Mamirole, etc... (v. p. 261) et manifestée à la résurgence de *Plaisir fontaine*. En temps de grandes eaux, il lui arrive de jaillir à 4 ou 5 m. de hauteur ; mais, lors de la sécheresse de 1906, elle descendit, comme la « source de l'Ain », à 35 m. au-dessous de son niveau moyen. Il est regrettable qu'on n'ait pas saisi cette occasion d'en explorer l'intérieur.

Rien n'est plus curieux et plus compliqué que l'ensemble des réputées « sources du Lison » de Nans-sous-Sainte-Anne, au nord-est de Salins, avec ses grandioses annexes de la Grotte Sarrasine et du Puits Billard ; les tournées d'autocars y consacrent trop peu de minutes (23).

Le Lison a pour origine première divers ruisseaux qui, au sud, convergent vers le petit cañon étroit du *Pont-du-Diable* (Bief de Laizines), creux de 80 m. et qui se perdent, vers Migette, dans les fissures du calcaire bathonien. Après les grandes pluies, le torrent continue jusqu'au creux Billard même, où il se pré-

cipite alors en cascade. — Puis il siphonne, pour ressortir à la courte grotte du Lison, encore un des plus beaux paysages de France.

D'autre part, selon E. Fournier, le « bief Sarrasin », en aval de la grotte, proviendrait à la fois d'une dérivation latérale du haut Lison lui-même (pour le déversoir supérieur), et (pour le déversoir inférieur) du torrent, qu'on entend couler au fond de l'effrayant gouffre du *Trou de la Baume*. Cet abîme, ouvert sur le plateau, à 2 km. à l'ouest, a été sondé jusqu'à 150 m. de profondeur (dont 120 à pic). Une tentative d'exploration de Fournier a été arrêtée par les trop dangereuses chutes de pierres (comme à Lachenau). Ceci est une des plus importantes investigations souterraines qui restent à accomplir en France. Le gouffre doit atteindre 250 m. de creux.

Entre le Doubs et la Saône, les phénomènes souterrains abondent aussi (24). A côté de Belfort, de nouvelles trouvailles aux grottes de Cravanche ont prouvé, comme au *Trou du Glas* (v. p. 208), combien, en matière de recherches souterraines, il faut s'abstenir de parler d'achèvement final (25).

Les calcaires jurassiques de Bourgogne et du plateau de Langres sont aussi fort troués. Le dictionnaire de Joanne (Côte-d'Or) nommait quelques-unes des Goules, dont les eaux ressortent par des Douix, synonymes des Foux, Sorgues et Doux du Midi.

L'exploration en a été poussée activement par MM. Drioton et Curetal.

Les creux ou gouffres portent souvent le nom local de *Potu* ou *Peuptu* (Puits, Puy) (26).

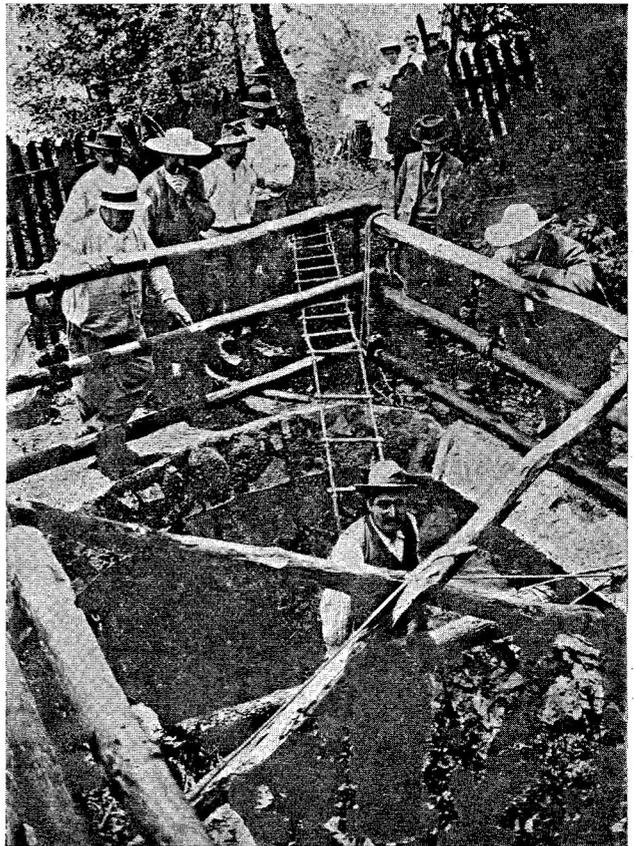
Deux gouffres spécialement sont restés longtemps mystérieux : le Creux Percé et le Creux du Soucy (nom qu'on retrouve près de Bayeux, Calvados; derrière le lac Pavin, Puy-de-Dôme; dans la Dordogne; l'Aveyron, etc.) L'abîme du Creux-Percé (alt. 475 m.), à 15 km. nord-ouest du village de Pasques, entre le val Suzon et la grande ligne du chemin de fer de Lyon, près Velars-sur-Ouche, fut de tous temps connu comme renfermant toute l'année de la glace qui ne fondait jamais.

Réputé insondable, d'après la croyance populaire, il devait conduire à de grands lacs intérieurs. Nous l'avons visité, les 24 et 28 mars 1892 avec MM. Party, Bur, Fontaine, Darantière et Lory. Ce Creux Percé s'ouvre en plein champ, dans le calcaire bathonien : profond de 55 m. seulement, long de 40 m. et large de 20 à l'orifice, soit 8 ares au lieu de 17 prétendus, il est rétréci en entonnoir aux deux tiers de sa profondeur, et le fond s'évase de nouveau en cône, jusqu'à un talus de débris, cailloux, ossements et branchages tombés de la surface; il se termine par plusieurs fissures impénétrables et ne conduit à aucune des grottes rêvées. J'ai trouvé le talus et les parois couverts de neige et de verglas; sous le rétrécissement pendait, du côté nord-est, une admirable draperie de glace pure, haute de 10 à 15 m., longue de 6 à 8, épaisse de 2 à 3; la lumière du jour l'éclaire parfaitement.

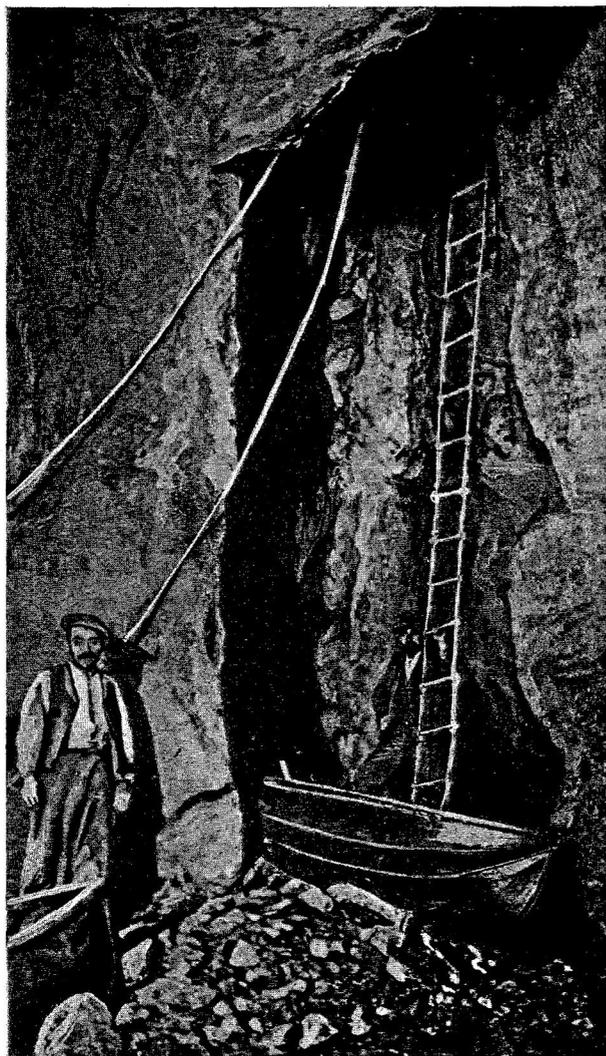
Comme au Vercors, en Dévoluy, au Parmelan, à la Grâce-Dieu (v. p. 260), la formation et la conservation de la glace sont dues à la coupe en sablier du gouffre, et à la chute de la neige et de l'air froid en hiver. La question est réglée. L'anomalie réside ici dans la faible altitude, mais la largeur de l'ouverture facilite la réception des neiges. L'accès du Creux-Percé est relativement aisé avec de bons câbles et 20 m. d'échelle de corde, il n'y est besoin (27) ni de luminaire, ni de téléphone.

Sur le plateau de Langres, également, le gouffre du Creux du Soucy, à 500 m. au sud-est de Francheville, (à 13 km. est-sud-est de la source de la Seine) (Côte-d'Or), était légendaire. On lui avait attribué jusqu'à 300 m. de profondeur (28), et on l'avait fermé par une voûte. Deux expéditions successives nous ont révélé ce qui suit. La première (24 octobre 1904) commença par constater que le gouffre n'a que 57 m. de profondeur totale dont 54 à pic. L'altitude de l'orifice est de 450 m., celle de Francheville de 486 m. Sur le flanc gauche et à 7 m. en contre-haut d'une combe desséchée, l'ouverture ovale, de 4 m. sur 2, est le sommet d'une grande diaclase (orientée nord-sud) des calcaires blancs du bathonien moyen, fissurés principalement dans le sens vertical. Nous aboutîmes alors à un bassin d'eau qu'on ne put visiter faute de bateau.

La seconde recherche (effectuée comme la première aux frais de M. Jacques) eut lieu les 6, 7 et 8 juillet 1905, avec deux bateaux démontables (Osgood et Berthon). L'eau étant très basse et stagnante, nous retrouvâmes, en aval,



L. ARMAND PRÉPARANT LA DESCENTE DU CREUX DU SOUCY (CÔTE-D'OR, 1904 ET 1905).



FOND DE L'ABÎME DU CREUX DU SOUCY.

une corde et des bougies, posées l'année précédente sur une corniche du fond du gouffre, à 5 m. au-dessus du niveau de l'eau. Nous recueillîmes aussi, à fleur du sol, plusieurs ossements d'un suicidé de mars 1885 et (sous 60 cm. de débris de la voûte détruite) un fusil tombé en octobre 1885.

La galerie d'amont nous livra un lac souterrain, fermé par la roche plongeante au bout, d'environ 50 m. de longueur, avec 3 à 12 m. de largeur et 1 m. 50 à 4 m. 40 de profondeur, sous des voûtes de 2 à 25 m. de hauteur.

En aval, un bref couloir étroit se terminait aussi par un siphon. Il renfermait une quantité prodigieuse de galets calcaires arrondis par l'érosion (29). La trouvaille de ce réservoir fut importante, parce qu'en 1908, MM. Piot et Curtel démontrèrent, par la fluorescéine, sa communication avec la fausse source (résurgence) de *Villecomte*, contaminable, et qu'on voulait capter pour la ville de Dijon (30). Beaucoup d'autres pertes, gouffres, grottes, de ces parages sont d'intérêt restreint ou insuffisamment étudiées (31).

Les calcaires jurassiques de la Côte-d'Or se prolongent à l'ouest dans l'Yonne, où ils possèdent la fameuse grotte d'Arcy-sur-Cure, l'une des premières qu'on ait étudiées. Cette région est également riche en « phénomènes du calcaire ». Ses écoulements appartiennent au bassin de la Seine. Mais nous placerons ici le bref rappel de ce qui la concerne. Les cavernes du groupe de la Cure (Arcy et Saint-Moré) sont toutes bien connues, surtout des préhistoriens, à la suite des fouilles de MM. de Vibraye (1859), Ficatier (1886) et surtout de l'abbé Parat (depuis 1893) (32).

Dans le crétacé à l'est de Sens, la région des « sources de la Vanne » a été, pour la Ville

de Paris, fertile en mécomptes hygiéniques, auxquels on a remédié d'ailleurs, grâce à des enquêtes minutieuses et à des études très importantes (33).

Pour l'Aube, on n'a pas grand'chose à ajouter aux renseignements fournis par Leymerie (34).

A Châteauvillain (Haute-Marne) la soi-disant « source » de l'Abîme (225 m. et 11°) provient des pertes de l'Aujon souvent à sec. L'abaissement du niveau général des eaux est prouvé dans cette localité par des déplacements de thalwegs très remarquables. En outre, « on connaît plusieurs cours d'eau absorbés par des gouffres appelés *Endouzoirs* sur le bord d'une des grandes failles du calcaire jurassique » (J. Desnoyers).

Mais rien de tout cela n'est de nature à solliciter ni des visiteurs, ni des explorateurs futurs. Les lois hydrogéologiques du calcaire s'y confirment toutefois, pareilles à tout ce qui vient d'être expliqué.

NOTES ET APPENDICES

(1) THIRRIA. *Terrain jurass. de la Haute-Saône*, 1830, et *Statistique géologique de la Haute-Saône*, 1833, — et VIRLET D'AUOST (Des cavernes, 1836), etc., décrivaient il y a un siècle, dans la grotte d'Echenoz (3 km. au sud de Vesoul) un puits vertical (le grand clocher) sillonné et poli par les eaux engouffrées sur 50 m. de hauteur. C'est l'hélice de Jean-Nouveau (p. 10), Orjobet (p. 214), etc. — PARANDIER. *Causes de l'existence des cavernes* (Acad. Sci. de Besançon, 28 janvier 1833. — *Hydrographie souterraine de Besançon*, 27 janvier 1831. — *Bassins fermés des Monts Jura*, avec Duhamel, *Ann. Soc. agric. Lyon*, 1859. *Bull. Soc. géol.*, 7 mai 1833, etc. — J. FOURNET. *Note sur les effondrements*, Lyon, mai 1852. — J. FOURNET. *Hydrographie souterraine*. Lyon, 1858. — DESNOYERS. *Les grottes* (Dict. d'hist. natur. de d'Orbigny), 1^{re} édition, 1845, 2^e édit., 1868; encore très utile à consulter. — FRÈRE OGÉRIEN, *Hist. natur. du départ. du Jura*, t. I, Lons-le-Saunier et Besançon, 1865-1867. Fourmille en idées fausses et renseignements inexacts, répandus à cette époque, sur les eaux d'infiltrations. Parle d'un couloir de 200 m. à la grotte de Saint-Hymetière. Dit que les maladies épidémiques viennent de l'air et que les roches jurassiques forment un « gigantesque filtre », et que leurs sources sont d'une « pureté parfaite ». Adopte la théorie du jalonnement, etc. En revanche, il accepte bien les courants souterrains avec affluents et confluent; et appelle Hydrogéologie, les « rapports entre la nature des couches géologiques et les eaux souterraines », comme l'avait déjà fait l'abbé JACQUET, *l'Hydrogéologie*, in-12, Lyon, 1861. — Ch. VÉZIAN. *Le Jura Franc-Comtois. Etudes géologiques* (Soc. émulat. du Doubs, 1872-78). *Le Jura* (Ann. C. A. F., 1875). Admettait bien que la structure caverneuse du pays est due à l'action mécanique et chimique des cours d'eau souterrains; croyait aux vallées d'effondrement de Fournet; estimait que les cluses du Jura sont en travers de l'axe des chaînes (Rhône, Fier, Chéran); et que les combes sont des ruptures dans le sens longitudinal. Au Mont Margeria, il parle de puits verticaux (à glacières) d'immense profondeur, et au Revard d'entonnoirs et engouffrements alimentant des sources (Ann. C. A. F., 1876, p. 522), etc. Pour le Jura, il explique les plissements, contorsions, etc., par des mouvements orogéniques, et par la fissuration, et surtout par des actions verticales; « car on n'a pas établi nettement d'où venait la pression latérale » (Ann. C. A. F., 1878, p. 471 et suiv.). — BERLIOUX, *Le Jura*, Paris, Dumaine, 1880. — Ch. DURIER, A. F. A. S., 1893 (Conférence : Le Jura). — W. KILIAN. *Collines préjurassiennes et Jura du Doubs* (Ann. géogr., t. III, 1893). — Marcel BERTRAND, *Failles courbes du Jura et bassins d'effondrements* (Bull. soc. géolog., 21 avril 1884), croyait aux effondrements par dissolution hydrique des calcaires, et dénudation souterraine. — ABBÉ J.-B. MARTIN, *Le Jura méridional*, Géogr. phys. du Bugy (Revue de Géogr. de Ch. Vélain, t. IV, 1910). — Carte géolog. de France au 80 000^e, Besançon, 2^e édition 1922, par E. FOURNIER et PIROUET (La 1^{re} était de 1883). — J. DE NIVIGNE, *Les pertes du Suran* (mise à sec sur plusieurs kilom.) (Bull. Soc. Natur. de l'Ain, n° 40, 1926).

Toute la géologie du Jura est condensée dans le monumental ouvrage de E. DE MARGERIE, *Le Jura* : 1^{re} partie : Bibl. sommaire. « Mém. explic. carte géolog. France ». Paris, Béranger, 1922, in-4°, XII-642 p., 190 illust. et 5 cartes. 150 fr. Orographie, tectonique, morphologie. Il y a 105 bassins fermés (278 cuvettes). Une carte (d'après Jacot Guillarmod) au 100 000^e est consacrée aux bassins fermés du Jura Suisse (740 km. 9); profils en long des cours d'eau suisses, etc.

(2) E. RENAULD, *Le Jura souterrain* (Ann. C. A. F., 1895, p. 147). — *Grotte de Baume-les-Messieurs* (Spél. Mém. n° 4, juin 1896), et *Tour du Monde*, n° 1739, 5 mai 1894 (Lison, Dessoubre). Cette importante entreprise fut douloureusement interrompue par une mort déplorable et prématurée (1897).

(3) V. Spelunca, bull. n° 1 à 24 (passim), 1895-1900. — *Spél. au XIX^e siècle*, p. 90.

Il n'est guère d'œuvre personnelle plus fructueuse que les trente années (et plus) de labeur souterrain de Fournier. Ses publications ont réalisé pour moitié et très savamment ma prophétie de jadis : « Quelque jour, Franche-Comté et Dauphiné rempliront chacun un volume spécial de spéléologie. » (Abîmes, 1894, p. 416 et A. F. A. S., Besançon, 1893). Les procès-verbaux originaux et les résultats de ces méthodiques explorations furent publiés dans quatorze fascicules de la Société de spéléologie (*Spelunca*, mém. 21, 24, 27, 29, 33, 38, 40, 47, 50, 56, 58, 62, 70 et 72, de 1889 à 1913), dans de nombreux mémoires et notes aux C. R. Ac. Sci., *Bull. carte géolog.*, *Bull. Soc. Géolog.*, puis coordonnées et mises au point dans les ouvrages suivants : — E. FOURNIER, *Statistique spéléologique du Doubs*, Besançon, 1919. (Classement par communes de tous renseignements relatifs aux captages d'eau potable.) — *Explorations souterraines en Franche-Comté*, quatre parties, 1922-1927. Besançon, plus de 800 p. et 200 figures; liste de plusieurs centaines de gouffres et entonnoirs. — *Recherche et captage de l'eau potable en Franche-Comté*, Pontarlier, 1924 (Pour ses autres publications, 250 numéros : voir sa notice de titres et travaux, Besançon 1923). — *Technique du Jura Franc-comtois* (Bull. Soc. Géolog., 1901, p. 97-112). De 1902 à 1914, il a dressé (avec M. Parmentier) 500 cartes agronomiques (non imprimées) de la même région (service suspendu depuis août 1914). Fournier a trouvé une précieuse collaboration dans l'audace de ses élèves Bresson, D^r Maréchal, Drouhard, Deprat, Meynier, Rémond Poncet, Petit-Laurent, Mansion, Virieux, etc. (Ce dernier tombé au champ d'honneur, le 16 mars 1915).

Une dizaine de fois, j'ai été appelé par lui-même à constater et contrôler ses trouvailles, qui forment un capital ensemble, d'intérêt considérable à tous points de vue. Il en résulte surtout que le Jura est tout à fait déroutant pour les nomenclatures conventionnelles de l'école géographique dite « moderne ». On y trouve, dans un étroit voisinage, des pertes de rivières qui fonctionnent encore, comme celles du Doubs-Loue (v. p. 258), de Nancray, du Suran, etc., d'autres qui sont mortes, véritablement fossiles, comme les grands gouffres de la Légarde, de Lachenau, etc., d'autres encore qui ne laissent plus circuler les eaux que vers 130 à 150 m. de profondeur comme la Belle-Louise, Jardelle, le Paradis, la Baume. Il y a même des écoulements d'eau qui continuent à former des cascades extérieures, à proximité de gouffres comme à Syratu (v. p. 262), Saint-Hymetière (v. p. 269), La Saine (v. p. 257).

Beaucoup de gouffres sont demeurés absorbants (comme dans le Carso), bien que la plupart ait cessé de jouer ce rôle : les plus profonds sont à la fois des abîmes, des rivières souterraines et des cavernes, ce qui rend toute classification illusoire. Quelques-uns représentent, par exception, de vrais effondrements (en Haute-Saône surtout), à

Naisey, par exemple, en 1925 (profond de 10 m. avec ruisseau après les pluies). Au Puits de Poudrey (p. 261) l'effondrement ne s'est pas encore réalisé, bien que la voûte soit mince.

Tout le système des bassins du Doubs ou lac des Brenets ou de Chailleux, au Saut du Doubs, est un mélange complexe de pertes, de réapparitions d'eaux, d'infiltrations, d'éboulis et de cascades dont le fonctionnement n'est pas encore complètement expliqué (v. la note 14). Il y a un nombre de lacs sans écoulements (l'Abbaye, v. p. 269), Joux, lac Brenet, près Vallorbe (Suisse) (v. p. 269). Les glaciers naturelles se rencontrent à altitudes modérées (La Grâce-Dieu), ou élevées (St-Georges-de-la-Dôle), etc.... Beaucoup de bassins fermés sont mal étudiés : Drom du Revermont, à l'est de Bourg-en-Bresse (Ain) en Bugey; la plaine de Marlogne au Valromey (sud-est de Nantua, avec un lac éphémère après les pluies), — entonnoirs du Retord et bien d'autres, comparables aux poljé balkaniques et probablement d'origine tectonique. Les lapiaz se présentent sous toutes les formes : desséchés et anciens comme la sèche des Amburnex (Jura Suisse) au sud du lac de Joux, bassin fermé à 1 300-1 350 m. avec des pertes (A. PILLICHODY, *Bull. Soc. vaudoise scie. natur.*, 15 mars 1922); ou bien en état de fabrication actuelle, en plein travers des rivières torrentielles (Oules de la Valserine (v. p. 245), du Saut de la Saisse, v. p. 256).

Bref, c'est un tel assemblage de phénomènes actuels ou anciens, vivants ou morts, qu'il est absolument inutile de perdre son temps à la recherche de classifications illusoirs, ou de conclusions prématurées.

Il subsiste trop de questions d'espèces et de cas particuliers, gouvernés par quatre facteurs principaux : la tectonique, la topographie, la lithologie, et le climat. La lithologie est primordiale, selon que les assises variées du jurassique sont plus ou moins fissurées et pénétrables à l'eau, ou bien marneuses et impénétrables.

Les grandes résurgences (au fond des pittoresques « Bouts du Monde ») des eaux absorbées par les plateaux, les combes, les bassins fermés, les pertes, sont toutefois une des caractéristiques du Jura; ces puissantes et brusques issues des réseaux souterrains revêtent d'ailleurs des formes très diverses : les unes tombant en cascades impénétrables comme la Loue, le Lison, le Dessoubre, le Doubs, ou pénétrables fort loin, comme les Planches d'Arbois, la Seille de Baume-les-Messieurs, Jeurre, Martinvaux, etc...; les autres remontant de la profondeur par des siphons qui, quelquefois, se désamorcent (Puits de la Brème, Puits Noir, Réverotte, « Source » de l'Ain, le Frais-Puits de Vesoul, etc.) (ce que Fournier, vers 1850, nommait puits émissifs) : en réalité, gueules de trop-pleins, qui ne fonctionnent que quand les infiltrations (percolations) extérieures ont rempli toutes les galeries-réservoirs des réseaux.

Si bien, qu'en vérité, l'hydrologie souterraine du Jura jette un trouble profond parmi nombre de doctrines et propositions en vogue, et ne permet réellement plus de souscrire à beaucoup de formules ou dénominations qu'on voudrait présenter comme *définitives*. A ce point de vue encore, les ouvrages de Fournier doivent être attentivement lus, pour apprendre des choses ignorées. Ajoutons que, si la circulation souterraine conserve une assez forte activité dans le Jura, c'est à cause de la pluviosité du climat et de la préservation des forêts; contrairement aux Grands Causses, à Vaucluse, et au Dévoluy par exemple, trop dénudés. Il n'y a pas lieu d'expliquer ces différences par des considérations alambiquées de cycles, de jeunesse, de maturité, de sénilité, etc..., et autres conceptions théoriques, qui voilent gravement la vérité des faits observés (v. p. 9, 175, 177, 194).

On retournera, tôt ou tard, à des notions plus simplistes, que j'ai esquissées dès 1889. Fournier, d'ailleurs, y a complètement adhéré, notamment en ce qui concerne la descente progressive des eaux, le rôle des cassures, l'absence de nappes, les réseaux, les anastomoses, les profils en échelons, les siphons de retenue, les résurgences, etc....

(Toutefois, s'il pense qu'actuellement la *corrosion* l'emporte sur l'*érosion*, qui prédominait au quaternaire, je ne suis de cet avis que pour les cavités, où la circulation souterraine torrentielle est arrêtée, et où les infiltrations seules continuent à buriner la roche.)

Fournier a grand soin d'évoquer simplement « les phases successives d'évolution... l'influence des cassures comme facteurs de direction, et les intercalations marneuses imperméables ». — Pour lui aussi, la Lithologie avant tout régit les phénomènes hydrogéologiques (*C. R. Ac. Scie.*, 5 mars, 18 juin et 1^{er} octobre 1906; 4 mars 1907; etc.).

Ce ne sont pas ces conventions amphigouriques de nomenclatures professorales, dont on abuse comme de mots ronflants, mais dont on reviendra. C'est le cas de rappeler une fois de plus, que naguère, à l'Académie des Sciences (séances 28 janvier et 11 février 1918), fut prononcé un réquisitoire sévère contre les licences du langage scientifique moderne, — les néologismes inutiles qui surchargent les textes et les rendent incompréhensibles, — l'introduction des mots barbares, etc... (*E. S.*, p. 34) (v. p. 9 et 175). Plusieurs allemands même, Passarge, Hettner, Lebling, Philippon, etc., veulent aussi réagir contre la nomenclature de Moris Davis par exemple.

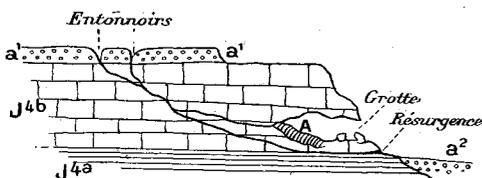
Hettner estime que l'école (dite américaine) de Davis a adopté une méthode trop abstraite et a éloigné la morphologie de la géographie. Il évoque l'observation de la nature des roches, du climat, des modalités de l'érosion;

il rapporte bien la direction des vallées à la structure du sous-sol, il discute les théories de Davis sur la jeunesse, la vieillesse, les cycles.

G. ROVERETO, *Svolgimento della morfologia costiera* (*C. R. Ac. Lincei*, vol. XXX, 2^e sem., Rome, nov. 1921), déclare que « dans les régions jeunes comme l'Italie, la méthode cyclique est mauvaise. Il faut lui substituer le développement continu du phénomène érosif. Les indications de jeune, mûre, vieille sont presque toujours mal employées ». C'est pourquoi j'ai proposé (*Eaux souterr.*, p. 35) de remplacer le terme cycle (que ses partisans mêmes ne trouvent pas satisfaisant) par le mot *étape*, simple, concis et français.

Bref, la réaction devient très nette contre les modalités enseignantes de l'école américaine; pour ma part, je répéterai qu'en 1912, au cours de la magnifique « Transcontinental Excursion » aux États-Unis, si

généreusement et admirablement organisée par la Société de Géographie de New-York, j'ai été navré de ne rien comprendre aux terminologies et explications trop catégorisées de notre si aimable conducteur, le P^r Moris Davis lui-même. Actuellement je partage de moins en moins ses vues et celles de ses adeptes. Il faut que ces doctrines *ex cathedra* cèdent le pas aux enseignements de la nature (v. p. 177).



CONTAMINATION D'UNE RÉSURGENCE,
D'APRÈS E. FOURNIER.

L. Gentil avait eu parfaitement raison d'affirmer que : « le vocabulaire géographico-géologique est beaucoup trop surchargé » (A. F. A. S., Rouen, 1921, p. 1437).

On ne saurait trop redire que, si « les définitions fausses provoquent trop d'erreurs scientifiques », — il en est largement de même des classifications abusives, des nomenclatures foisonnantes, des formules didactiques, plus ingénieuses qu'adéquates aux manifestations matériellement constatées. Revenons donc à la *géographie naturelle* et à la « géologie documentaire ».

C'est ainsi que Fournier, en sa qualité de géologue consommé, a pu relever, au cours de ses audacieuses descentes, la nature des couches traversées; toutes ses coupes d'abîmes et cavernes sont des sections vives du terrain particulièrement instructives (au Paradis, le profil s'étage du callovien au bajocien inférieur). Et c'est là un des grands mérites de son œuvre!

(5) Les conséquences hygiéniques de ces recherches ont été capitales pour la défense des résurgences contre les contaminations (loi du 15 février 1902). — Fournier n'a pas examiné moins de treize cents projets de captage d'eau potable en Franche-Comté, en vertu de la circulaire de 10 décembre 1900, qui prescrit le contrôle géologique de ces projets. C'est lui qui détient le record de ces enquêtes.

Comme complément à ses travaux sur les prétendues « sources » d'Arcier, que Besançon boit encore, il a montré que les « fontaines » du Jura (Loue, Dessoubre, Lison, Ain, Brème, etc.), sont terriblement exposées aux périlleuses causes de pollution déterminée par le jet de bêtes mortes au fond des gouffres. Près des Rousses et de la frontière suisse, le gouffre du Mont Grévé (alt. 1400 m., profond de 40 m.) n'avait cessé de servir de chantier qu'en juin 1908; il pourrait bien se lier aux sources de la Versoix à Divonne; le Puits de Jardelle, près Pontarlier, était aussi un charnier infectant la Loue; la mauvaise alimentation de Saint-Claude par la résurgence contaminée de la grotte des Foules a provoqué la courageuse lutte du D^r Fiessinger (de 1896 à 1910) et les remarquables travaux des D^{rs} E. Maréchal et Meynier. Cette question reste encore pendante (V. DIENERT, *Trav. Cons. Supér. Hyg. publique*, 1923, p. 438).

Enfin, on doit aux élèves de Fournier les thèses de doctorat suivantes : D^r E. MARÉCHAL, *Eaux d'alimentation du Doubs*, Besançon, 1903, etc. — D^r G. MEYNIER, *La fièvre typhoïde et les eaux de Saint-Claude*, Lyon, 1904. — D^r GENEVROIS, *Eaux d'alimentation du Jura Français Comtois*, Besançon, 1909. — PETIT-LAURENT, *Le Haut Jura souterrain*, Besançon, 1910. — J. VIRIEUX, *Les lacs du Jura*, posthume, 1915.

(6) Le D^r MAGNIN n'en compte pas moins de soixante-six. — DELEBECQUE, *Les lacs français*, Paris, Chamerot, 1898. — D^r A. MAGNIN, *Les lacs du Jura. La végétation des lacs du Jura*, Paris, Klincksieck, 1904. Décrit 26 bassins fermés à émissaires souterrains. Le lac de Sylans en possède un aérien et un souterrain.

(7) Le 24 juillet 1901, la pénétration dans le déversoir souterrain de ce lac (alt. 879 m.), facilitée par M. Ch. Henry, qui avait bien voulu arrêter son usine actionnée par les eaux de la perte, nous a mis en présence d'un véritable katavothre grec, ou puisard naturel : il descend à 15 m. en dessous du lac, et en disperse les eaux dans d'étroites, affreuses et basses galeries boueuses, très corrodées, que nous n'avons pu suivre que sur 250 m. On suppose que la réapparition est au Bief l'Enragé (vallée de la Bienne). Comme partout, cette vidange actuelle du lac de l'Abbaye témoigne du remplacement de la circulation superficielle de jadis (vallées desséchées), par une circulation souterraine d'investigation très difficile (Recherche faite avec A. Magnin, Arm. Janet, E. Fournier, D^r Maréchal, etc.).

Dans la vallée de la Bienne, l'exploration de la grotte de Jeurre ne paraît pas achevée. Le 31 octobre 1899, pendant les travaux de captage de son ruisseau souterrain, alimentant la « Source du Nerbier », cinq ouvriers y furent enfermés durant quarante heures par une crue subite, et sauvés à grand'peine, grâce à une autre issue connue des gens du pays (v. *Spél.*, bull. n° 17).

(8) A Arinthod, la grotte de Saint-Hymetière passait pour posséder plusieurs salles à stalactites : nous n'avons trouvé (22 juillet 1914) que deux galeries sans intérêt. Mais son ample ouverture encorbellée (largeur 27 m.; haut. 10 à 20 m.), devant laquelle se vaporise le voile élégant d'une cascade, est un joli site. Elle a été la résurgence, puis le trop-plein d'un ruisseau souterrain maintenant enfoui, — qui ressort en aval et plus bas, et qui reste à rechercher.

(9) A 8 km. de Lons-le-Saunier, en partie décrite par le frère Ogérien. En 1892, la trouvaille de nouvelles salles par M. Camus suscita les investigations de Renauld qui, en 1893, avec un bateau Osgood poussa jusqu'au fond de la caverne. Les concrétions sont de toute beauté et la grotte dépasse 1 km. Mais Racovitza a exagéré en donnant plus de 70 m. de hauteur aux voûtes de Baume-les-Messieurs (2^e énumér., 1906, p. 397). Les fouilles d'un *village néolithique*, détruit par un éboulement au pied de la grotte, ont fourni à A. Viré un mobilier curieux de l'époque larnaudienne (bronzes, poteries, etc.) (*Spél.*, mém. 4).

C'est à Osselle qu'en 1826, le géologue anglais W. Buckland découvrit que les ossements quaternaires fossiles « happent à la langue », faute de gélatine (Mad. GORDON, *Life of W. Buckland*, 1784-1856, Londres, 1894).

(10) Le plus considérable des bassins fermés du Jura suisse est celui de l'Orbe supérieure (lacs des Rousses, de Joux, Brenet) dont les pertes ont été étudiées par Picard, Forel et Golliet en 1893-4 (*La Géographie*, 15 mai 1903 et *Eaux Souterr.*, p. 580 et 814); les eaux du Lac Brenet (entonnoirs de Bon-Port) reparaissent à la résurgence de Vallorbe, 115 à 120 m. plus bas; on les a captées par une conduite forcée extérieure.

Les gorges de l'Areuse (chemin de fer de Pontarlier à Neufchâtel) abondent aussi en belles résurgences, provenant d'*empisieux* ou entonnoirs absorbants (V. DAUBRÉE, *Eaux Souterraines*, t. I, p. 347. — HANS SCHARDT, *Eclogae geologicae helveticae*, etc.). Dans un autre ordre d'idées, les fouilles préhistoriques d'Otz (1867), Dubois et Stehlin (depuis 1916) à l'abri de *Cotencher*, près Chambrelin (Val de Travers-Areuse) ont été importantes pour le synchronisme entre le moustérien et les époques glaciaires (V. DUBOIS, *Gorges de l'Areuse et Creux du Van*, Neufchâtel 1902; *Fouilles de Cotencher*, *Soc. helvet. sciences natur.*, Neufchâtel, 1920).

Le bassin fermé du Locle a été pourvu, sous le curieux *col des Roches*, d'un déversoir souterrain artificiel vers le versant français allant aux bassins du Doubs (lac de Chaillexon). Les extrémités nord-orientales du Jura suisse, dans la région de Soleure, ont vu plusieurs percements de tunnels (Weissenstein, Hauenstein, Grenchenberg), terriblement gênés par des recoupements d'eaux souterraines (*Eaux Souterraines*, p. 377).

Plus au nord, la région de Porrentruy à Reclère, possède une circulation souterraine importante, avec le fameux

trop-plein (jaillissant après les pluies) du *Creux-Génat* (v. *La Géogr.*, 25 juillet 1901 et LIÈVRE, *Bassin de Porrentruy*, 1913). Elle a son origine dans les points absorbants qui entourent la grotte de Reclère, peu étendue, mais intéressante. Elle s'ouvre en abîme, près de Sainte-Ursanne et du Doubs, presque sur la frontière française (v. *Nature*, 830, 27 avril 1889; et JEANNERET-PERRET, *Echo des Alpes*, n° 2, 1893; deux descriptions très imprécises). Découverte en 1888, elle débutait par un aven profond de 16 m., où l'on jetait jadis les animaux morts, au grand dam des « sources » de Porrentruy. Pour la rendre commodément visitable, on a percé un court tunnel, qui permet d'accéder à son unique salle, vaste et belle (jolies colonnes stalagmitiques, gours, petit lac, etc.). On y trouverait peut-être des prolongements, en déblayant ses éboulis et certaines fissures obstruées.

Plus au nord encore, à côté de Delle, également en Suisse, nous avons, avec Edmond Renauld, le 14 mai 1894, examiné la vaste « grotte de Milandre », commodément aménagée en 1889. La pente stalagmitique de sa grande salle, haute de 25 m. est belle. L'étage supérieur, long de 120 m., est une série de fissures élargies par les eaux d'infiltration; l'étage inférieur, impossible à parcourir sans se mouiller complètement, est le ruisseau de la résurgence, voisine, de la Bâme. On le disait alors long de 2 km. ou de 2 heures? Nous n'avons pu y pénétrer que de 200 m. jusqu'à une voûte presque immergée (v. F. KOPY, *Grottes de Milandre*, Délemont, 1891). Entre les deux étages, nous en avons découvert un troisième, qui les relie, galerie tortueuse, suivie pendant environ 150 m. en rampant. Lors des crues, le ruisseau monte dans ce boyau dont la voûte est percée de fissures verticales (avens). Le système hydraulique est toujours celui des trop-pleins, universel dans les calcaires fissurés. Au temps où l'on ne connaissait pas le régime souterrain des eaux dans les terrains calcaires, on avait fermé la sortie de Milandre par un mur, pour emmagasiner les eaux dans le sol, et pour les faire jaillir plus haut par l'orifice supérieur (ancien trop-plein). Mais cette tentative de *serrement* a échoué. Une crue souterraine a fait sauter le barrage, comme un bouchon de champagne, et la résurgence a rétabli son ancienne issue. *Le fait est à retenir* (V. SIEGFRIED, *Das schweizerische Jura*, Zurich, 1851. — A.-F. FÖRSTLE, *The drainage of the Bernese Jura* (Proc. Boston, Soc. Nat. hist., XXV, Boston, 1892). — *Bibliographie* de E. DE MARGERIE (p. 267) et ma *Spéléol.*, xx° s., p. 90, 319 et suiv.).

(11) On ne saurait passer sous silence la polémique surgie à propos du perçement du Mont d'Or, entre Frasné et Vallorbe : du 23 décembre 1912 au 18 avril 1913, les travaux crevaient des réservoirs souterrains (45 arrivées d'eau de 350 litres à 10 m³-sec.) qui tarissaient des « sources » du côté français (à Malbuisson, Métabief, Longeville, etc.) et provoquaient une inondation du côté suisse : d'où procès et indemnités. La C^{te} P.-L.-M. a pris des mesures et fait de grands travaux pour remédier aux dégâts. Je crois qu'il faudra longtemps, et surtout l'attente des effets d'une série d'années pluvieuses pour savoir si on y a réussi (v. E. FOURNIER, *Nature*, n° 2074, 22 février 1913; — H. SCHARDT, *Actes Soc. helv. Scie. Natur.*, Genève, 1915, p. 189 et *Eclogae geologicae helveticae*, vol. 14, n° 5. — *Eaux Souterr.*, p. 378). A mon avis, H. Schardt s'est trop avancé, en affirmant le succès complet des mesures d'obturation adoptées en janvier 1913.

De même, L. COLLOT, W. KILIAN et PH. ZURCHER (*Observations sur les cavités souterraines et sur l'hydrologie du massif du Mont d'Or*, Bull. Soc. géolog. France, 1915, p. 277) pensaient qu'elles ont réussi par un succès exceptionnel à rétablir l'ancien régime hydrologique (La ligne a été ouverte le 16 mai 1915). « Les pronostics plus que pessimistes n'ont reçu aucune confirmation ». Ils avaient déduit que le rapport des vides aux pleins dans ce calcaire serait de 1 à 10 000. Rien ne permet de chiffrer ceci. Ils tendaient à nier que les cavités aquifères rencontrées eussent des cassures préexistantes pour origine et ils pensaient que les *cavités résultent d'érosions chimiques*. (Encore une confusion de termes : on doit dire corrosion pour l'action chimique et érosion pour les effets mécaniques : autrement on ne s'entendra jamais). Mais ils reconnaissent qu'aux tunnels du Hauenstein, du Weissenstein, et du Grenchenberg (Jura Suisse) « il a fallu se résigner à voir disparaître des sources ». Ils ne croyaient pas les prévisions possibles, et ajoutaient : « *Personne n'a prédit, en particulier, et n'aurait pu prédire ce qui s'est passé au Mont d'Or.* »

Or, de 1905 à 1910, Fournier avait parfaitement prévu et explicitement dénoncé le danger; dès 1905 même il avait spécifiquement dénommé plusieurs des sources que le tunnel a tarées (Longeville, Métabief, etc...) (*Petit Comtois*, 28 novembre 1905 et 18 septembre 1909; — *Spelunca*, mém. 62, p. 13, décembre 1910).

Il y a là un topique exemple des périls auxquels peuvent conduire des doctrines tendancieuses et fausses, quand elles refusent de capituler devant des faits matériellement constatés et des résultats laborieusement et dangereusement acquis. On prépare ainsi de futurs désastres, comme au Loetschberg, au Simplon, à Amalfi, pour les barrages de Génissiat et de l'Ardèche (si on les exécute!) Il vaudrait mieux regarder en face la vérité, qu'on se refuse à accepter....

Comme Fournier lui-même, je persiste à croire que l'ancien régime hydraulique souterrain du Mont d'Or a été trop perturbé pour pouvoir être définitivement rétabli. Attendons la suite! Il est certain que pour les grands tunnels, les expertises ont été souvent trop rapides : au Loetschberg, par exemple, où, après la catastrophe du 24 juillet 1908, on n'aurait pas pu recourir à l'expédient d'un nouveau tracé courbe, si la traction électrique n'était devenue applicable à ce moment là. Au Hauenstein, il y eut des écrasements (P. GIRARDIN, Rapport prix M. Benoist à M. Heim, 1924).

Si je « me plains » comme on me l'a plusieurs fois reproché (notamment W. Kilian), à relever et à poursuivre avec grand soin les conséquences de ces sortes d'erreurs géologiques, c'est parce qu'il y a un devoir public (et national en ce qui concerne la France) à entraver leur récurrence. Et, là-dessus, *personne ne réussira à m'imposer silence*.

J'ajoute encore qu'entre Baume-les-Dames et Montbéliard, le tunnel de Rang a recoupé le cours d'eau souterrain de la résurgence d'Halle. La partie supérieure de ce ruisseau a été captée par Rang.

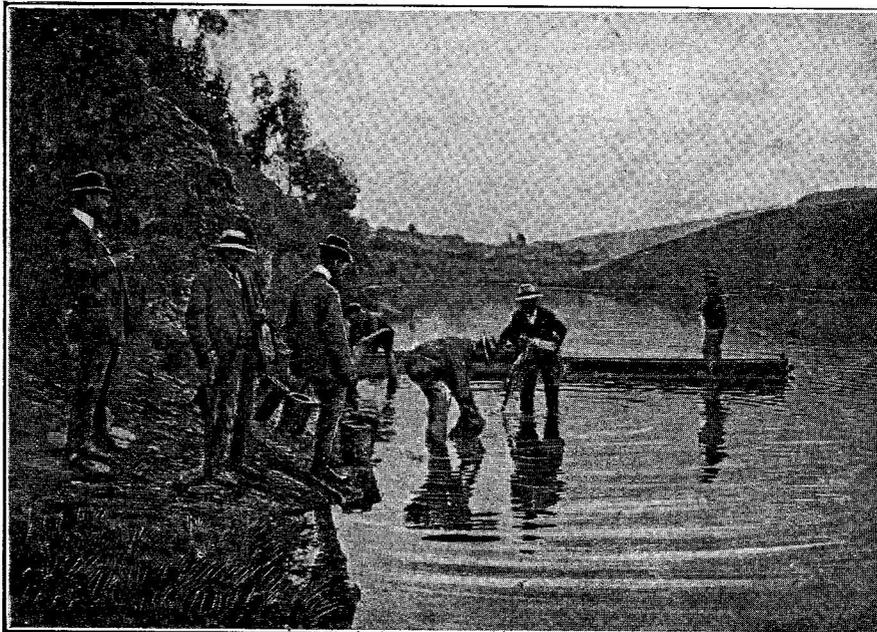
(12) E. FOURNIER, *Les forces motrices du Haut-Doubs*, Besançon, 1924.

(13) Comme phénomène géologique de capture souterraine et de résurgence, c'est le pendant de la dérivation du Danube vers le Rhin, par les pertes d'Immendingen (Bade) et la résurgence de l'Aach. En 1877, le problème du Danube-Aach a été résolu par Knopp à l'aide de la fluorescéine (distance 12 km. 1/2, différence de niveau 170 m. *Nature*, 1909, 25 décembre 1909 et *Eaux Souterr.*, p. 814).

Dès 1863, la diminution du débit du Doubs avait préoccupé les moulins de cette rivière; en 1873, MM. Gresset

et Maire, avec du sel de cuisine, avaient fait des expériences mal combinées, et conclu que l'eau des pertes du Doubs était récupérée par la rivière elle-même, de Remonot à Morteau, et n'allait point à la Loue. En 1898, E. Fournier contestait cette conclusion, et affirmait formellement que les pertes du Doubs contribuaient à l'alimentation partielle de la Loue.

Après le sinistre du 11 août 1901 surgirent toutes sortes de difficultés, entre les usiniers du haut Doubs et ceux de la Loue; les premiers voulant obstruer les pertes, tout en prétendant qu'elles n'allaient pas à la Loue; les seconds réclamant le *statu quo* comme nécessaire à leur résurgence. Légalement la question est *insoluble* : le Code français et les lois sur les cours d'eau n'ayant pas prévu les captures souterraines en terrains calcaires. Après neuf années de discussions, rapports, contestations, le ministre de l'Agriculture (le 18 août 1910) me chargea, avec E. Fournier et E. Maréchal, de jeter cent kilogrammes de fluorescéine dans les pertes du Doubs. (Distance : 10 km.; différence de niveau : 255 m.). Or, de 1880 à 1910, toutes les pertes du Doubs avaient été activement recherchées et bouchées par les riverains intéressés : si bien que du 28 au 30 août 1910, l'expérience commença par nous paraître irréaliste. Mais, le 30 août, Fournier et Maréchal eurent la chance de retrouver, à 2570 m. à l'aval du Pont d'Arçon, un groupe de deux pertes (placées sous l'eau, à 1 m. de la rive), qui avait échappé aux travaux d'obstruction. Sur la rive gauche du Doubs, à 790 m. d'altitude, en face des Granges de la Commune et à 800 m. en amont de Maisons-du-Bois, elles s'ouvrent dans une diaclase du calcaire portlandien; l'absorption de l'une d'elles est si intense, que l'aspiration de l'eau y forme un tourbillon creux, tronconique. C'était justement là le dernier point où l'on connaît des pertes du Doubs, et il est placé bien à l'aval de la Loue; pour y ressortir, l'eau souterraine avait donc à rebrousser chemin en sens contraire de l'écoulement du Doubs.



EXPÉRIENCE A LA FLUORESCÉINE DU 31 AOUT 1910.

Et c'est précisément ce qui est arrivé : confirmant la complication des anastomoses dans l'intérieur des terrains calcaires (E. Van den Broeck et E. Fournier). Le mercredi 31 août 1910, le jet de la fluorescéine commença à 14 h. 1/2, dans la plus favorable des deux pertes; sous 30 cm. d'eau environ, on voyait une fissure de 20 cm. de longueur, sur moins de 10 de largeur, aspirer l'eau avec tant de force, que le tourbillon (de 10 cm. de dépression, avec giration dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) engloutissait la poudre immédiatement. Il ne fut pas nécessaire de diluer la fluorescéine dans l'eau ammoniacale. Fournier, plongé dans l'eau jusqu'à la ceinture, employa une heure et demie à vider, à la main, les bidons de fluorescéine dans le trou même. Aucune erreur ne s'était glissée dans l'opération : à 16 heures, la perte avait avalé les 100 kg. de colorant.

Cette rapidité d'absorption indiquait, *a priori*, qu'une chute d'eau souterraine très profonde existe sous la fissure. Le débit de la perte fut évalué à 4 l. par seconde : soit en 1 h. 1/2 (5 400 secondes) 21 600 l. d'eau : en chiffres ronds, 22 m³. La sursaturation de fluorescéine était donc égale au 220^e, alors que le pouvoir colorant de la sorte employée était à l'œil nu du 40 000 000^e, sous une épaisseur d'eau de 0 m. 50. Le filet d'eau englouti devenait ainsi un véritable extrait ou essence de matière colorante, susceptible de teindre un puissant torrent. D'autre part, le débit de la Loue était, à ce moment, de 6 700 l. par seconde; les 100 kg. de fluorescéine pouvaient donc colorer 4 milliards de litres, c'est-à-dire la Loue durant 597 000 secondes, soit six jours et vingt-deux heures, tout près d'une semaine (plus ou moins si l'expérience réussissait, comme elle le fit magnifiquement).

Du 1^{er} au 4 septembre 1910, sur le cours du Doubs jusqu'au Saut du Doubs, aucune coloration ne fut constatée, pas plus par nous, que pendant plusieurs autres jours par le Service des Ponts et Chaussées. Au contraire, le 3 septembre, à 8 h. du matin, le meunier de la Loue, — chargé de la surveillance — voyait la résurgence se colorer nettement en vert, soixante-quatre heures après l'achèvement du jet à la perte. Nous-mêmes, à partir de 10 h., constatâmes une intensité croissante et extraordinaire. L'admirable coloration persista deux jours entiers — s'étendit progressivement tout le long de la Loue, — et fit l'étonnement de la population de la vallée jusqu'à Quingey, à 60 km. de distance et jusqu'au 6 septembre; mais, ce jour-là, une forte crue provoquée par des orages, amena la Loue au delà de Chenecy à un tel degré de turbidité, que la coloration, déjà affaiblie, de la rivière s'en trouva subitement masquée.

La constatation officielle fut faite, le 4 septembre au matin, par M. l'ingénieur Blaise. Le 5 septembre, à 6 h. du matin, le meunier notait la fin de la teinte verte à la résurgence, que Fournier retrouvait, en effet, toute claire à 8 h. Comme l'arrivée de la tête de coloration n'a pas pu être remarquée dès sa première manifestation, on peut admettre le chiffre rond de quarante-huit heures, pour le passage de l'eau teintée à travers la caverne siphonnante (impénétrable) d'où sort la Loue. A raison de 6 700 l. par seconde, cela représente une émission d'eau de 1 157 760 m³. L'état de dilution était donc de près de 1/12 000 000^e, tout à fait adéquat à l'intensité de la coloration.

La perte des Granges de la Commune étant la plus distante de la Loue et la plus défavorablement située (à l'aval), il s'ensuit forcément que toutes les pertes d'amont s'en allaient à la résurgence avant leur obturation. On remarquera que la température de l'eau à la Loue varie avec les saisons : trop élevée de 2° en été par rapport à la température moyenne annuelle, elle descend en hiver beaucoup au-dessous de cette moyenne, parce que les eaux diverses qui la forment sont refroidies au dehors, avant de se perdre en terre. Conformément à ce que j'ai énoncé, dès 1896 (et qui avait été confirmé peu après par E. Van den Brœck), de telles émergences ne sont donc pas des sources, mais des résurgences, ou réapparitions d'eaux ayant déjà coulé et ayant pu se contaminer à la surface du sol : on sait quelle importance capitale, pour l'hygiène publique, cette notion a acquise pour l'alimentation en eau potable des pays calcaires.

La Loue (comme Vaucluse, aux températures guère moins variables) est donc un type caractéristique de résurgence. La communication des pertes du Doubs avec la Loue étant ainsi définitivement prouvée, la solution du litige n'en demeurerait que plus difficile. Provisoirement on n'a pas débouché les déperditions obturées, ni recherché s'il s'en formait d'autres : et l'on a recouru à l'artifice de surélever par un barrage, le lac de Saint-Point en amont de Pontarlier. Notre expérience enseigne en somme ce qui suit : 1° La vitesse a été de 156 m. à l'heure, pour une pente de 2,55 p. 100, avec un débit très faible à la perte et très fort à la sortie. — 2° La quantité de 100 kg. a été surabondante; 50 à 60 kg. auraient suffi, mais moins péremptoirement; 25 kg. eussent abouti à un échec certain (à l'œil bien entendu et on sait qu'il fallait ici une conclusion publique. éclatante). — 3° Il ne faut donc pas reculer devant l'emploi de fortes doses; sinon on formule des conclusions mal fondées, comme Émile Belloc pour la relation entre le Trou di Toro de la Maladetta et le Goueil de Jouéou de la Garonne. — 4° La dissolution préalable dans l'eau ammoniacale est inutile, quand l'entraînement souterrain au point de perte est suffisamment rapide. — 5° La disproportion entre le débit de la perte et celui de la résurgence est indifférente et peut être énorme : elle a atteint de 1 à 1 675 du Doubs à la Loue, où un filet d'eau de 4 l. seconde a coloré intensément une résurgence de 6 700 l. C'est encore un avantage des fortes quantités : la sursaturation a contrebalancé les effets de brassage et de dilution par mélange avec des apports souterrains considérablement plus importants.

Nos observations barométriques ont été rapportées aux repères suivants du nivellement général de la France : Gare de Pontarlier : 837 m. 425; Pont d'Arçon, 796 m. 13; route à Maisons-du-Bois, 794 m. 92; Moulin-d'Entre-Roche, 769 m. 13; Hôtel de la Vrigne, 826 m. 46; Châlet de la Loue (sur la route), 587 m. 22. Cela nous a donné : Doubs sous le Pont d'Arçon, 792 m. 50; pertes de la Grange de la Commune, 790 m.; sortie de la Loue (au déversoir de la grotte), 535 m. (moyenne de quatre observations variant de 533 à 537); Mouthier, route (à l'Hôtel des Voyageurs), 422. La cote 544 donnée à la Loue par le Dictionnaire de la France est trop faible de 9 m. En 1873, Maire et Gresset donnaient 260 m. de différence de niveau entre la Loue et le Doubs à Arçon (Nous avons trouvé 257 m. 50 : peut-être pas au même point; cette discordance est négligeable).

Il importe de remarquer que, si les pertes des Granges de la Commune se trouvent dans le calcaire portlandien (compact mais fissuré), la Loue voit le jour sur les marnes astartiennes; l'eau souterraine a donc franchi les calcaires un peu marneux du Virgulien et les calcaires marneux du ptérocérien. Ici, les marnes ne jouissent pas du privilège absolu de l'imperméabilité; leurs gerçures, ou leurs lacunes, laissent percoler l'eau, comme nous l'avions déjà démontré.

Avec 2,55 p. 100 de pente seulement, un petit débit à la perte et un gros débit à la résurgence, on peut affirmer qu'il n'y a ni gros obstacles, ni grands réservoirs, mais plutôt courants et cascades : les 156 mètres-heure tiennent le milieu entre Bramabiau (à pente plus que quadruple et à débit de sortie moindre), et Han-sur-Lesse 41 m. 66-heure presque sans pente (1 pour 1 000), avec obstacles de plusieurs bassins siphonnants reconnus et fort débit de plusieurs mètres cubes-seconde.

Au Danube-Aach, la vitesse a varié, selon les débits, de 208 à 114 mètres-heure, pour une pente de 1,36 p. 100; il est possible que les obstacles soient moindres qu'à la Loue, puisque la pente est de moitié plus faible, etc....

Dans le Carso, l'expérience d'Occisla-Rosandra (au sud de Trieste) en mai 1908, n'a donné de résultat qu'au bout d'un mois, après une crue; il y avait eu évidemment retenue dans un réservoir interne. (Pour l'histoire plus détaillée de la question, voir E. FOURNIER, *Le Doubs et la Loue*, Besançon, 1913, et MARTEL, *XIII^e Congrès géolog. intern.*, 1922, Bruxelles, p. 1605, 1617).

Cette grande expérience a confirmé les douze conclusions d'une enquête faite à Bruxelles en 1904. — En outre elle a définitivement prouvé que la plupart des résultats négatifs sont dus : 1° à l'emploi d'une quantité insuffisante de colorant; 2° à une trop brève surveillance aux résurgences mises en observations; 3° que, empiriquement, et pour des débits importants, il convient, en pratique, d'employer, en poids, un nombre de kilogrammes de fluorescéine, égal à la distance en kilomètres entre les points de jet et de sortie, multipliée par le débit de la résurgence à examiner; — du moins si l'on veut obtenir un résultat à l'œil nu et convaincre publiquement les intéressés.

N. B. — C. Thurmann (de Berlin) est arrivé exactement à la même formule que moi pour la fluorescéine : poids en kilogrammes égal à la distance en kilomètres, multiplié par le débit de la résurgence en mètres cubes — V. le résumé de la question (en 1920) au chap. xxx du N. Tr. *Eaux Souterr.* — G. TIMEUS, *Recherches sur l'origine des eaux souterraines* (fluorescéine, chlorure de lithium, césium, strontium, substances radioactives, fuchsine : *Due mila Grotte* (du Carso), Touring-Club Italien, Milan, 1926). — A. GUILLERD, *Notions d'hydrologie*, Paris, Béranger, 1923 (Eaux de Paris). (La principale émergence du Durteint a donné 40 m. en 24 heures, et la coloration resta perceptible pendant une année entière; pour l'une de celles de la Voulzie, au contraire, on trouva une vitesse de 10 km. par jour).

Les récentes expériences de Diénert et Guillerd, pour les eaux de la Ville de Paris, ont confirmé que la fluo-réscence provoque souvent des surprises inattendues, — que son emploi est fort délicat, — et qu'il faut surtout s'abstenir de conclusions prématurées : *Nature*, 2728, 17 juillet 1926; *L'eau de Pro vins à Paris*; — et *Annales des Services techniques d'hygiène de la Ville de Paris*, depuis 1919, surtout t. VII (1925, p. 98; difficultés provenant de la fixation, — de la diffusion, — des remises en mouvement, — des réactions organiques, etc.), Paris, Gauthier-Villars.

(14) E. FOURNIER, *La sécheresse dans le Jura en 1906* (*Nature*, 1782, 20 juillet 1907). Pour certaines résurgences, le débit s'est abaissé au 1/3 de 1893; il faut remonter à plus de deux siècles pour trouver un pareil abaissement. On en a profité pour explorer plusieurs cavités à sec, mais pas en aussi grand nombre qu'il eut été désirable : on a ainsi manqué l'occasion d'examiner le fond du puits de la Brême; — celui dit « source de l'Ain » a pu l'être (v. p. 257). La Loue est descendue à 1 200 litres-seconde, au lieu de 1 600, minimum connu. A Pontarlier, le Doubs débitait moins de 300 l.; à Morteau, une centaine à peine grâce aux pertes, et les usines furent arrêtées.

Au lac de Chaillexon, du 3 juin au 5 octobre, l'eau avait baissé de 16,90 m. On a pu ainsi repérer les principales fissures; exécuter des expériences de coloration vers les résurgences en aval du Saut; et pénétrer de plus de 1 km. dans la grotte de la Toffière. Alors, ces « bassins du Doubs » étaient complètement à sec sur plus de 2 km. de longueur et presque à sec sur le reste du parcours. Au milieu, le Doubs serpentait dans la vase et on le traversait sur une planche. Ce lac étrange, étudié par Delebecque, Schardt, Magnin, est fort étroit; sa longueur atteint 3 300 m. et sa largeur moyenne 200 m. seulement. Le seuil ou barrage, large de 600 m. et haut de 50 m., qui retient ses eaux forme le Saut du Doubs, celui-ci fut complètement à sec également en 1906 (plus encore que le 23 septembre 1893, date à laquelle on put voir, sur la rive droite (Suisse) du lac vide, les deux sources, ordinairement sous-fluviales de la Mauvaise-Cote et de l'Arvone. Leur débit était supérieur à celui du Doubs en ce moment (A. JACCARD, *Nature*, 6 janvier 1894, n° 1075).

On a pu enfin constater, en 1906, que le barrage du Saut du Doubs n'est nullement étanche; il s'y est produit des fuites qui vont ressortir à l'aval du Saut (Moulin de la Roche). Il apparaît constitué surtout par des éboulements accumulés sur le seuil et non pas par une barre fissurée de la roche en place (comme l'avait cru Delebecque. (L.-W. COLLET, *Les lacs*, 1926). Et on sait mainte-

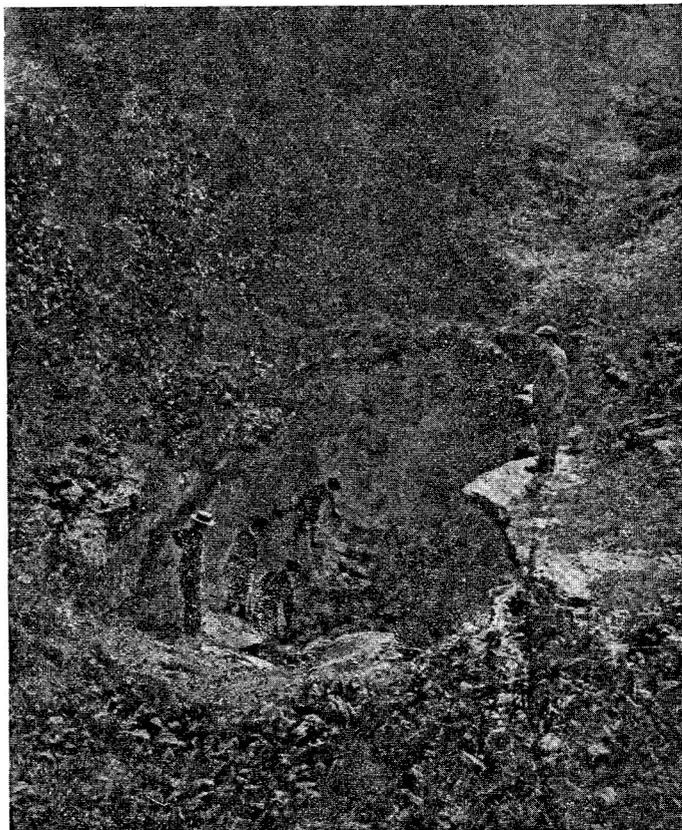
nant que le Saut du Doubs cesse de couler, dès que l'eau des bassins a baissé de 13 m. Alors, les émissaires souterrains seuls fonctionnent et le niveau du lac fléchit de plus en plus rapidement.

Trois ans et demi après, en janvier 1910, Besançon n'était pas moins éprouvé que Paris par les inondations du Doubs. — Tel est le régime de ce fallacieux cours d'eau.... Où en est donc la « loi de Brückner? »

(15) Mais non sans difficultés ni déboires. Car, là encore, le calcaire et ses eaux souterraines ont joué un de ces tours dont ils sont coutumiers. Le tunnel de dérivation creusé dans la rive gauche sur 2 750 m. de longueur, du Moulin du Refrain (606 m. 50) aux usines du même nom (540 m. 50, chute de 66 m.) avait donné complète satisfaction à la préservation des paysages; mais, pratiqué en partie dans les marnes, il a subi des poussées, des disjonctions, des fuites, fort préjudiciables à l'entreprise. Consultés sur sa réfection en 1922, nous nous ralliâmes (Fournier, le P^r Buxtorf, de Bâle, et moi-même) à l'édification projetée d'un barrage de moyenne hauteur, aux Échelles de la Mort, à condition que des sondages trouvassent une base solide pour les fondations. Le remous n'aurait noyé qu'une portion de gorge (3 km.) actuellement inaccessible, et où il serait trop coûteux d'établir des sentiers. Malheureusement, les sondages ont révélé des remplissages meubles, absolument impropres à la fondation de l'ouvrage. Tant bien que mal, on a dû se résigner à réparer le tunnel (V. L. REVERCHON, *Nature*, 18 septembre 1909).

A l'aval, l'usine suisse de la Goule a profité (depuis 1855) d'une chute de 25 m. sur un éboulement datant du xiv^e siècle. A. BUXTORF, *Profil en long du Doubs franco-suisse (du Lac des Brenets à Soubey, Eclogaë helveticae*, janvier 1922), estime que les « ruptures de pente » du Saut du Doubs, du Refrain, de la Goule, correspondraient à des éboulements. — Dont avis pour les promoteurs, de Génissiat....

En aval, on a achevé en 1925 le percement, qui a fort bien réussi, de la dérivation du Doubs vers Saint-Hippolyte (38 m. chute, 18 m³-seconde).



LA DOYE DE LA RÉVEROTTE.

(16) Maurepos (où m'a guidé le 22 juillet 1901 et les 29-30 septembre 1902 M. l'abbé Boiteux), sourd à l'étiage, sur des marnes oxfordiennes, vers 510 m. d'altitude, par plusieurs émergences qui, jadis, sortaient 30 m. plus haut par la grotte Sainte-Catherine et le Biez-Airoux (540 m.). La grotte Sainte-Catherine, depuis longtemps connue sur 300 m. d'étendue, ne sert plus que très rarement de trop-plein aux eaux souterraines. A 175 m. de distance, le Biez-Airoux (dans le calcaire rauracien) est remarquable par l'étagement de ses couloirs; ils correspondent extérieurement à deux ou trois niveaux de trop-pleins, fonction des pluies; le plus haut est pénétrable sur 200 m. d'étendue, mais si étroit, qu'il nous a été impossible d'y convoyer un bateau jusqu'à un profond bassin d'eau (9°,2) qui arrête la marche. Au delà, la prolongation est certaine, car, en trois points différents de la caverne on entend, à travers les éboulis impénétrables, gronder des branchements bas, qui à l'étiage, alimentent les émergences pérennes de la source. Ici les recherches ne sont pas finies.

(17) C'est d'abord, par 590 m. d'altitude un ruisseau à 9° impénétrable; puis, une déperdition dans des bêtouilles; ensuite un regard sur l'eau souterraine par un gouffre de 8 à 10 m. de profondeur (Doye de la Réverotte, diamètre 10 m. sur 5, alt. : 580 m.), qui, comme l'Ain, la Brème, le Frais-Puits, le Creux-Génat, etc. vomit de l'eau après les pluies, vraie soupape de sûreté de la circulation souterraine actuelle. A 1 km. en aval, la grotte de Martinvaux (570 m.) largement ouverte, fournit une rivière en saison humide. Le 1^{er} octobre 1900, je l'ai remontée sur 350 m. en bateau, avec MM. Boiteux, Maréchal, Bessil, jusqu'à un rétrécissement de 0 m. 25 de largeur (eau à 9°, profonde de 6 m.). Pendant la sécheresse de 1906, M. Petit-Laurent, poussa à pied jusqu'à 500 m. Ce ruisseau proviendrait de l'entonnoir-gouffre du Moulin de Passonfontaine.

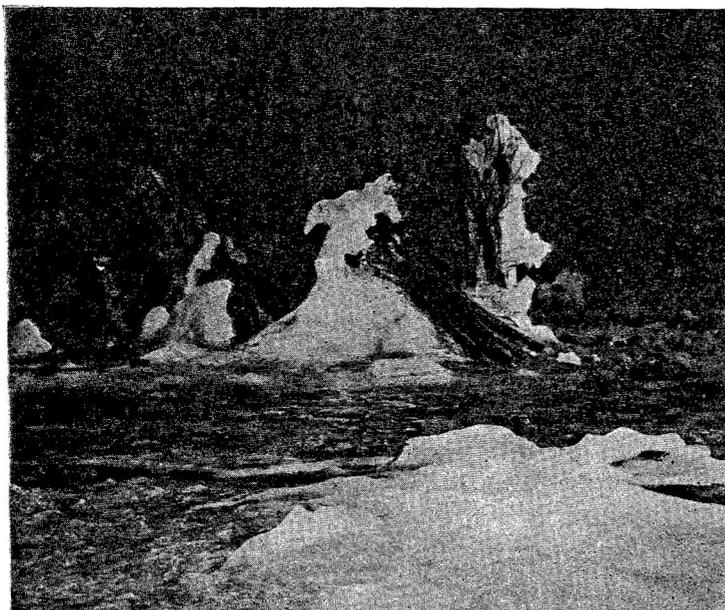
(18) Pour la formation des glaces souterraines, BILLEREZ, il y a deux siècles (*Hist. de l'Ac. des Scie.*, 1712, n° 23), à Besançon, évoquait l'influence refroidissante des sels nitreux et ammoniacaux des roches, réagissant au contact des infiltrations. Cette théorie fut adoptée par Dortons de Mairan (de l'Ac. des Scie. et de l'Acad. franç.), (Dissertation sur la glace, Paris, 1749), par Marcorelle, 1773 (Acad. des Scie.) et par nombre de physiciens (allemands surtout). — Mais on a vu (p. 155 et 265) que la vraie théorie des glaciers est celle qui les attribue : 1° à la forme des cavités; 2° au froid de l'hiver, accumulant les neiges et l'air dense dans des sacs ou sabliers, où l'air chaud de l'été ne réussit pas à pénétrer. La fausse idée populaire de la formation en été est des plus difficiles à corriger.

La Grâce-Dieu a précisément (dans le calcaire bathonien) la forme propice étranglée par le milieu; et les températures que j'y ai relevées en deux saisons différentes sont caractéristiques. Le 2 octobre 1902 : au fond, 0°,8; — à 2 m. : 1°; — à 20 m. : 2°; — à 35 m. : 4°; — au dehors : 7° C (avec le Dr Maréchal). Le 27 juillet 1914 (avec L. Rudaux) : Eau de fusion au fond : 1°,5; — air au fond : 2°; — eau d'infiltration : 3°-5°. Donc plus chaude et plus fondante au milieu de l'été qu'au début de l'automne. Un subterfuge des propriétaires a malencontreusement entretenu la fausse croyance à la production de la glace en saison chaude. En effet, pour accroître l'aspect pittoresque, on a disposé, sur la glace unie du fond, des fascines et fagots de formes variées; sur cette ossature, « absolument artificielle », les infiltrations des premières fontes de neige (congelées dès qu'elles arrivent en bas de la grotte) déposent une enveloppe de glace, assez épaisse pour se maintenir solidifiée pendant tout l'été; et triomphalement on conclut que la *glace se forme en été*. Seulement, quand les beaux jours chauds ont été longs et quand la température interne de la Grâce-Dieu finit par remonter à 1 ou 2 degrés au-dessus de zéro, la manœuvre est déjouée : la carapace de glace, contrainte de céder à cette élévation de température, laisse les malencontreux fagots percer le bout de l'oreille à travers les faux sécras dissociés. C'est ainsi qu'on égare la science.

Toutefois, il faut dire que Gollut, dès 1592, — Charpentier de Cossigny en 1743, etc..., admettaient déjà cette théorie du froid hivernal.

En 1874, Boyd-Dawkins (*Cave Hunting*, p. 72) croyait à un reliquat des périodes glaciaires. C'est inadmissible. En 1727, la Grâce-Dieu fut entièrement vidée, et en 1743 la glace y était reformée. A Szilidze (Hongrie) il n'y a presque plus de glace en novembre et elle est toute reconstituée au printemps, etc... (*Spel.*, mém. n° 11, décembre 1897, p. 7). — Dr MAGNIN (*Spel.*, mém. 24, p. 35, 1900), *Glacières du Jura*. — *Nouveau traité Eaux Souterr.*, p. 794. D'après toutes les glacières des Alpes, — du Jura, — de Hongrie, — du Carso, — du Caucase, la question de l'origine hivernale de la glace des cavernes est définitivement et indiscutablement tranchée.

(19) La situation de l'étage toarcien (marnes imperméables) fait même penser qu'elle descend jusqu'à 300 m. C'est « un des plus beaux exemples connus de coupe géologique souterraine » (*Spel.*, mém. 21, p. 23). — Lachenau doit descendre (au contact du bajocien et du toarcien) jusqu'à un réseau d'eaux souterraines ayant pour origine, les pertes des étangs de Leubot, qui ont elles-mêmes pour résurgences (prouvées par la fluorescéine) *Plaisirfontaine et*



LES FAGOTS DE LA GRÂCE-DIEU (2 OCTOBRE 1902)

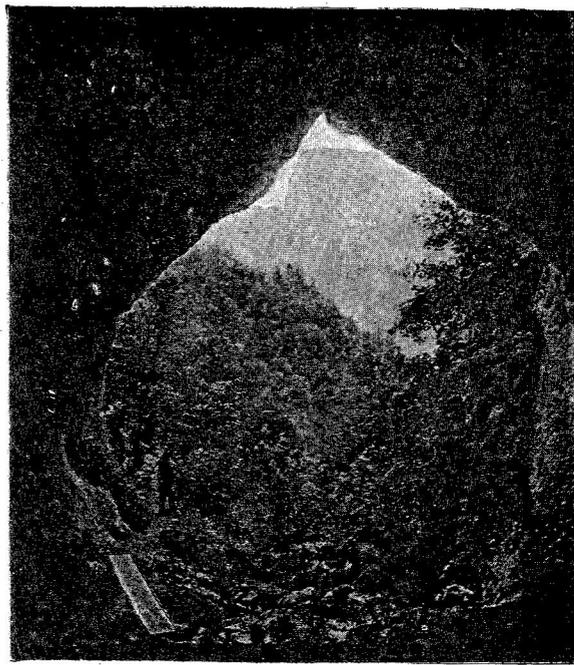
le Puits de la Brême. Le Puits de la Vieille-Herbe (bouché à 108 m., 1899 et 1900) et le Paradis doivent en faire également partie.

(20) Protestation, le 6 décembre 1912, etc. à la Chambre des députés, de MM. Beauquier et Albert Métin. Mais les propositions protectrices diverses, — le Comité fondé à Besançon (15 mars 1913), — un projet d'expropriation de la Loue, — les campagnes de la « Société pour la Protection des Paysages », — du Touring-Club, — de la revue *La Nature* (2067, 2090 et 2093 des 4 janvier, 14 juin et 5 juillet 1913), — de E. Fournier (Conf. du 23 avril 1913 à Besançon) ont échoué, dans la lutte âprement engagée entre les usiniers et les patriotes, qui veulent conserver à la France les purs éléments de sa beauté, de son charme et de son attirance. Au Sénat (4 juin 1915), M. Grosjean insista encore vainement, faisant remarquer que, la plupart du temps, ce sont des ingénieurs suisses qui, sous prétexte de nécessités industrielles, les détériorent ou les détruisent. Rien n'y fit : en juillet 1914 j'ai vu le sacrifice consommé. La nature avait succombé!!! En 1913 la société des Forces motrices de la Loue racheta l'usine de la grotte : en 1917 on fit un barrage à 300 m. en aval et un canal d'aménée de 2155 m. pour fournir une chute de 129 m. à l'usine de Mouthier. Celle de la grotte est arrêtée le soir (LORBERT, *La France (de l'est au travail)*).

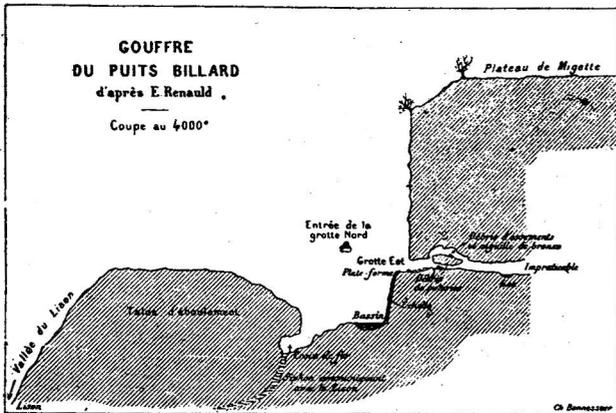
(21) En plusieurs périlleuses tentatives, Fournier et ses élèves ont recherché, avec bateaux, échelles, etc., si les parois et voûtes de l'ample et courte caverne de la Loue n'offrirait pas une fente, une voie de pénétration souterraine. Vains efforts. Elle est close et siphonnante comme Vaucluse. C'est par en haut, en élargissant les pertes du Doubs, qu'il faudrait chercher à pénétrer ses mystères.

(22) Citons seulement celle de *Baume-Archée* (rive gauche) et, sur la rive droite, la double caverne des *Faux-Monnageurs* et du *Pontet*; celle-ci effectue une descente totale de 75 m. Sur les quarante derniers, les eaux internes s'y accumulent dans des fissures réservoirs, entre la résurgence du Pontet et le bassin terminal de la grotte; ce dernier voit son niveau s'élever, après les grandes pluies. La disposition est analogue à quantité d'autres du même genre.

De très curieux barrages naturels de tufs extérieurs,



SORTIE DE LA GROTTÉ (RÉSURGENCE) DE BAUME-ARCHÉE



pareils aux Cours des rivières souterraines, multiplient les cascates dans cette vallée supérieure de la Loue. C'est la belle « Combe de Noaille », d'accès difficile, mal visible, où il y a lieu d'établir plusieurs sentiers pour d'admirables promenades (v. fig., p. 263).

(23) Altitudes provisoires : Nans : 377 m. (pont à 367,21); seuil de la grotte Sarrasine : 414-420; — premier bassin : 426; — fond : 430; eau à 8°,8 près du grondement souterrain. — Moulin du Lison : 393; — pied cascade : 396; passage latéral : 413; — bassin : 405 (à 11°, le 20 mai 1899); — Col vers le Puits-Billard : 427; seuil du Creux : 431; Bassin (à 120 m. du moulin) 405 m., temp. 11°; grotte à 425; — autre grotte : 433. — Ainsi, j'ai constaté qu'il y a égalité de niveau entre les deux bassins du Puits-Billard et de la grotte du Lison. C'est le siphonnement démontré.

En 1895-96, l'intérieur du Puits-Billard a révélé à Viré, Renaud et de Roton une station néolithique, absolument inaccessible sans échelles de corde; elle confirme l'ancien usage, en France, des habitants de falaisiers, analogues aux Cliff-Dwellers, endroits impossibles à escalader sans agrès spéciaux; on n'en connaissait qu'en

Amérique avant que je les eusse moi-même signalés à Riou-Ferrand, au Boundoulaou dans l'Aveyron (falaises du Larzac) et au roc d'Aucor de Murcens (Lot) en 1892 (v. A. VIRÉ, *Recherches préhistoriques dans le Jura*, 1895-96, *Bull. soc. d'anthropologie*, 1897, 1^{er} fasc.).

Rappelons que le Puits-Billard est un étroit cirque, un vrai gouffre plutôt, de 300 m. de tour et 120 m. de profondeur. Le 20 mai 1899, avec Meynier et Bresson, j'ai opéré le premier sondage (19 et 21 m. de profondeur) du bassin qui en occupe le fond. C'est la tête du gigantesque siphon de la résurgence du Lison. Le fond de ce vase communicant (384 m.) descend donc plus bas que le moulin et que la tête du val du Lison (de même qu'à Vaucluse; à Sauve, Gard; à Bournillonne, etc., v. p. 164). Nul scaphandrier n'a pu l'explorer encore, ni par l'amont (Puits-Billard), ni par l'aval (voûte du Lison). Mais un lamentable accident a prouvé la réalité de la communication entre les deux points. Vers 1890, une jeune fille ayant glissé dans le bassin du Creux-Billard s'y noya : le corps

ne put être retiré d'entre les roches dentelées du fond; trois mois après, on le retrouva tout déchiqueté, gisant dans un pré, juste à l'aval de la résurgence du Lison.

Quant au grandiose auvent de la grotte Sarrasine (rive gauche du Lison, à l'aval de la résurgence), il a 90 m. de hauteur et est presque aussi beau que Bournillon (v. p. 165); mais il ne recouvre pas de lac, et on n'a pas encore pu découvrir les galeries d'où sort son double ruisseau. Au fond, on entend l'eau gronder derrière une grande roche, que l'on projette d'abattre pour tenter la quelque découverte.

Comme la Loue, le Lison a suscité des convoitises industrielles : mais on a su les déjouer. De 1899 à 1902, la commune de Nans-sous-Sainte-Anne a poursuivi, jusqu'en Cassation, un procès contre un industriel qui avait capté la résurgence, pour établir une usine destinée à l'éclairage électrique de la ville voisine de Salins (*Bull. soc. prot. Pays*, 1^{er} trim., 1902, et Chambre des députés, 18 novembre 1912).

E. FOURNIER, *Spel.*, mém. 56 et FOURNIER, ROCHE, BOITEUX, *Excursions dans le Jura* (1910) et *Les Vosges* (1912) par les élèves des Facultés de province. Besançon, 1913, in-8°, 56 p. — E. FOURNIER, *Recherche... de l'eau potable*, 1924 (v. p. 267).

(24) En Haute-Saône, près de Gy, à l'est de Gray, l'investigation de la grotte-gouffre de *Captiot* ou Plumont avait été commencée le 29 juillet 1898, par MM. Boucher et Maire. En 1900, les équipes de Fournier durent s'y reprendre à trois fois pour y parcourir, sur 2 km. de longueur et 90 m. de profondeur, un ruisseau intérieur disparaissant en fente impénétrable, avant de ressortir à 500 m. plus loin à la résurgence de Roche-les-Bucey.

Les *Biefs Bouissel* ont une entrée verticale comme Captiot et les vrais avens, puis descendent en échelons et gradins à 100 m. sous terre, sur 1 km. parcouru (*Spel.*, mém. 33).

Pour les menaces d'effondrements signalées à Suaucourt (en 1925-26), aux confins de la Haute-Marne, on demeure dans l'incertitude. Au sud de Vitrey, ce village de Suaucourt (et Pisseloup) a fait grand bruit et a donné des inquiétudes, à cause de sons souterrains qui s'y font entendre, comme des chutes de blocs dans un grand vide. La population et le curé (l'abbé Boileau) appréhendaient la formation, par effondrement, d'une vaste caverne engloutissant le bourg. On parlait de l'affaissement menaçant de grottes hautes de 200 m., etc.... D'une enquête faite par E. Fournier, le 21 juillet 1926, il résulte qu'on paraît avoir exagéré. Il y a des fissures certes et des cavités à rechercher, mais elles ne peuvent dépasser 100 m. (*Éclaircisseur de l'Est*, 23 juillet 1926). — L'Abbé BOILEAU (*Situation géologique du village de Suaucourt*, *Bull. Soc. hist. natur.*, Doubs, 1926 et *Nouvelliste de Vesoul* du 26 mai 1926), s'inquiète depuis octobre 1905 de violents ébranlements de terrain; — bruits souterrains de démolition; — vapeurs chaudes (?), humides (à 9°) s'échappant, comme volutes de fumée, de fissures, crevasses et trous du sol (en hiver); — large cours d'eau souterrain et cavités de 150 à 200 m. de hauteur, *conjecturés* par l'abbé Mermet, sourcier; — chute probable de matériaux de ces voûtes. Il conclut qu'il faut creuser un puits en suivant une des fissures. C'est en effet le seul moyen pratique d'« élucider le mystère angoissant du sous-sol du village ». Y a-t-il là une vaste doline en voie de formation, qu'une catastrophe ouvrira soudain? Ou bien de simples effets d'acoustique et de condensation, amplifiés par un dispositif souterrain spécial ou par... l'auto-suggestion? On ne sait.

À l'autre extrémité (orientale) de la Haute-Saône, près de Héricourt (entre Montbéliard et Belfort), M. E. Sahle avait découvert, en 1910, *par des travaux de désobstruction*, un remarquable ruisseau souterrain de 2 km. 500 à la grotte de Gonvillars (Haute-Saône); il se termine en siphon à peu près sous le gouffre (obstrué) du Trou aux Chiens d'Arcey (contesté par Jeannel, 6^e énuméré, de grottes, 1918, p. 365).

Dans le Doubs, à 7 km. sud-ouest de Pont de Roide, entre ce joli bourg et Saint-Hippolyte-du-Doubs, on vantait, près de Dampjoux, une « belle grotte à stalactites » : à la Pentecôte 1894, avec E. Renauld, nous n'y trouvâmes qu'un étroit et insignifiant boyau, long de 100 m. visité en dix minutes, — au prix d'une journée entière de parcours.

(25) La grotte de Cravanche fut découverte le 2 mars 1876 par des carriers. On y trouva des squelettes, vases et bijoux préhistoriques néolithiques, qui sont au musée de Belfort (fouilles Parisot et Voulot). La grotte avait 100 m. de long, sur 5 à 10 de largeur et 1 m. 50 à 15 m. de haut. On croyait y avoir aperçu l'entrée de couloirs « descendant à des profondeurs inconnues » (Ch. Grad). Or, le 12 mai 1894, avec E. Renauld, nous passâmes une journée presque entière à nous glisser, en vers de terre consciencieux, dans beaucoup de crevasses fort mal commodes, où nul n'avait rampé avant nous; il nous fut alors impossible de trouver aux deux grottes aucun prolongement important. Les couloirs n'étaient que des fissures d'absorption, obstruées (alt. de la première grotte : 435 à 438 m.; — de la seconde : 447 m. Repérées sur la gare de Belfort, 357 m. 60). Nous conclûmes donc que « les grottes de Cravanche doivent renoncer à toute célébrité pittoresque, et se contenter de leur grande et très méritée réputation d'abri préhistorique ». Mais, en décembre 1924, MM. Lesmann, Hennequin et Haller, reprenant méthodiquement les recherches et opérant quelques déblais, ont pu découvrir cinq nouvelles petites salles et des fissures; — des indices de circulation d'eaux souterraines; — des foyers et débris préhistoriques; — une ancienne entrée oblitérée par un éboulement. Les découvertes (qui ont plus que doublé la grotte) ne semblent pas terminées et l'ensemble est devenu très intéressant.

Donc, en matière de recherches souterraines, il ne faut ni conclure prématurément, ni décourager aucune patience. Leur « champ de possibilités » apparaît de plus en plus comme illimité. Et les désobstructions ne sont pas une chimère.

M. Lesmann a exploré aussi à Bermont une petite grotte (profondeur : 13 m.) entre la perte de la Doulice (à 1500 m. de Bermont) et la fontaine de la Suze (lettre du 12 octobre 1926). V. Lucien MEYER, *Les grottes de Cravanche*, Belfort, Herbelin, 1923 (*Revue T. C. F.*, juin 1924). — Ph. LESMANN, *Les Grottes de Cravanche* (*Bull. Soc. Belfortaise d'Emul.*, n° 40, 12 p., 8 photos, 1 plan, 1925).

(26) Clément DRIOTON, *Les cavernes de la Côte d'Or* (*Spel.*, mém. n° 8, mars 1897). — Ruisseau souterrain ou abîme de Bévy, long de 200 m., jaillissant après la pluie, près Gevray; — Douix de Darcey, rivière à siphon; — grotte d'Antheuil; — grotte abîme du Contard, curieuse et jadis dangereuse (vers 1895 un visiteur s'y tua, en remontant le long d'une simple corde à nœuds). En 1926, on l'a commodément aménagée en déblayant une ancienne ouverture inférieure (entre Plombières et Pasques).

CURTEL et DRIOTON, *Gouffres et cavernes de la Côte d'Or* (*Afas*, 40^e congrès, Dijon, 1911, t. I, p. 101). — Le

mot de Puy (Podium) n'est pas particulier à l'Auvergne et au Quercy, etc..., il se retrouve aussi dans le Jura (près Salins, Lons-le-Saunier, etc.). (C. DAVILLÉ, *Congrès Soc. Sav.*, Poitiers, 8 avril 1926, *J. Off.*, 10 avril).

(27) Il paraît qu'un nommé Quantin avait déjà retiré du gouffre, en 1882, le cadavre d'un homme, et obtenu pour ce haut fait une médaille d'honneur. En juillet 1892, (à l'âge de soixante-huit ans) il alla encore extraire la dépouille d'un bœuf, qu'on y avait jeté, préluant ainsi aux mesures d'hygiène prescrites par la loi du 15 février 1902. Température du 28 mars 1892 : au fond à l'arrivée : — 1° (air, neige et glace); au départ : 0°5 (après un séjour de trois personnes pendant deux heures); à la surface du sol : + 14°5.

Au fonds du puits, toutes les fissures de la pierre sont remplies de glace. Le Creux-Percé est une diaclase élargie par l'érosion extérieure, au confluent de deux larges vallons secs. Le déblaiement de son talus de pierres pourrait produire de bons résultats, car une vallée est peu distante au nord (2 km. 1/2), avec des « sources » à une cinquantaine de mètres seulement au-dessous du fond du Creux-Percé. Le 18 juillet 1926, un touriste (W. Tardavet), s'étant trop approché du bord, tomba au fond et s'y tua net.

(28) 264 m. (Courtépée), 270 m. (Joanne, *Géographie Côte d'Or*, 1869 et 1886); 238 m. (Guyton de Morveau) (en 1774, *Mém. Acad. Dijon*, t. II, p. 233); 140 m. (N. GARNIER, *Géog. Côte d'Or*, 1891; Joanne, 1893); 80 m. (Clém. DRIOTON, *Bien Public* de Dijon, 5 août 1894). On avait, dit-on, voulu le faire explorer jadis par un condamné à mort, qui en serait remonté asphyxié. En 1832 une autre tentative aurait échoué. A la suite de plusieurs suicides et accidents (fusil de M. Audibert, tombé en octobre 1885), la municipalité de Francheville l'avait fait complètement fermer par une voûte, en 1886.

En 1904, M. L. Jacques s'entendit avec Francheville, qui l'autorisa à détruire la voûte et à la remplacer par une solide clôture. Puis M. Jacques nous invita, M. Drioton et moi, à exécuter la descente, à ses frais, avec Louis Armand (24 octobre 1904). Il fut alors dûment établi que le fond du gouffre, d'un côté (bassin d'eau) n'était pas bouché et que, de l'autre, il paraissait facile à désostruer. En mars-avril 1905 (conformément aux anciens dires) on entendit un très fort courant au fond du gouffre. Ceci explique pourquoi l'abîme n'était pas comblé : depuis vingt ans qu'on ne pouvait plus rien y jeter, les crues souterraines ont dû le déblayer peu à peu.

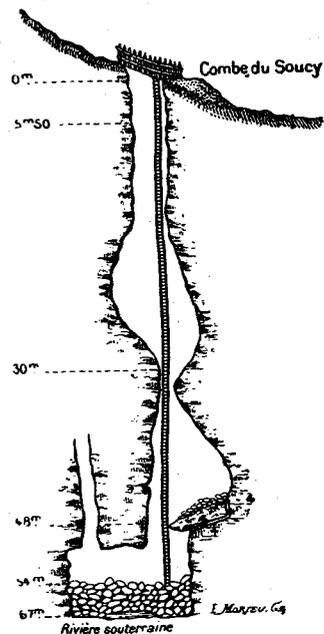
(29) Le diamètre intérieur varie de 3 à 8 m (v. les figures). La descente n'est pas trop malaisée. Mais, à 48 m. de profondeur, on frôle avec inquiétude un gros bloc coincé peu solide, retenant plusieurs mètres cubes d'éboulis. A 54 m. l'échelle touche dans une petite salle de 12 m. de longueur, 4 à 5 de largeur et 3 de hauteur. Dans l'angle nord-est, un trou de 80 cm. montre à 2 m. en contre-bas, un bassin d'eau d'environ 1 m. 50 de profondeur. De l'autre côté, au sud-ouest, Armand, en déblayant des pierres, ouvrit un boyau descendant de 3 m. vers l'entrée d'une galerie ogivale remplie d'eau claire, large et haute de 4 m.; et dont la lueur du magnésium ne décelait pas l'extrémité. Faute de bateau, on ne put pas poursuivre; mais, en 1905, nous explorâmes à l'aise un lac véritable, dont les voûtes représentent une série de diaclases parallèles entre elles; dès que l'eau s'élève de 2 à 3 m., les cloisons séparant ces diaclases s'immergent, et amorcent ainsi plusieurs vases communicants successifs, dispositif fréquemment constaté sous terre, au Tindoul de la Vaissière (Aveyron), à Rémouchamps (Belgique), à Adelsberg (Italie), à Marble-Arch (Irlande). Nous avons été arrêtés par une voûte mouillante immergée de 10 cm. seulement, mais d'épaisseur indéterminable. Les concrétions manquent, n'ayant pas le temps de se déposer entre deux crues successives. Mais il paraît y avoir une abondante précipitation calcaïque au fond de l'eau, évidemment très dure. La température de l'eau est de 11°; celle de l'air au fond du gouffre, 9°5 seulement, à cause d'un courant d'air dirigé vers le nord-est et qui active l'évaporation.

Dans la galerie d'aval, M. J.-B. Mercier et Louis Armand ont trouvé un véritable labyrinthe de diaclases, hautes parfois de 30 m. au moins, péniblement parcouru; elles s'anastomosent aux hautes eaux; dans toutes, ils ont été arrêtés par des eaux stagnantes et profondes de 4 m. et plus, où l'étroitesse des galeries (40 à 60 cm.) n'a pas permis l'introduction des bateaux (comme aux Avens de la Sèpe, v. p. 161, Drôme; de Sauve, Gard, etc...). La fissure la plus éloignée était même bloquée par un siphon amorcé; dans leur partie moyenne, ces crevasses sont plus larges, renflées en fuseau par des eaux autrefois plus abondantes, comme à Bramabiau, Padirac, la Sèpe, etc., et très certainement dans les *arcanes* de Vaucluse (v. p. 151). C'est l'une de ces cassures qui, propagée assez près de la surface du sol pour être recoupée jadis par l'écoulement de la combe et transformée en un point d'absorption, est devenue le gouffre. Une autre cassure monte aussi jusqu'au sol : du dehors, on entend là les bruits faits dans le gouffre.

Il est peu de rivières souterraines où les effets de la corrosion et de l'érosion soient aussi nets et instructifs (cupules, perforations, dentelures, sillons de mise en liberté de l'argile, qui caractérisent la corrosion chimique); ces sillons sont des rainures qu'on dirait presque tracées à l'ongle, et qui témoignent d'une désagrégation moléculaire toute particulière. Je l'ai observée partout depuis la petite caverne de l'Akhchtirkh au Caucase occidental jusqu'à Mammoth Cave (Kentucky). Ces sortes de rainures sont trop souvent prises par les préhistoriens-archéologues pour des griffades ou *griffures* d'*Ursus spelaeus* dans les grottes (*Spel.*, mém. 74, *Mammoth-Cave*, décembre 1913, p. 43-46).

L'érosion mécanique a produit un amoncellement extraordinaire de milliers de galets calcaires roulés (salle des œufs, partie d'aval), sphériques ou ovoïdes (de 2 à 15 cm. de diamètre), exactement comme ceux recueillis, en 1883, au Credo, près Bellegarde (v. p. 242) et dans beaucoup d'autres grottes; ces billes polies témoignent de l'intensité des tourbillonnements, qui produisent encore dans le Creux du Soucy des effets dynamiques très puissants.

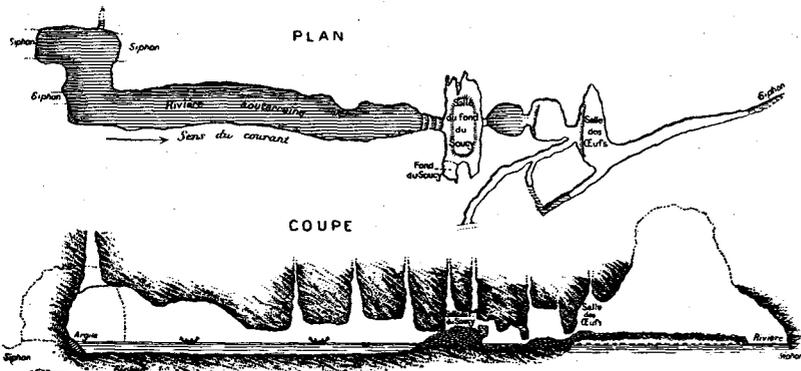
En résumé, le gouffre du Soucy et sa rivière naturelle synthétisent admirablement toutes les nouvelles notions



COUPE DU GOUFFRE DU CREUX DU SOUCY.

acquises sur l'hydrogéologie des calcaires : préexistence des cassures du sol; capture des ruissellements extérieurs probablement dès l'époque tertiaire; agrandissement des crevasses en abîmes; dessèchement des vallées extérieures; dilatation des cavernes en réservoirs souterrains; triple effet de l'érosion, de la corrosion, de la pression hydraulique; réduction de l'écoulement souterrain lui-même; circulation interne en réseaux et non en nappes; intermittence d'écoulement et crues souterraines; défaut de filtrage à travers les calcaires fissurés; remplissage des fissures-réservoirs en hauteur plutôt qu'en largeur, avec mises en charge expliquant les émissions d'eau par trop-pleins; siphons d'aqueducs en vases communicants parfois désamorçés (en périodes sèches); variations saisonnières de température; voutes mouillantes formant des biefs étagés, mais empêchant les explorations; irrégularité des écoulements souterrains; obstacles formés par les éboulis, etc., etc. (C. R. A. Scie., 31 octobre 1904 et 17 juillet 1905; A. F. A. S., Cherbourg, 1905. — Cl. DRIOTON, *Nature*, 14 octobre 1905, 1690; — G. CURTEL, *Petit Bourguignon*, 12 avril 1908).

(30) Une grave considération utilitaire complète le gros intérêt présenté par ce gouffre. D'après l'analyse sommaire effectuée en 1905 par E. Bonjean, sur nos échantillons d'eau, l'eau paraît contaminée; chose bizarre, la numé-



COUPE ET PLAN DE LA RIVIÈRE SOUTERRAINE DU CREUX DU SOUCY.

ration a donné 17475 germes par centimètre cube d'eau en amont et 21500 en aval du talus; celui-ci (sans doute à cause des os pourris qu'il renferme) ne serait donc nullement filtrant; cette observation est contraire à l'épuration partielle, que M. J. Maheu a constatée dans le cours des rivières souterraines du Trou du Calé à Sorèze (Tarn), de la Cèze à Baume-Salène (Gard), etc.

En fait, la mare de Francheville, située seulement 95 m. plus haut et à 500 m. de distance, n'a d'autre émissaire qu'une fissure du calcaire, absorbant ses eaux polluées; il n'y aurait rien de surprenant à ce que cette pollution aboutisse à la citerne naturelle du gouffre, sur le substratum imperméable des marnes à *Ostrea acuminata*.

C'est vers le nord-est qu'a lieu, quand il se produit, l'écoulement inter-

mittent; alors l'ascension de l'eau atteint de 6 à 10 m. d'après les traces d'usure par l'eau et les bois flottés rencontrés. Cette orientation est celle de la combe desséchée de la surface. Et l'abîme, en contrehaut de 7 m., est une ancienne perte de berges, après l'ouverture de laquelle le courant a continué à approfondir son lit, jusqu'à ce qu'il ait complètement disparu. Un travail de ce genre est opéré sous nos yeux à Rancogne (Charente) par la Tardoire; aux pertes d'Immendingen, du Danube; à celles du Doubs (v. p. 258). Beaucoup d'aiguillois de Belgique, de conors du Carso, de Katavothres grecs furent ainsi des absorptions latérales surélevées.

L'eau souterraine a provoqué l'agrandissement de la partie inférieure du gouffre sans parvenir à l'effondrement. Et les mouvements ascensionnels de l'eau ont concouru à empêcher l'obstruction totale du fond. C'est ainsi qu'en submergeant les détritiques du bas après les fortes pluies, les crues souterraines peuvent propager la contamination vers quelqu'une des sources environnantes; M. Collot croyait, a priori, à la communication avec l'émergence de Villecomte (13 km. au nord-est); en 1861, elle aurait été troublée pendant plusieurs jours après un violent orage autour de Francheville.

Aussi avais-je demandé en 1905 qu'on fit une expérience à la fluorescéine au Creux du Soucy, au moment d'une crue. Elle a été réalisée (en 1908) avec succès par M. Curtel, chargé, par la commission sanitaire de circonscription de Dijon, de déterminer l'origine et la valeur hygiénique de Villecomte, dont le débit moyen atteint près de 20 000 m³ par vingt-quatre heures, et que la ville de Dijon désire capter.

Le 29 mars 1908, MM. R. Piot et Curtel, ayant effectué une nouvelle descente, versèrent dans le bassin d'aval, au fond de l'abîme, 80 lit. d'une solution alcoolisée ammoniacale concentrée de fluorescéine (5 kg.). Un léger courant entraîna le tout sous la voute siphonnante. Le lundi 6 avril, à 8 heures et demie du matin, huit jours après l'expérience, Villecomte (surveillée par l'instituteur) apparaissait nettement colorée. La distance est de 13 km. La coloration ne disparut que le lendemain 7 avril dans la soirée. — Ainsi fut faite la démonstration que cette prétendue source n'est en réalité qu'une fausse source, ou résurgence, d'une partie de la puissante rivière souterraine qui, descendue des hauteurs de la Casquette, passe sous une combe sèche longue de 18 km., draine les infiltrations d'un sol fissuré et reçoit la rivière souterraine du Soucy comme un affluent, au moins intermittent, qui y porte malheureusement toutes les souillures provenant du village de Francheville et du trop-plein de sa mare. Cet affluent ne fonctionne pas en temps de sécheresse.

M. G. Curtel nous a fait savoir en outre que les eaux du Soucy renferment plus de matières organiques, de chlorures et de *Bacterium coli* que la résurgence de Villecomte; enfin des expériences du même genre lui ont permis de faire interdire, en attendant leur purification, les eaux de Morcuell déjà captées et qui entraînent les eaux résiduaires de l'Ouche. Ultérieurement toutes ces constatations ont permis à la ville de Dijon d'étudier et de prendre les précautions pour de nouveaux captages d'eau.

(31) Non loin du Creux du Soucy se trouve la petite grotte de Baulme-la-Roche (v. Cl. DRIOTON, *Spél.*, mém. 8, mars 1897), près de l'orifice méridional du tunnel de Blaisy-Bas. Il en ressort un ruisseau perdu en divers points de Panges. Le 25 octobre 1904, j'y ai relevé les particularités suivantes :

A 1 km. au sud de Panges, le Trou-des-Crottes (alt. 555 m.) est facile à descendre, au-dessus d'un vallon desséché; pénétrable sur 25 à 30 m. de longueur et 15 m. de profondeur, c'est une ancienne absorption. A travers

le damier des cassures rocheuses entrecroisées, il mène les pluies à Baulme-la-Roche. Le vallon a continué à se creuser après la formation des Crottes (comme au Trou-de-Belvaux et à la chavée de la grotte de Han-sur-Lesse, Belgique). A 500 m. à l'est de Panges, les absorptions du Rideau sont des cribles impénétrables, à 540 m. d'altitude, au pied d'un ancien seuil placé à 15 m. plus haut (555 m.). Il y a là deux véritables bassins fermés, adossés l'un à l'autre (entre le versant de l'Ouche et celui du Val-Suzon) à la cote 574 m. Tout cela témoigne d'une ancienne et intense circulation hydrologique, 150 à 200 m. plus haut que le fond des vallées actuelles. La capture de cette circulation, aux pertes de Panges, semble due à une faille nord-sud des falaises, de Baulme-la-Roche au signal de Mâlain (608 m.). La fuite souterraine des eaux s'y révèle donc comme dans tous les plateaux calcaires. Elle est confirmée par les recherches de MM. Chaput et Perriaux, qui ont signalé (*C. R. Ac. Scie.*, 23 avril 1923) vers Mâlain (20 km. de Dijon, aux alt. de 565 et 775 m.), des remplissages anciens de diaclases du calcaire bathonien par des sables et des cailloux calcaires roulés du crétacé supérieur et de l'oligène. Ce sont des « fonds de remplissage » curieusement respectés par les dénudations ultérieures (comme aux Abannets de Nismes, en Belgique).

Le gouffre des Pleins-Bois, à Messigny (10 km. nord de Dijon) n'a pas été sondé. Dans la forêt de Velours, entre les pertes de la Venelle et de la Tille d'une part, et la résurgence de la Bèze d'autre part, des dépressions (Creux du Diable, etc.) comme les Fosses de la Braconne, évoquent une comparaison avec la Touvre (Charente) (à étudier). On aurait trouvé jadis, à 1 km. environ de la gare de Selongey (direction de Dijon), l'ouverture (dans une tranchée) d'une profonde cavité verticale, que l'entrepreneur fit boucher.

Dans le sud de la Côte d'Or, « la Montagne » de Marilly (près Beaune) a été qualifiée de « haut plateau karstique », « à formes curieuses » (DE MARTONNE, excursion. *Assoc. Géogr. français*, 24-27 avril 1924). Je ne cesserai jamais de protester (v. p. 91) contre l'emploi injustifié de ce vocable étranger. Il y a un véritable abus d'internationalisme, condamnable, à y persister : c'est une erreur déplorable. On ne peut pas tolérer des titres comme : « Récents progrès de l'étude des phénomènes karstiques » (G. CHABOT, *Ann. Géogr.*, n° 192, 1925). Il est regrettable que l'important ouvrage de M. Pardé sur le régime du Rhône (v. ch. XI) nous parle encore de « domaines karstiques » et de la « karstification du Jura ». Ce sont mots de « mastication non française! » *En France*, on doit dire : « phénomènes du calcaire », terme qui embrasse tout : infiltrations, pertes, abîmes, cavernes, drainage souterrain, résurgences, bassins fermés, rocs ruiniformes, lapiaz, décalcification, terres rouges, etc., que l'on rencontre partout. Dans toutes les formations calcaires du monde entier. Finissons-en avec le Karst qui, maintenant, d'ailleurs, s'appelle « Carso ».

Près de Marilly, il y a une petite glacière naturelle au creux de Chevroche, dans la forêt de la Ferrée. A Beaune, la source Bouzaize n'est qu'une résurgence captée. Dans quelles conditions? La belle, mais trompeuse Douix de Châtillon-sur-Seine, produit des infiltrations parmi les crevasses de la forêt de Châtillon, est une vraie résurgence du calcaire, bien mal placée à 30 m. au-dessous du cimetière de l'église Saint-Vorles.

(32) Pour les travaux, surtout préhistoriques, de l'abbé Parat, v. *Spéol.*, mém. 11 (bibliographie), *Spéol.*, Bull. 8 et *Spéol.*, xx° s. et la collection du *Bull. Soc. Scie. hist. natur. de l'Yonne* depuis 1893.

La grotte d'Arcy-sur-Cure est trop anciennement connue, demeurée trop célèbre et l'objet de trop récentes recherches pour omettre ce qui la concerne. Pierre Perrault la décrit, dès 1672, dans son curieux *Traité de l'origine des fontaines* (seconde partie), comme traversée parfois par un torrent d'eau, et comme percant « sous terre la côte que la rivière environne d'un demi-cercle ». C'est exact. Moins perspicace, Buffon la prenait pour une ancienne carrière due « au travail de l'homme » (*Euvres*, t. X, p. 138). En 1740, il a cassé la plupart des stalactites pour les étudier à loisir. Il est évident qu'un ancien bras de la Cure l'a traversée jadis; de l'autre côté du promontoire, on peut pénétrer de quelques mètres (au bord de la route) dans l'ouverture d'aval : le déblai, facile à exécuter, d'un effondrement intercalaire rétablirait la communication rompue; mais l'entrée et la sortie n'appartiennent pas au même propriétaire, et faute d'entente le travail ne s'exécute pas. La grande grotte d'Arcy est donc la répétition du phénomène de celle d'Ebbou dans l'Ardèche, le contraire de celui du Pont d'Arc.

La Cure, à côté et en dessous de la grotte, se perd en partie dans des crevasses et sous une voûte (les Goulettes), où l'on n'a jamais cherché à la suivre. Dès 1858, M. Cotteau a bien reconnu que les dislocations du sol étaient l'origine première de cette grotte (longue de 420 m. en ligne droite et d'un développement total de 876 m. d'après le plan de BELGRAND, *Bull. Soc. Géolog.*, 1845, p. 719 et DESNOYERS, *Les Cavernes*), et que les eaux ont profité de ces fractures pour les élargir ensuite (E. COTTEAU, *Les grottes d'Arcy*, *Bull. Congrès scientif. de France*, 1868, et *Soc. scie. Yonne*, 2° sem., 1865. — RAULIN, *Géologie de l'Yonne*, p. 721). Je ne m'explique pas que Racovitza ait contesté (2° énum., p. 395) cet ancien rôle de la caverne d'Arcy, en tant que dérivation de la Cure. Elle possède trois bassins d'eau en communication siphonnante avec la rivière, comme l'ont montré les crues d'octobre 1896. Encore maintenant, elle sert de trop-plein à ces crues. On a retrouvé au nord les résurgences (sources du Moulinet et de Barbe-Bleue) du bras souterrain actif de la Cure, perdue aux Goulettes. En 1903, Le Couppey de la Forest prouva, par la fluorescéine, que le trajet (1 km. 1/4) de l'eau s'effectuait en une heure un quart. C'est une des plus grandes vitesses d'eau souterraine connue, sinon la plus grande (1 km. à l'heure) (v. p. 272 et *Eaux Souterr.*, p. 595 et 813).

Une autre grotte voisine, plus largement ouverte, mais plus courte (celle des Fées, 150 m.), est célèbre pour la mâchoire humaine préhistorique que M. de Vibraye y a trouvée en 1859. L'abbé Parat a signalé l'ouverture, en 1875, de la Fosse Boulasse dans un *Crot* (dépression) à Vermanton (à l'aval d'Arcy). Et il a longuement étudié et fouillé les grottes des falaises de Saint-Moré (en amont d'Arcy).

A Tonnerre, la Fosse-Dionne était citée comme « source » par Daubrée en 1887. En réalité, ce n'est que la réapparition, — la résurgence — d'eaux engouffrées dans les calcaires fissurés du jurassique supérieur. Elle est évidemment contaminable.

En 1904, une intéressante opération de désobstruction d'abîme fut faite aux environs d'Annoux (Yonne), par M. Marcel Bidault de l'Isle au Gouffre Sainte-Marie. Récemment comblé, il ne mesurait plus qu'une douzaine de mètres. En plusieurs semaines de travail, on enleva le bouchon de 3 m. formé d'éboulis récents, surmontant des dépôts très anciens d'ossements et cailloux roulés. Ainsi l'on put accéder à un véritable gouffre. Le point terminus est à 90 m. de l'entrée, à 58 m. en contrebas; une galerie éboulée forma obstacle infranchissable. Ce gouffre est

une ancienne absorption d'eaux dont l'issue doit être recherchée dans un vallon voisin. V. *Le Gouffre Sainte-Marie*, ou Trou du Tonnerre à ANNOUX (Yonne), par MARCEL BIDAULT DE L'ISLE, Paris, 1908; LE CUPPEY DE LA FOREST et M. BOURDON, *Les cavernes de la craie du bassin de Paris* (*Spél.*, mém. n° 25, janvier 1901, entre l'Armançon et la Vanne, Yonne). Rivières souterraines de la Guinand, de Morissat, etc. — D^r H. THIERRY et LE COUPEY DE LA FOREST, *Explor. spéléol. dans le Bathonien des environs d'Auzerre* (1901-12). *Spél.*, mém. n° 71, mars 1913 : Trois Avens et 148 Mardelles ou effondrements absorbants de la forêt d'Hervaux, entre Cure et Serein; — ruisseau souterrain du puits Thomas et grotte de Dordres à Corvol l'Orgueilleux, Nièvre; petit dispositif très remarquable.

(33) Pour les projets et travaux de captages d'eau de Paris, postérieurs aux ouvrages de Belgrand et aux captages de la Vanne, de la Dhuis, de l'Avre-Vigne, du Loing, voir les trois volumes (in-4°) de la Commission scientifique de l'Observatoire de Montsouris (1900-1903); les sept volumes « Annales des services techniques d'hygiène de la Ville de Paris » (travaux depuis 1913), Paris, 1921-27, — les considérables rapports de M. Lemarchand, conseiller municipal, etc., et les travaux de Diénert et Guillerd sur les captages de la Voulzie et du Durteint.

(34) LEYMERIE, *Statistique géologique de l'Aube et C. R. Ac. Scie.*, 17 juin 1839. — Dans le crétacé inférieur jaillissent, fortes et brusques, la Douix de Bar-sur-Aube, la Barse de Vendœuvres, la « source » de Trannes, toutes produites par les infiltrations dans les plateaux fissurés, couverts de cultures; elles doivent être tenues pour suspectes au point de vue alimentaire. Il en est de même de l'énorme résurgence ou Dhuis de Soulaire (150 m., 11°); rivière dès sa sortie de terre, elle se trouble après les orages (je l'ai vue jaune le 18 septembre 1901); et, sur son cours souterrain inconnu, le petit gouffre d'effondrement, appelé la Fosse-Cormont (alt. 165 m., prof. 8 m.) fait parfois office de décharge comme le Frais-Puits, etc... Leymerie lui donne 12 m. et décrit aussi, dans le calcaire néocomien des communes de Villes-sur-Terre, Fresnay, Levigny, les gouffres ou Fosses des Bruës (profondes en 1839 de 10 m. et comblées depuis). A Saulcy, près Bar-sur-Aube, le ruisseau de l'Ceillet se perd en terre sous des alluvions, et reparait un peu en aval, par des sources qui semblent diminuer notablement depuis 1885.

En 1924, en Haute-Marne, on signalait un cours d'eau souterrain dans la forêt de Corgebin, près Chaumont (Haute-Marne) mais ceci nous amène en Champagne et à la seconde partie de cet ouvrage!

(35) On refuse encore de renoncer à ces idées de périodicité : à Alger, d'après les courbes des pluies depuis 1838, M. Petitjean croit trouver deux courbes de quinze ans et de trente-cinq ans. Il en déduit que la pluie diminuera jusqu'en 1828, et augmentera ensuite jusque vers 1835 (?) (*C. R. Sc. Scie.*, 22 août 1927).

NOTES AJOUTÉES EN FIN D'IMPRESSION.

Chapitre IV (p. 83, 90 et 91). — Le Ragas des Aigles aurait 200 m. de profondeur. — Celui de la Galère 360 m. d'après « un sondage à la corde effectué par un ingénieur ». [Ce doit être le mien, multiplié onze fois par les « renseignements »]. — Par celui de Caoume, des brebis et leur berger seraient ressortis à la Foux de Dardennes. — Le Trou du Cierge, au Grand-Cap, sondé sur 99 m., paraît aboutir à l'eau. — Maramoge (mauvaise femme, et non Maramaye) n'a que 20 m. de creux, mais 150 de pourtour. — On en signale quantité d'autres. — En 1927 M. de Joly a trouvé à 85 m. le fond du Trou-du-Diable au flanc sud du Faron, etc. (H. L., *Le Var pittoresque. Je dis tout*, Toulon, 18 août 1927).

Chapitre V, note 5 (v. p. 102-104). — Pendant la seconde quinzaine d'août 1927 la sécheresse (locale) et le mistral ont de nouveau amené les incendies à faire rage dans les forêts de Provence, de Marseille à Menton. A peu près tout ce qu'avaient épargné les fléaux de 1918 et 1923 a péri cette fois : avec des maisons brûlées et des morts! Cela commença le 15 août à Bagnols (nord de Fréjus), détruisant le Tanneron; le lendemain, cela s'allumait non loin d'Agay, sur la voie ferrée, consumant le cap Roux entre Antéore et le Trayas, etc., etc. : Roquebrune, Vallauris, Cavalaire, les Maures, le Muy, Caoume, Signes, Sainte-Anne, Evenos, Cuges, la Sainte-Baume, etc. Tout y a passé. La malveillance est évidente. Pourquoi ne peut-on pas nous défendre contre elle? C'est faute de personnel et de crédits! Parce que les budgets préfèrent jeter les millions dans des dépenses somptuaires... ou autres! Est-ce que décidément il faut se taire et laisser brûler? V. *l'Illustration*, 27 août 1927.

Chapitre IX, note 6, 3° (v. p. 190). — Les 17-18 septembre 1927, M. Giov. Cabianca (de Vérone) et dix de ses collaborateurs (les « Sucai Veronese ») ont atteint le fond du gouffre della Preta, à 637 m. sous TERRE. L'expédition a duré vingt-sept heures consécutives, plus deux jours de préparatifs. Au cours de trois descentes antérieures (1925-1926), parvenues à 520 m., on avait dû élargir une galerie et des crevasses. Le fond (où une cascade jaillit de la paroi) est occupé par un bassin d'une quinzaine de mètres de diamètre, dont l'eau s'échappe par des fissures infranchissables. Ce gouffre, le plus profond du monde (637 m.), a reçu le nouveau nom d'*Abîme Mussolini (Piccolo della Sera)*, Trieste, 21 septembre 1927. Les données géologiques et hydrologiques manquent. On voit que le principe des désobstructions n'est pas une chimère!