

Zeitschrift: Actes de la Société jurassienne d'émulation
Herausgeber: Société jurassienne d'émulation
Band: 20 (1915)

Artikel: Le problème hydrologique de la Haute Ajoie et le Creux-Genaz
Autor: Lièvre, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-684772>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 15.01.2026

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

LE PROBLÈME HYDROLOGIQUE DE LA HAUTE AJOIE ET LE CREUX-GENAZ

**Contribution à l'étude de la circulation souterraine
dans les terrains calcaires**

par L. LIÈVRE, professeur de physique à l'Ecole cantonale
de Porrentruy

AVANT-PROPOS

Depuis une vingtaine d'années, l'*hydrologie*, la science qui traite de l'origine des sources, des cours d'eau et de leur circulation souterraine, a subi une complète rénovation. Les résultats remarquables d'un grand nombre de recherches et d'explorations souterraines ont contribué à donner à cette science les solides bases expérimentales qui lui faisaient autrefois défaut.

En utilisant les nouvelles acquisitions de la science hydrologique, nous avons pensé qu'il serait possible de reprendre l'étude si souvent abordée du problème du *Creux-Genaz* ⁽¹⁾. Ce problème, jusqu'à présent non élucidé d'une façon satisfaisante et complète, a vivement intéressé, voire passionné, ceux dont l'attention est retenue par les phénomènes naturels qui s'entourent comme d'un voile mystérieux et impénétrable.

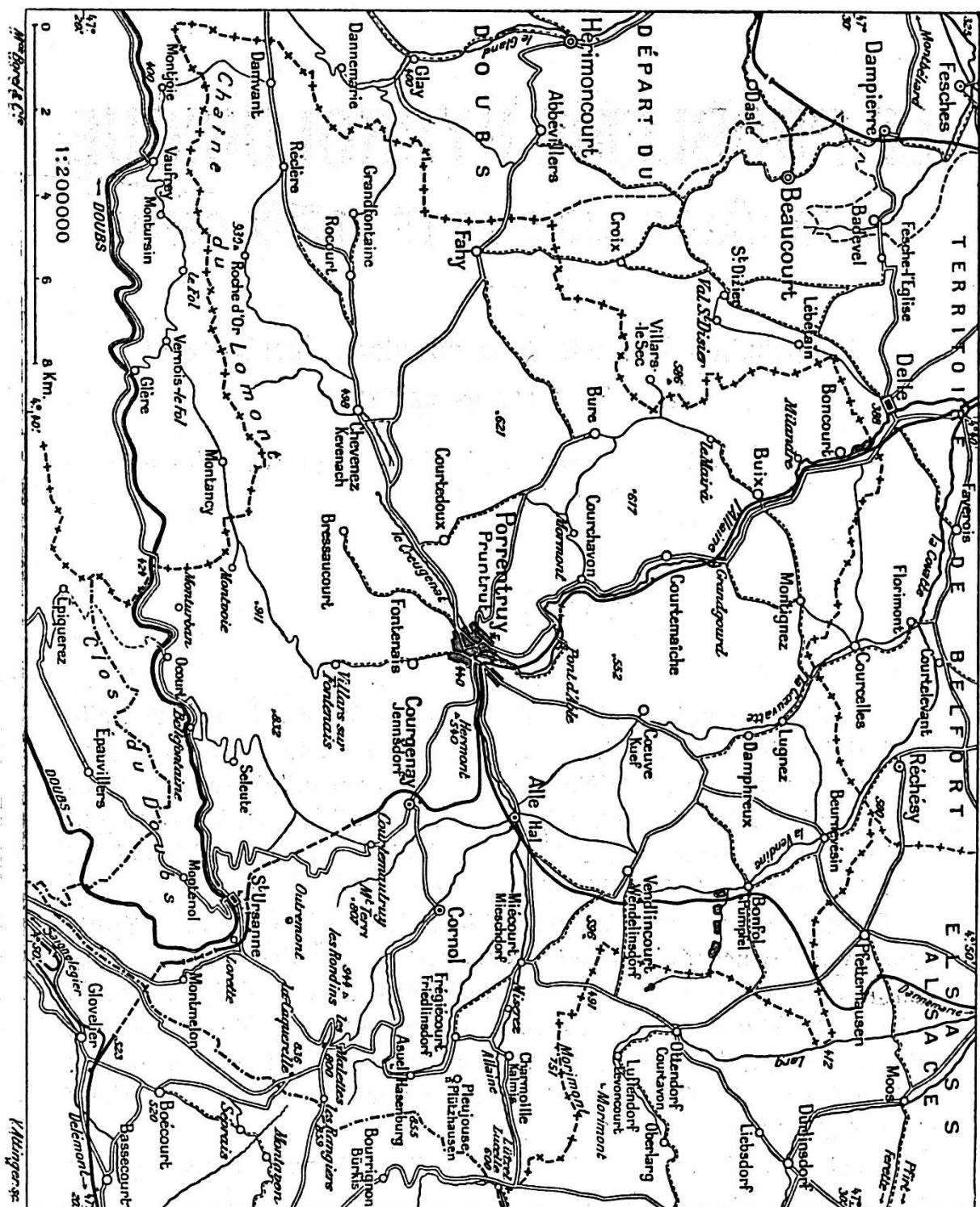
C'est à soulever un coin de ce voile que nous nous sommes appliqués dans la présente étude.

Ajoutons d'ailleurs que nous ne nous sommes pas livré à ce travail par pur dilettantisme de physicien ; nous croyons sincèrement

(1) Torrent période du district de Porrentruy, remarquable par ses sorties impétueuses d'un gouffre imposant et par les inondations qu'elles provoquent ; « l'une des plus belles curiosités du Jura », dit le *Dictionnaire géographique de la Suisse* (vol. I, page 559).

AJOIE

(Cliché du *Dictionnaire géographique de la Suisse*, Attinger, Neuchâtel)



(Note hydrographique : Le lit du *Creux-Genaz* est indiqué sur cette carte du district de Porrentruy ; il est généralement à sec et ce n'est qu'aux époques d'émission du gouffre du même nom que les flots du torrent s'y pressent, en dévalant vers *Porrentruy* (la ville des sources), où ils viennent se jeter dans l'*Allaine*. L'*Allaine*, la rivière d'Ajoie, se jette dans le *Doubs*, aux abords de la ville de *Montbéliard*, en France.)

que les conclusions auxquelles il nous a conduit pourront être utilisées ultérieurement dans différentes questions d'hygiène et d'économie publiques que nous signalons à la fin de cet essai.

PREMIÈRE PARTIE

Le bassin du Creux-Genaz, le gouffre, le torrent et les sources pérennes de Porrentruy.

La *Haute Ajoie* est la portion du district de Porrentruy qui s'étend à l'ouest de la ville du même nom, jusqu'à la base du Lomont, frontière française de cette région. La Haute Ajoie⁽¹⁾ comprend essentiellement, d'une part le versant septentrional du Mont-Terri, depuis Lomont jusqu'à la ligne Montancy-Porrentruy, d'autre part le haut plateau de Grandfontaine-Fahy, jusqu'à la ligne Bure-Porrentruy et, entre ces deux systèmes d'élévations, la large dépression qui forme la vallée proprement dite de la Haute Ajoie, longue de 16 km et jalonnée par les villages de Damvant, Réclère, Rocourt, Chevenez et Courtedoux.⁽²⁾

La superficie de la Haute Ajoie est de 30 kilomètres carrés environ. Les pentes du Mont-Terri, ainsi que celles du haut-plateau de Grandfontaine-Fahy sont bien boisées ; en revanche le plateau lui-même forme une vaste surface presque entièrement dépourvue de forêts, et recouverte de cultures et de pâturages. Ce vaste bassin de réception des eaux pluviales, avantageusement situé au pied du Jura « grand condensateur de vapeurs aqueuses » n'offre cependant que de rares et faibles sources, dont les eaux se perdent bientôt dans le sol. D'ailleurs, la vallée de la Haute Ajoie n'a pas de cours d'eau ; c'est une vallée desséchée, une *vallée morte*, comme on dit actuellement.

En revanche, à l'issue inférieure de cette vallée, dans la région de la ville de Porrentruy, il existe de nombreuses sources pérennes, dont les principales sont : la *Beuchire*, la *Favergeatte* ou *Source de la Boucherie*, la *Chaumont*, *Maupertuis* et le *Pâquis*. Elles sourdent à l'altitude de 430 m environ. — On croit assez généralement que le bassin d'alimentation de ces sources est précisément la Haute Ajoie. D'ailleurs, si l'on évalue à 1 m l'eau qui y tombe annuellement, le total des précipitations sur les 30 kilomètres carrés de la région qui

(1) Considérée au point de vue hydrographique.

(2) Voyez la carte de situation ci-contre.

entre en ligne de compte formerait un volume de 30 millions de mètres cubes. Les sources alimentées par ce bassin devraient débiter quotidiennement environ 84000 mètres cubes, soit approximativement 1 mètre cube par seconde. En défaillant la portion d'eau évaporée, que nous estimons aux deux cinquièmes du volume total, il resterait à évacuer, par les sources de Porrentruy, environ 600 litres à la seconde. Or, c'est justement à un chiffre de l'ordre de grandeur de celui-là qu'on a évalué le débit des sources énumérées plus haut. (1)



Région du Creux-Genaz et de Porrentruy (Cliché J. Gorgerat)

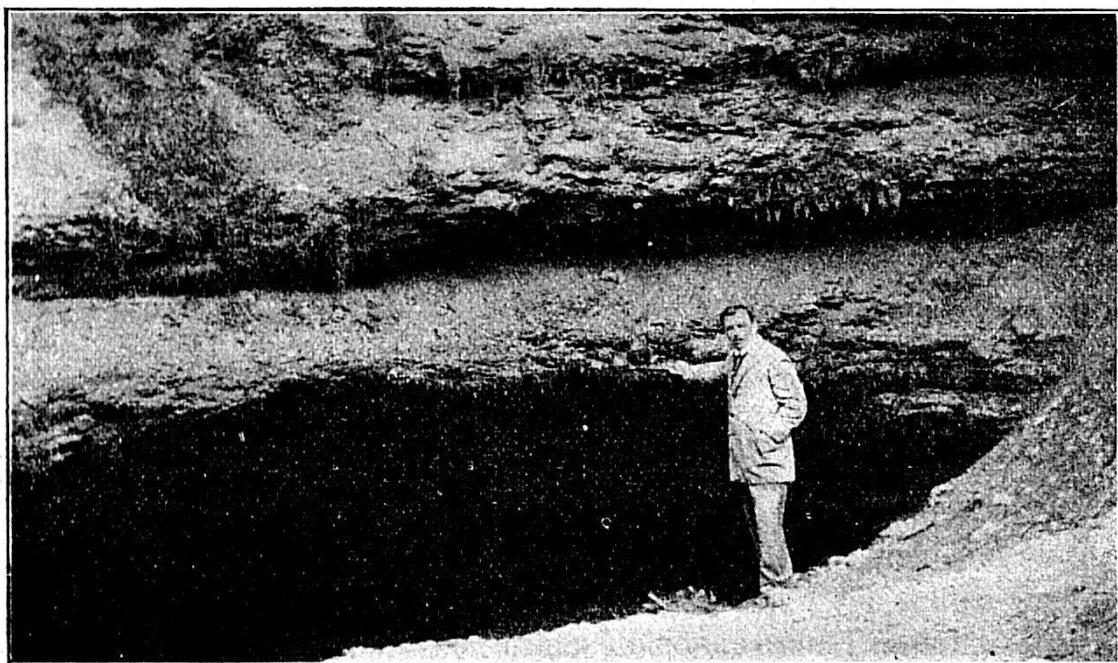
Cependant, les eaux qui disparaissent dans le sol calcaire et fissuré de la Haute Ajoie ne réapparaissent pas exclusivement par les sources de Porrentruy.

En effet, il existe à 4 km en amont de Porrentruy, entre les localités de Courtedoux et de Chevenez, à l'extrême ouest de la prairie, un gouffre imposant par ses dimensions, d'où sort, à certaines époques, un torrent remarquable par son cours périodique et ses débordements.

(1) Koby : Hydrographie et Hydrologie des environs de Porrentruy. Actes de la Société jurassienne d'Emulation, années 1885-1888.

Dans les appellations du pays de Porrentruy, le gouffre, ainsi que le torrent intermittent, sont désignés par le même nom de *Creux-Genaz*⁽¹⁾ (ou *Creugenat* ou *Creusenat*). Il nous paraît rationnel d'appeler simplement *Creux-Genaz* l'entonnoir émissif par où jaillit le torrent intermittent et de désigner celui-ci, pour éviter les confusions, par *Torrent du Creux-Genaz*.

L'orifice du Creux-Genaz est situé à la cote 451 ; le fond se trouve à environ 15 mètres plus bas, soit encore à une altitude de 17 mètres supérieure à celle des sources pérennes de Porrentruy, dont il a été parlé plus haut. L'entonnoir a près de 20 mètres de



Le fond du gouffre, au bord du petit bassin

diamètre à sa partie supérieure, alors qu'à sa partie inférieure il n'a plus que six mètres environ, et il se termine par une excavation dans les bancs rocheux⁽²⁾, inclinée vers le S.-S.-O. et fermée par un petit bassin dont l'eau est animée d'un mouvement lent de translation.

En temps ordinaire, on peut assez commodément descendre dans le gouffre, jusqu'au petit bassin dont le niveau ne subit pas de variations importantes ; mais aux époques de grandes pluies et de fonte des neiges, ou par les orages violents de l'été, il arrive que l'eau monte rapidement dans l'entonnoir, arrive jusqu'à l'orifice et, en franchissant les bords, donne naissance à un torrent qui, pendant

(1) Creux-Genaz, contraction de Creux-ès-Genaz, c'est-à-dire Trou des sorciers.

(2) Dans l'étage Kimérgien.

plusieurs heures ou plusieurs jours, s'épanche en flots plus ou moins impétueux dans les canaux qui sillonnent la prairie. Il arrive aussi que l'eau, après s'être élevée dans le gouffre jusqu'à une certaine hauteur, ne réussit cependant pas à en franchir les bords ; il s'agit alors d'une *émission avortée*.

Les émissions du Creux-Genaz confèrent à ce gouffre le caractère d'une véritable source « vauclusienne ». Aussi bien, ses flux remarquables ont-ils de tout temps fixé l'attention de ceux qui en étaient témoins et nombreux sont les chercheurs qui se sont efforcés d'en découvrir le mécanisme. Nous allons brièvement exposer dans ce qui suivra les données historiques qui se rapportent à cette question et les opinions des différents savants et hydrologues qui s'en sont occupé. Ainsi, en faisant mieux saisir l'importance du problème, nous pourrons fixer à quel point en était la solution, lorsque nous en avons repris l'étude.

II^e PARTIE

Notice historique. — Recherches antérieurement faites pour expliquer les flux périodiques du Creux-Genaz. — Théories des émissions et critique de ces théories.

Les débordements étranges du Creux-Genaz accompagnés, paraît-il, de beuglements sinistres, ont eu, dans le passé, le don de frapper l'imagination des populations ajoulotes, qui virent dans ces phénomènes naturels l'intervention de puissances diaboliques. Les sorciers et les sorcières avaient élu domicile dans le gouffre et tenaient leurs assises, *leur sabbat*, sur ses bords. C'est en tout cas ce qui ressort de la lecture des procès de sorcellerie dont les pièces sont conservées aux Archives du Jura. (1) Ces sorciers, ou *Genaz* dans le patois du pays, présidaient aux phénomènes d'émission de l'Antre ; c'est pourquoi celui-ci a pris le nom de *Creux-ès-Genaz* ou de *Creux-Genaz*.

Les Archives de la Bourgeoisie de Porrentruy contiennent de nombreuses pièces relatives au Creux-Genaz ; mais on n'y trouve aucune explication du phénomène. Il est fait mention des sorties impétueuses du torrent en 1763 et en 1767 et de l'état déplorable de la prairie de Courtedoux ravagée par ses inondations périodiques et où l'on ne rencontre plus que « marais, sable et pierailles ».

(1) *Criminalia in sortilegiis, beneficiis et maleficiis.*

A la fin du XVIII^e siècle, en 1778 et en 1782, les élèves du collège de Porrentruy essayèrent de trouver la cause des débordements du Creux-Genaz⁽¹⁾. Ils prétendirent notamment que le gouffre était en relation par un canal souterrain avec un abîme profond, le puits de l'Ascension situé près de Calabri. De plus, ils affirmèrent que toutes les eaux de la Haute Ajoie se réunissent dans une caverne souterraine qui a son orifice à Creux-Genaz. Si les pluies ou les fontes de neige sont abondantes, les eaux ne trouvant plus de place dans leur récipient ordinaire se font passage par l'ouverture du Creux-Genaz et s'échappent en flots pressés dans la plaine.

En 1781, l'hydroscope Bleton de Grenoble fut appelé à Porrentruy pour trouver une source capable d'alimenter les quartiers supérieurs de la ville. A cette occasion, il s'occupa du Creux-Genaz et donna du phénomène de ses émissions, l'explication suivante : « Après de grandes pluies, toutes les eaux de la Haute Ajoie se précipitent par mille canaux dans le cours d'eau qui passe sous terre ; mais l'anfractuosité du rocher par lequel passe le courant n'offre au torrent qu'un étroit passage ; l'onde écumante cherche une autre issue et s'échappe en mugissant par l'orifice du Creux-Genaz, jusqu'à ce que la rivière souterraine ait repris son volume ordinaire⁽²⁾ ».

En 1804, le *Journal de Paris* (4 fructidor) et le *Moniteur de France* (19 fructidor)⁽³⁾ publiaient un article de J. T. Verneur, de Porrentruy, sur le Creux-Genaz. On y lit entre autres : « Le Creugena est formé par le Doubs, qui coule à trois lieues de là, dans les montagnes, sur un sol beaucoup plus élevé. On présume que les eaux du Doubs parvenues à un certain degré d'accroissement trouvent une issue souterraine et cachée, dans laquelle elles se précipitent pour venir, après des circuits inconnus, déboucher en ce lieu ; on pourrait induire de là que les montagnes et le terrain qui avoisinent le Creugena sont assis sur l'eau et qu'à la longue, ils pourront s'affaïsset et même s'engloutir entièrement⁽⁴⁾ ».

Dans un travail intitulé *Application de la théorie des courants souterrains à la formation des vallées, collines et montagnes des environs de Porrentruy*, un de nos savants jurassiens, dont le nom est trop oublié, H. Parrat, estime aussi que le Creux-Genaz est un courant souterrain. Il ajoute : « Le Creux-Genaz n'est rien en comparaison de ce qu'était son courant, lorsqu'il s'étendait en largeur depuis le som-

(1) Abbé Vautrey. *Notices historiques sur les villes et les villages du Jura bernois*, page 337.

(2) Abbé Vautrey, loc. cit. page 338.

(3) Se trouve à la Bibliothèque de l'Ecole cantonale de Porrentruy.

(4) La même opinion est exprimée dans l'*Annuaire du Haut-Rhin*, an XII, page 160.

met du Banné jusque sous le Fays », présumant ainsi qu'aux époques géologiques antérieures, le Creux-Genaz ait été un courant supérieur.

En 1841, M. Trouillat, dans un travail remarquable sur le Creux-Genaz, inséré au II^e volume de l'*Abeille du Jura* (¹) expliquait en ces termes le fonctionnement du gouffre. « On doit admettre l'existence d'un vaste réservoir souterrain où se développe une nappe d'eau contenue entre des couches imperméables. Mais les sources qui alimentent cette nappe d'eau étant continues, elles devraient nécessairement provoquer un débordement régulier chaque fois que le réservoir serait rempli et cela sans le concours de fortes pluies, ce qui n'a jamais lieu. On peut donc, avec raison, conjecturer qu'il existe des canaux de déversement dont la dépense est proportionnée à la quantité d'eaux reçues de l'extérieur. Si cette quantité se trouve subitement augmentée par des eaux fluviales considérables ou par la fonte des neiges, ces canaux ne pouvant plus suffire à l'écoulement du surcroît le refoulent dans le réservoir, où, en vertu des lois de l'hydrodynamique, les eaux cherchent à prendre leur niveau dans tous les points du siphon caverneux et s'échappent par la première crevasse qu'elles rencontrent dans leurs oscillations ».

Et il ajoutait :

« On prétend que les sources abondantes qui sourdent dans la ville de Porrentruy, sont les orifices de canaux souterrains qui servent à l'écoulement perpétuel et continu de la nappe d'eau de Creugenat. On a cru remarquer que la limpidité de leurs eaux suit dans les mêmes intervalles toutes les modifications de celles de ce torrent ».

En 1858, un savant hydrographe français, J. Fournet, publiait dans les *Mémoires de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon*, un travail par l'*Hydrographie souterraine*. Pour appuyer ses arguments, il décrivait entre autres une série d'observations faites sur la circulation souterraine de notre pays d'Ajoie. En 1885, M. Xavier Kohler eut l'excellente idée de reproduire dans les Actes de la Société jurassienne d'Emulation un extrait de ce beau travail, sous le titre *Régime hydrographique des environs de Porrentruy* (²).

Pour ce qui concerne plus particulièrement le Creux-Genaz, Fournet reprend et élargit la conception d'une nappe souterraine, telle que l'avaient déjà entrevue avant lui Bleton de Grenoble, Parrat et Trouillat, cette nappe établissant des relations entre le gouffre et d'autres débouchés d'une part et les sources pérennes de la région de Por-

(1) Pages 114 et suivantes.

(2) A. S. J. E., 1885, pages 67 et suivantes.

rentruy d'autre part. Voici d'ailleurs en quels termes s'exprime Fournet sur ces relations :

« L'altitude du Creux-Genaz est de 450 mètres. Se trouvant ainsi placé à environ 30 mètres au-dessus de ces dernières (¹), il était permis de supposer que la partie souterraine de ses eaux doit se dégager par leurs orifices, de sorte que l'on aurait ici la reproduction du phénomène des estavelles. L'hypothèse ne tarde d'ailleurs pas à passer à l'état de certitude, du moment où, en suivant le lit superficiel, on observe dans la prairie quelques affaissements manifestes quoique peu caves, les uns anciens, les autres récents ou rafraîchis. Bien plus, dans la partie voisine de Beaupré, on entend, dans les temps calmes et en certains endroits, le bruit d'un courant intérieur. Il ne peut être que celui auquel sont dues les érosions, les dépressions qui en jalonnent pour ainsi dire la route. Dès lors, rien n'empêche d'admettre sa liaison avec les épanchements continuels de la Beuchire, ainsi que de ses collatérales. D'ailleurs, l'on prétend avoir remarqué que la limpidité des eaux de ces sources subit toutes les vicissitudes de celles du Creux-Gena, qui sont tantôt limpides, tantôt limoneuses.

» Arrivée à ce terme, la question est loin d'être épuisée, bien qu'habituellement l'on se contente de visiter le Creux-Gena, parce qu'il est en effet le plus pompeux des débouchés du pays. Mais la vallée, remontant encore plus loin, jusqu'au barrage de Rocourt et Damvant, on comprend aussitôt que les vrais points de départ des eaux doivent être cherchés vers cette extrémité. Poursuivant donc la route indiquée, on trouvera d'autres pots avant d'arriver à Chevenez. Trois d'entre eux sont établis à 15 pas en amont du pont ; puis l'on rencontre le *Creux-des-Prés*, et ici, de nouvelles relations se manifestent. En effet, Creux-des-Prés débite en même temps, mais beaucoup plus rarement que Creux-Gena, et seulement quand celui-ci ne suffit plus. Il n'arrive même qu'en troisième ligne, car ses déversements sont précédés par ceux des orifices voisins du pont, conformément aux préséances déterminées par les altitudes. En définitive, aux sources pérennes des bords de la Halle succède une première estavelle, puis viennent des estavelles d'estavelles, largement espacées, de plus en plus intermittentes, conformément à leurs hauteurs, et il me semble qu'un pareil enchaînement est suffisamment démonstratif pour ne plus rien laisser à désirer à l'égard de la parfaite solidarité de ces divers débouchés ».

Les théories de Fournet n'étaient basées que sur des analogies ; elles n'étaient appuyées d'aucune expérience décisive. Aussi, ne

(1) Les sources pérennes de Porrentruy.

pouvait-on se contenter de ces données générales et fallait-il tenter d'en vérifier l'exactitude. C'est ce qu'essaya de faire M. Koby, professeur à l'Ecole cantonale de Porrentruy. Dans son *Hydrographie et Hydrologie des environs de Porrentruy*⁽¹⁾, il parle en ces termes de cet essai :

« Le Creux-Genaz communique-t-il avec les sources ascendantes de la ville de Porrentruy, par un canal ou même par une rivière souterraine ? L'expérience suivante semble prouver le contraire. L'été dernier, j'ai coloré, avec plusieurs litres d'une dissolution concentrée de fuchsine, la mare d'eau qui séjournait au fond du Creux-Genaz. Au bout d'une heure, toute coloration avait disparu. En même temps, j'avais fait observer durant toute la journée les eaux de la Chaumont, de la Beuchire, de la Favergéatte, du Pâquis et du Betteraz. Le résultat a été absolument négatif. Toutes ces eaux, sauf la dernière, ont une température constante et plus élevée que le Creux-Genaz. Quand il déborde, il est tantôt simplement louche, tantôt fortement trouble. Cette circonstance ne s'observe pas chez les autres sources. La Chaumont n'est jamais trouble, la Beuchire se trouble plus souvent. D'ailleurs, l'analyse chimique des échantillons pris le même jour, à ces différents points, montre une différence assez notable dans la composition des eaux. »

D'ailleurs, à la suite de cette expérience, M. Koby se défendait-il de vouloir, en ce qui touche le Creux-Genaz, formuler de nouvelles théories ou combattre les anciennes. A son avis, il était impossible de se prononcer sur la valeur de ces hypothèses, tant qu'on n'aurait pas pratiqué de sondages.

Il est encore question du Creux-Genaz dans le Protocole N° 1 de la Commission des Eaux de la ville de Porrentruy⁽²⁾.

Le mardi, 25 août 1885, la sus-dite Commission se rend avec M. l'ingénieur Ritter au Creux-Genaz. Il y a un échange de vues rapporté en ces termes par M. Billieux, professeur, qui tient le protocole : « Quelques personnes prétendent qu'il existe un courant souterrain que l'on pourrait, à l'aide de certains travaux, faire monter à la surface du sol et utiliser pour alimenter Porrentruy. M. Ritter et tous les membres de la Commission, sauf M. Wilhem, sont d'accord que ces travaux seraient intéressants au point de vue scientifique, mais qu'ils n'aboutiraient à aucun résultat, quand à ce qui concerne le but que l'on se propose ».

(1) Actes de la Société jurassienne d'Emulation des années 1885-1888, pages 27 et suivantes.

(2) Archives de la Municipalité, Hôtel-de-Ville, Porrentruy.

Enfin le *Dictionnaire géographique de la Suisse* (¹) consacre au Creux-Genaz un important article, où nous relevons entre autre ce qui suit : « Pour comprendre ces bizarries (les émissions du Creux) il faut bien se représenter toute la partie O. de l'Ajoie, c'est-à-dire environ 30 km² de pays, formé d'un terrain calcaire, perméable et fissuré qui, du plateau de Fahy, au N., s'incline vers le S., et depuis le Lomont et Roche-d'Or au S., s'infléchit vers le N. Ces versants se réunissent et forment un fond de vallée étroit, suivi par la route de Porrentruy à Damvant. Les eaux météoriques tombant dans cette région ne forment qu'un ruisseau insignifiant à la surface du sol (²), tandis que la masse la plus importante pénètre par infiltration jusqu'à la couche imperméable sous-jacente du thalweg et se dirige vers Porrentruy, en suivant un canal souterrain. Après des pluies persistantes et à la fonte des neiges, l'eau devient trop considérable pour passer sous terre ; il est donc naturel qu'elle se fraye un passage extérieur par où se dégage alors la rivière périodique dont nous parlons... Les débordements du Creux-Genaz sont précédés de mugissements sourds, de beuglements prolongés qui proviennent de l'air contenu dans le canal souterrain et violemment chassé par l'arrivée de l'eau (³)... Ce creux mystérieux, d'où sortent ces mugissements sinistres, cette grande masse d'eau qui vient on ne sait d'où, enfin la rapidité avec laquelle l'entonnoir se vide, tout cela paraissait sur-naturel aux anciens, qui ne pouvaient s'expliquer ce phénomène qu'en faisant intervenir les sorciers (genaz). De là le nom de Creux-Genaz donné par le peuple à cette ouverture mystérieuse qui est *une des plus belles curiosités naturelles du Jura* ».

On voit qu'au moment où nous allions reprendre l'étude de la question du Creux-Genaz, rien de précis, de démontré et de définitif n'était acquis. Des observations systématiques ou des investigations rationnelles n'avaient pas été organisées ; on s'en était tenu à formuler des hypothèses, hypothèses qui peuvent être d'ailleurs ramenées à trois :

1^o L'hypothèse suivant laquelle le Creux-Genaz aurait des relations souterraines avec le Doubs — comme c'est le cas, par exemple, entre la Loue et le Doubs ;

2^o L'hypothèse de grands réservoirs souterrains, réceptacles des eaux de la Haute Ajoie qui se videraient périodiquement par un jeu

(1) 1902. Neuchâtel. Attinger frères, éditeurs, vol. I, page 559.

(2) C'est une erreur, il y a plusieurs petits ruisseaux dans la région, mais ils disparaissent bientôt dans le sous-sol.

(3) J'ai assisté à de nombreuses émissions ; je n'ai jamais eu l'heur d'entendre ces mugissements.

de siphons dont l'orifice d'écoulement serait précisément le gouffre du Creux-Genaz ;

3^o L'hypothèse suivant laquelle le Creux-Genaz serait le trop-plein, l'« estavelle » d'une nappe souterraine dont les issues ordinaires inférieures seraient les sources pérennes de Porrentruy.

On ne peut, *à priori*, rejeter aucune de ces hypothèses. Cependant la première ne nous a pas arrêté longtemps. Il y a d'abord contre elle le fait que le Doubs, dans la portion de son cours — St-Ursanne-Bremoncourt — qui pourrait être en rapport avec le Creux-Genaz, n'atteint qu'au niveau de 440 m, alors que l'orifice du Creux-Genaz est à 451 m⁽¹⁾. D'ailleurs, toutes les observations que nous avons faites pendant une période de douze ans ont confirmé celles qu'avaient faites antérieurement de nombreuses personnes : le Doubs peut déborder et le Creux-Genaz ne donner aucun signe d'activité ; en revanche, il y a des sorties impétueuses du Creux-Genaz alors que le Doubs est à l'étiage.

Restaient donc les hypothèses 2 et 3.

L'hypothèse 2 avait en sa faveur une expérience directe. En 1888, M. Koby, professeur, alors président de la Société jurassienne d'Emulation, avait fait des essais de coloration⁽²⁾ dont les résultats négatifs semblaient démontrer qu'il n'existant pas de communication entre le Creux-Genaz et les sources ascendantes de la ville de Porrentruy.

D'autre part, au cours de l'année 1903, nous exécutions des évaluations de la température de l'eau qui séjourne au fond du gouffre, au moyen d'un thermomètre à maxima et minima, et nous constations que cette température, d'une constance remarquable, ne variait que de 5 à 6 dixièmes de degré centigrade. Il semblait donc, que l'eau qui se trouve au fond du Creux-Genaz, dût être en relation avec de vastes masses liquides, pour conserver, même pendant les périodes où l'apport par ruissellement est considérable, une température aussi stable. En nous appuyant sur les résultats de ces expériences, nous étions conduit à nous représenter les phénomènes d'émission du Creux-Genaz comme se produisant conformément au mécanisme suivant :

Dans l'intervalle de deux émissions successives, les eaux de la Haute Ajoie se réunissent dans des réservoirs souterrains étagés, communiquant entre eux et finalement avec l'extérieur par un système

(1) Voir cartes pages 76 et 78.

(2) Voir page 84.

de siphons dont le dernier a pour issue inférieure le gouffre du Creux-Genaz. Ces réservoirs en fond de bateau sont mis en charge par le jeu de la pression hydraulique et, quand la masse d'eau est arrivée à un niveau déterminé, le système des siphons et des vases communi- quants s'amorce et le Creux-Genaz émet jusqu'au moment du désamorçage.



Le torrent du Creux-Genaz pendant une émission du gouffre

Mais une série de constatations allait bientôt nous convaincre que cette théorie des émissions siphonantes du Creux-Genaz était en contradiction avec les circonstances réelles qui accompagnent ces émissions.

Il est d'abord facile d'observer, que l'eau qui séjourne au fond du gouffre n'est pas immobile ; elle a un mouvement lent mais appréciable de translation de l'Ouest vers l'Est, dans le sens même de la pente du *thalweg*.

D'ailleurs, si le Creux-Genaz fonctionnait comme siphon, il est clair qu'après le désamorçage, le gouffre émissif vertical devrait rester rempli, ou, en tout cas, ne se vider que très lentement sous l'effet de l'évaporation ou de la pénétration par imbibition dans les terrains.

détritiques adjacents. Or, en réalité, le niveau de l'eau baisse dans le gouffre dès qu'il n'émet plus, et cet abaissement est plus ou moins rapide, suivant les circonstances qui ont accompagné l'émission.

Enfin, un autre fait encore vient infirmer la valeur de l'hypothèse 2. Nous avons déterminé plusieurs fois le débit du torrent du Creux-Genaz, en particulier très soigneusement, en 1902, avec le concours de M. le colonel Reber, directeur-adjoint du Bureau topographique fédéral. Ce débit était alors de 4 m^3 à la seconde pendant les deux premières journées ; et nous calculâmes que le volume d'eau sorti du gouffre lors de cette émission atteignait environ 1,5 millions de mètres cubes.

Si l'on admet qu'en une année il y a en moyenne 4 émissions⁽¹⁾, le total des eaux évacuées par le torrent du Creux-Genaz n'atteindrait que 6 millions de mètres cubes, masse bien inférieure aux 30 millions de mètres cubes de précipitation qui, au minimum, tombent annuellement sur la Haute Ajoie.

Toutes les considérations qui précèdent nous amenaient donc à conclure que l'hypothèse 2 était erronée et que *le Creux-Genaz avait certainement un écoulement en aval*.

Le côté théorique de la question ainsi déblayé, il nous restait encore à voir si l'hypothèse 3 était parfaitement en harmonie avec la réalité ou, dans le cas contraire, quelles étaient les modifications à y apporter pour qu'elle s'accordât avec les faits que nous observerions.

III^e PARTIE

Délimitation du bassin d'alimentation du Creux-Genaz et de la Beuchire.

Ayant acquis la conviction que le Creux-Genaz avait un écoulement en aval, nous dirigeâmes nos investigations sur la région inférieure de la vallée où sourdent les nombreuses sources de Porrentruy. Il fallait trouver une preuve péremptoire que ces sources — tout au moins l'une ou l'autre de ces sources — formaient l'issue inférieure des eaux provenant du Creux-Genaz, ainsi que le présumaient MM. Trouillat et Fournet⁽²⁾ ; sinon, il fallait découvrir une issue autre que ces sources, où viendraient aboutir ses eaux souterraines, conformé-

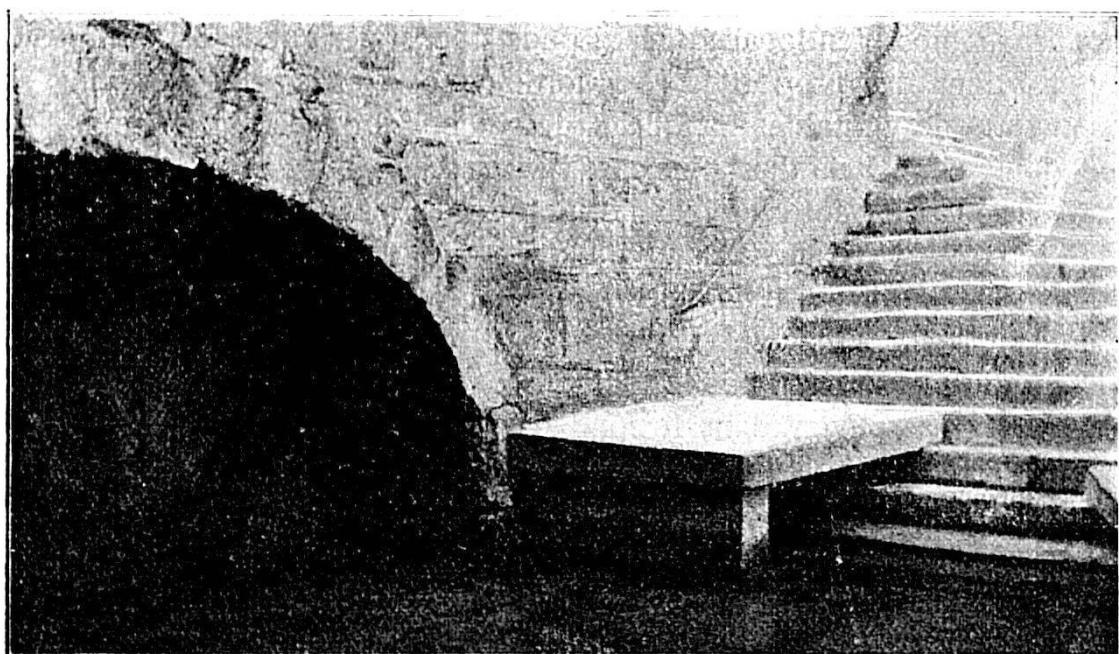
(1) Moyenne de la période de 1902 à 1915.

(2) Voyez ci-dessus, pages 82 et 83.

ment à ce que paraissaient suggérer les expériences négatives de coloration faites par M. Koby.

Nos premières observations portèrent sur la Beuchire (1) dont nous constatâmes bientôt les nombreuses oscillations de niveau et variations de débit. Ces observations, facilitées par les points de repère que fournissent des escaliers qui descendent à même l'eau, eurent lieu de 1903 à 1913.

Pour donner une idée de l'amplitude des variations de débit de la Beuchire, nous ajouterons que pendant la période d'étiage estival la source ne donne pas plus de 200 à 300 litres, alors qu'aux époques de fortes crues, elle évacue 40.000 litres et plus à la minute. En



La Beuchire, fontaine naturelle

outre, pendant les fortes crues, les eaux de la Beuchire font preuve d'une grande activité ; elles sortent en bouillonnant de toutes les anfractuosités du sol, de toutes les cavités avoisinant l'orifice ordinaire de sortie et donnent lieu à deux cours d'eau, qui vont, dans des directions opposées, se jeter dans l'Allaine.

En procédant par éliminations successives, nous avons pu d'abord déterminer que les variations de niveau et de débit de la Beuchire étaient absolument indépendantes des précipitations sur la Baroche, sur le plateau de Cœuve, ainsi que sur la région immédiatement

(1) Source située à la cote 420, à proximité de l'Hôtel du Cerf et de la vieille porte de Saint-Germain.

voisine de la ville de Porrentruy. Une série d'orages locaux déterminant le gonflement des ruisseaux de ces régions n'ont eu aucune répercussion sur le débit de la Beuchire.

Cependant la Beuchire ne relevait-elle pas de la région de Fontenais-Villars et n'était-elle pas en relation avec le *Baccavoine* (1) ? Une circonstance particulièrement favorable allait fixer ce point de la question d'une façon indiscutable. Le 13 mai 1913, un violent orage de grêle s'abattait sur la région de Fontenais-Villars, comprise entre la Chapelle de Ste-Croix et les confins de la commune de Courgenay (2). Comme il nous fut facile de l'établir quelques instants après, l'orage n'intéressait en aucune manière la Haute Ajoie. Aussi, était-il intéressant d'observer quelle serait l'allure du Creux-Genaz et de la Beuchire à la suite de ce gros temps bien localisé. Nous pûmes constater que le Baccavoine, grossi dans des proportions extraordinaires, charriaît des eaux limoneuses et de véritables banquises de glaçons formées par les grêlons agglomérés ; et cela dura plusieurs heures. Les hautes eaux du Baccavoine venaient passer devant l'orifice de la Beuchire, ce qui permettait de se rendre mieux compte encore que cette fontaine ne donnait aucun signe d'activité. D'ailleurs, sa température se maintenait constante, à 9°,2, alors que celle du Baccavoine était tombée à 7°,1. Le Creux-Genaz ne subit pas le moindre contre-coup de cet orage ; les eaux qui se trouvent dans le fond du gouffre n'augmentèrent pas ni ne se troublèrent.

Pendant la même période, nous avons pu, en revanche, constater qu'après des pluies ou des orages sur la Haute Ajoie, la Beuchire subissait régulièrement et sans exception des variations de débit et de niveau plus ou moins rapides et de plus ou moins grande amplitude. Nous observâmes, en particulier, que les plus grandes crues de la Beuchire se produisaient toujours en même temps que les émissions du Creux-Genaz.

Ainsi se trouvait acquis, un premier résultat important : *la Beuchire comme le Creux-Genaz, relevait exclusivement du bassin de la Haute Ajoie* (3). — Nous commençons donc à serrer de près la vérité.

A partir de ce moment, les observations à faire devenaient très simples ; il fallait établir la simultanéité, le strict synchronisme, entre les flux du Creux-Genaz et les maxima de débit de la Beuchire et fixer le mécanisme de ces concordances.

(1) Ruisseau qui prend sa source à Fontenais et vient se jeter dans l'Allaine à Porrentruy.

(2) Voir la carte de situation page 76.

(3) Y compris le vallon de Bressaucourt.

Nous fûmes ainsi conduit à organiser un système rationnel d'observations simultanées du Creux-Genaz et de la Beuchire, dont nous exposons plus loin les résultats. Mais auparavant, nous allons, à la lumière de la science hydrologique contemporaine, expliquer notre manière d'envisager les relations souterraines de ces deux débouchés.

IV^e PARTIE

La science hydrologique actuelle et les relations souterraines du Creux-Genaz et de la Beuchire.

Les explorations souterraines et les investigations méthodiques dans les cavernes naturelles, qui se sont multipliées depuis une vingtaine d'années ont fourni, en ce qui concerne le régime des eaux dans le sous-sol, des renseignements aussi précieux qu'inattendus.

Tout d'abord, les résultats de l'exploration des *rivières souterraines* ont ruiné définitivement la vieille théorie des *nappes d'eau* des terrains calcaires.

Déjà en 1850, Arago niait l'existence dans les terrains fissurés (calcaires, craies) de surfaces d'eau continues et étendues dans tous les sens ; plus tard, Daubrée réclame aussi la proscription du terme *nappes d'eau* dans les calcaires. Mais c'est aux travaux remarquables de M. E. A. Martel, directeur de *La Nature*, et à ses innombrables et aventureuses expéditions souterraines que nous devons l'extirpation définitive du terme malencontreux de nappes, quand il s'agit de terrains calcaires ou plus généralement de terrains fissurés⁽¹⁾.

Voici en quels termes s'exprime M. E. A. Martel, dans son excellent livre, *l'Evolution souterraine*, relativement à cette question :

« Dans une très grande partie des couches supérieures de l'écorce terrestre, le travail des eaux absorbées et devenues souterraines a pratiqué, par agrandissement des cassures préexistantes, tout un réseau de vides et de galeries communiquant parfois entre elles (*anastomosées* est le terme technique) en vrais labyrinthes ; bien que la

(1) Les principaux ouvrages de M. E. A. Martel qu'il faut consulter, sont :

Les Abîmes (Explorations souterraines 1888-1893) Paris, Delagrave 1894. (Couronné par l'Académie des sciences).

Le gouffre et la rivière souterraine de Padirac. — Paris, Delagrave, 1901.

La spéléologie. — Paris, Gauthier-Villars, 1900.

La spéléologie au XX^e siècle. — Paris, Hermann, 1905. (Grand prix des Sciences physiques de l'Académie).

L'évolution souterraine. — Paris, Flammarion, 1908.

proportion actuellement découverte de ce réseau soit sans doute faible par rapport à sa réelle étendue, il est certain qu'il se compose essentiellement des trois éléments suivants : 1^o les abîmes, pertes, points d'absorption (vivants ou morts, hors de service ou fonctionnant encore) où les eaux superficielles s'engouffraient jadis ou continuent à s'infiltrer ; 2^o les cavernes, poches, galeries de toutes formes, où leur circulation et leur emmagasinement furent bien plus abondants dans le passé que dans le présent ; 3^o enfin les points d'émergence (sources, fontaines, résurgences) qui les rendent au jour plus ou moins intégralement, et après un trajet interne tantôt bref, tantôt très long.

En ces sommaires formules tient toute l'hydrologie souterraine des terrains calcaires et des craies, si répandus à la surface du globe. Les innombrables faits qui ont conduit à les établir, ont fait justice en même temps, je le répète sans relâche, de la fausse croyance (qui, elle aussi était devenue un dogme et qui ne se laisse, par conséquent, extirper qu'avec une opiniâtre résistance) aux vraies nappes souterraines dans les terrains fissurés. Ceux qui qualifient de nappes discontinues les récipients d'eau souterrains des calcaires, confessent implicitement la synonymie avec le réseau composé de pleins (roches) et de vides (à l'eau) alternés ; seulement, pour ne point renoncer au terme dogmatique, ils lui accolent un qualificatif qui en fait un non-sens : la caractéristique d'une nappe, en effet, c'est la continuité sur toute son étendue ; dès que la discontinuité y met des mailles, c'est un filet, un réseau. Posez une nappe sur une table à manger, en l'enlevant, vous recueillerez toutes les miettes. Remplacez-la par un filet : au travers, les miettes resteront sur la table ! La nappe discontinue est une entorse au sens des mots.

Le terme nappe d'eau ou nappe phréatique (*Grundwasser*) doit être réservé uniquement aux terrains détritiques, meubles, fragmentaires, incohérents où il y a réellement imbibition de toute la masse, grâce à son peu de cohésion et au rapprochement extrême des interstices.

A l'intérieur des calcaires et de tous les sols fissurés les eaux s'écoulent en vraies rivières absolument analogues à celles de la surface du globe, par un réseau de canaux convergents des petits aux grands avec tous les accidents connus des confluents, cascades, rapides, deltas, îlots et même petits lacs, le tout sous les voûtes de cavernes, tantôt basses jusqu'à être immergées, tantôt élevées jusqu'à une centaine de mètres ».

Ainsi, en tenant compte des dernières acquisitions de la science hydrologique, il devenait nécessaire de remanier les théories de Fournet, relatives au Creux-Genaz. Il n'est plus possible de dire que

le Creux-Genaz est l'estavelle d'une nappe d'eau souterraine, il faut le considérer comme le *trop plein* d'une véritable rivière souterraine, dont le débouché, comme nous allons l'établir plus loin, donne lieu, entre autres, à la *résurgence* de la Beuchire.

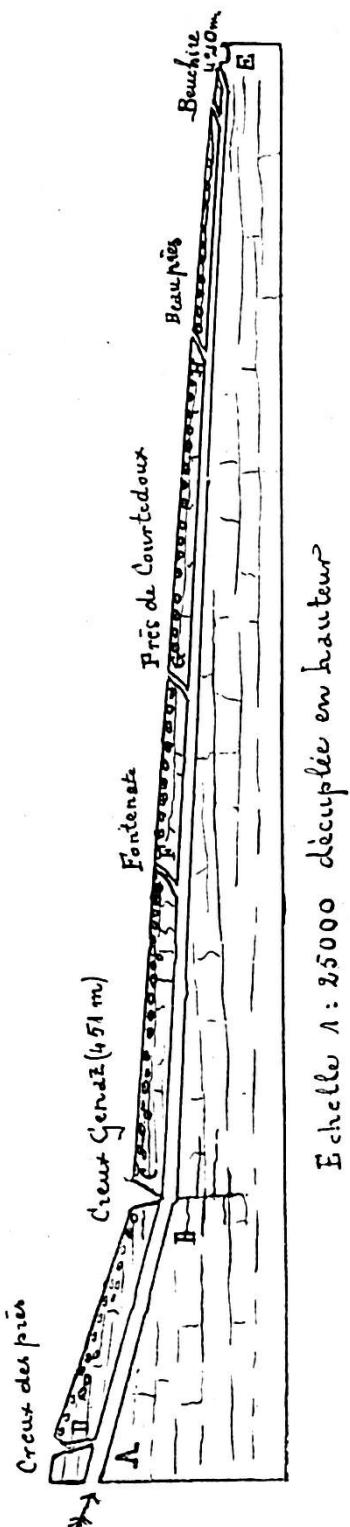
Nous représentons dans le croquis schématique ci-contre la portion de cette rivière souterraine (rivière de la Haute Ajoie) que nous avons plus spécialement en vue.

La rivière souterraine, collectrice des eaux de la Haute Ajoie, utilise le canal A B creusé dans le calcaire. On voit en D une fissure aboutissant à un petit entonnoir, le *Creux-des-Prés*, situé à 900 mètres en amont du Creux-Genaz.

Creux-des-Prés fonctionne en général comme *perte*; c'est par cet emposieu que les eaux superficielles du rural de Chevenez sont captées et conduites dans le chenal de la rivière souterraine. Mais Creux-des-Prés peut aussi fonctionner comme trop-plein dans le cas de crues très fortes. (Nous l'avons constaté lors des grandes inondations de 1910).

D'autres pots, analogues à Creux-des-Prés, sont situés plus haut encore, le long de la vallée et jusque dans la région extrême de Damvant, limite occidentale du bassin d'alimentation de la rivière souterraine qui vient aboutir en A (V. coupe ci-contre).

En aval du Creux-des-Prés la pente est uniforme, d'environ 30 %. Mais brusquement le plan incliné du thalweg fait place à un palier; en cet endroit on constate l'existence d'un seuil. Un décrochement des couches géologiques est nettement visible. Une faille, c'est-à-dire une grande cassure à rejet, doit être disposée en travers du lit souterrain de la rivière. C'est à cette cassure qu'il faut vraisemblablement attribuer l'origine du Creux-Genaz.



Coupe de la région
réduite encore de 50 %
par rapport à l'échelle

Sans rejeter l'hypothèse de la formation *de haut en bas*⁽¹⁾ de cette immense « marmite de géant », par l'action chimique et mécanique des eaux violemment engouffrées dans la diaclase primitive, il nous paraît plus conforme à l'état des lieux, de supposer que la pression hydrostatique de la rivière souterraine, mise en charge en amont du Creux-Genaz au moment des crues, a, par érosion et corrosion, agrandi peu à peu, dans son travail séculaire, la fente originelle, puis, déterminé, à un certain moment, l'écroulement de la cloison rocheuse qui la séparait du dehors et laissé béant le grand gouffre actuel.

A partir du Creux-Genaz la rivière souterraine doit s'être creusée son lit en utilisant des joints de stratification et des diaclases ; le canal s'y est approfondi et s'y approfondit encore, à moins qu'il n'ait déjà rencontré dans son évolution des couches absolument imperméables qui en formeraient alors le fond actuel.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs, le canal souterrain C E met en relation le Creux-Genaz et la Beuchire. De ce canal partent différents canicules F G H qui donnent lieu, aux époques de crues, aux émergences connues sous le nom de « Fontenate », « Sources des prés de Courtedoux », de « Beau pré » et d'autres encore, dont les relations avec le canal souterrain n'ont pas encore été sûrement établies.

A l'extrémité de ce canal est située la Beuchire, émergence d'une rivière et non véritable source.

A propos de cette fontaine, il est bon de noter qu'elle a un débit bien supérieur en temps de crues aux évaluations qui avaient été faites par d'autres personnes. Contrairement à ce qui s'est produit pour le *Betteraz*, par exemple, signalé par M. Koby, comme étant le principal affluent de l'Allaine et qui, depuis, a considérablement perdu de son importance, la Beuchire débite actuellement beaucoup plus qu'autrefois. Faut-il conclure de ces variations considérables du régime de nos fontaines naturelles que l'évolution souterraine doit être très rapide, dans nos terrains calcaires ?

Si l'on admettait, par exemple, qu'autrefois le canal du Creux-Genaz à la Beuchire ait été moins développé, ou qu'il se soit obstrué à une époque antérieure, on expliquerait ainsi, sans difficulté, l'impétuosité des émissions du Creux-Genaz dans le passé⁽²⁾. Cela serait d'ailleurs en parfaite concordance avec la constatation faite sur le lit

(1) Des preuves nombreuses et certaines nous ont amené à la conviction qu'il a existé à l'époque tertiaire une rivière à cours supérieur drainant toute la Haute Ajoie. A la suite de quelle cause cette rivière a-t-elle abandonné son thalweg aérien au profit du chenal souterrain actuel ? C'est ce que nous nous proposons d'étudier plus tard.

(2) Ainsi qu'il est rapporté dans de nombreux documents conservés aux Archives de la Bourgeoisie de Porrentruy.

de toutes les rivières souterraines qui s'est continuellement approfondi dans les calcaires et qui a, de ce fait, souvent abandonné les émergences primitives pour en déterminer d'autres situées à un niveau inférieur ⁽¹⁾.

V^e PARTIE

Nos observations systématiques sur la concordance des flux de la Beuchire et du Creux-Genaz.

La première observation contrôlée soigneusement a été faite du 19 au 26 août 1913.

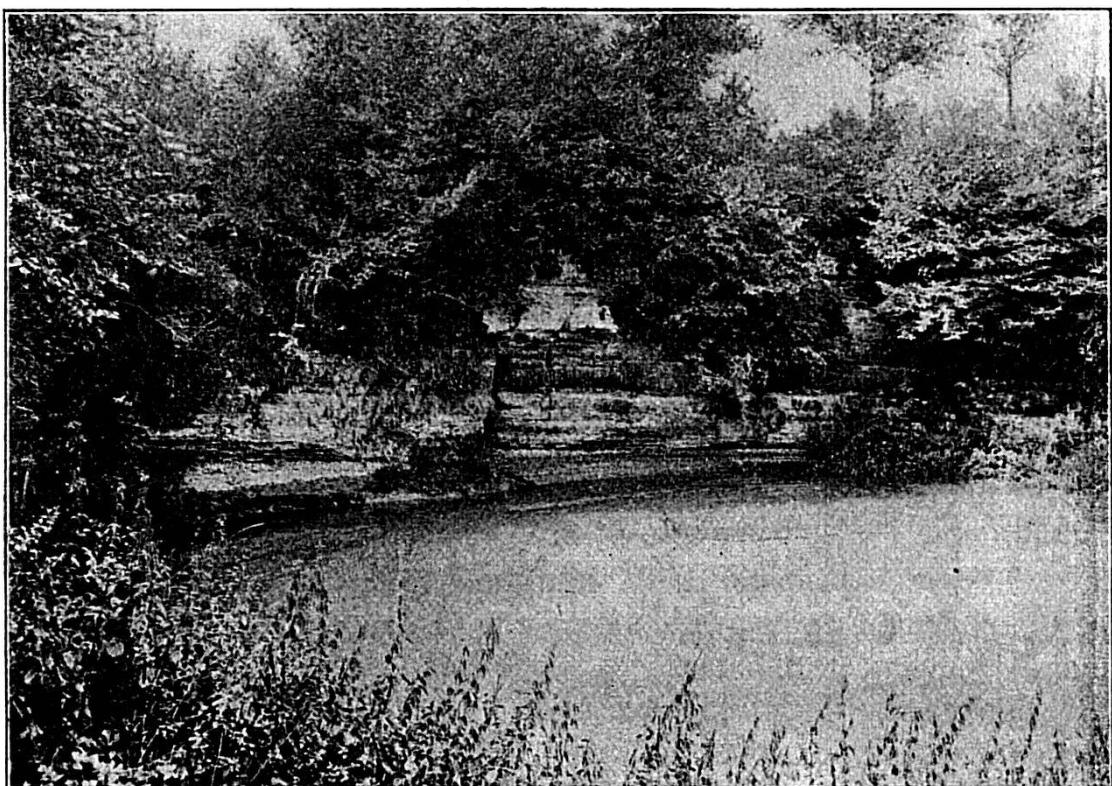
Le 19 août, après deux jours de pluie, le niveau de la Beuchire qui, jusqu'alors s'était maintenu à la cote *c* (cote de l'étiage hivernal ⁽²⁾), commence à s'élever. Le 20 au matin, il passe par la cote *d*, puis, vers 5 heures du soir, il atteint la cote *e*. J'avais noté, antérieurement, qu'à cette cote de la Beuchire correspond le commencement de la montée de l'eau dans le gouffre du Creux-Genaz. En effet, à Creux-Genaz le gouffre se remplissait par le fond. Présumant qu'une émission allait avoir lieu, je le mandai à M. le Dr Fleury, professeur de géologie à l'Ecole polytechnique de Lisbonne, qui allait entreprendre une étude sur l'hydrographie du Jura.

A 9 heures du matin, le 21 août, nous constatons ensemble que le Creux-Genaz, après s'être élevé dans l'entonnoir jusqu'à 1^m 50 du bord supérieur, ne montait plus ; en même temps le niveau de la Beuchire cessait aussi de s'élever. A 11 heures du matin, le niveau de l'eau commence à baisser dans le gouffre et, simultanément, le débit de la Beuchire à décroître. A 3 heures après midi, le niveau du Creux-Genaz n'est encore descendu que de 0,80 m. A cet abaissement de niveau, en 4 heures, correspondait approximativement un volume d'eau de 900 m³ ; pendant ce temps, il en sortait bien 9000 m³ par l'émergence de la Beuchire. — Nous reviendrons plus tard sur la signification de cette remarque. — A 6 heures, le niveau avait baissé de 2 m environ.

(1) Milandre, ses grottes et leur émissaire offrent un remarquable exemple de cet approfondissement des rivières dans nos sols calcaires.

(2) Grâce aux escaliers qui descendent à même l'eau, nous avons pu organiser un système de points de repère fixes. La cote *a* correspond au niveau le plus bas que nous ayons constaté, soit l'étiage d'été ; à cet état, le niveau de la Beuchire est marqué à la mi-hauteur du second escalier. Pendant les deux années consécutives de nos observations systématiques, le niveau de la Beuchire n'est pas descendu au-dessous de la cote *c*, mi-hauteur du troisième escalier, si ce n'est pendant l'été 1915 (6 juillet 1915, étiage d'été).

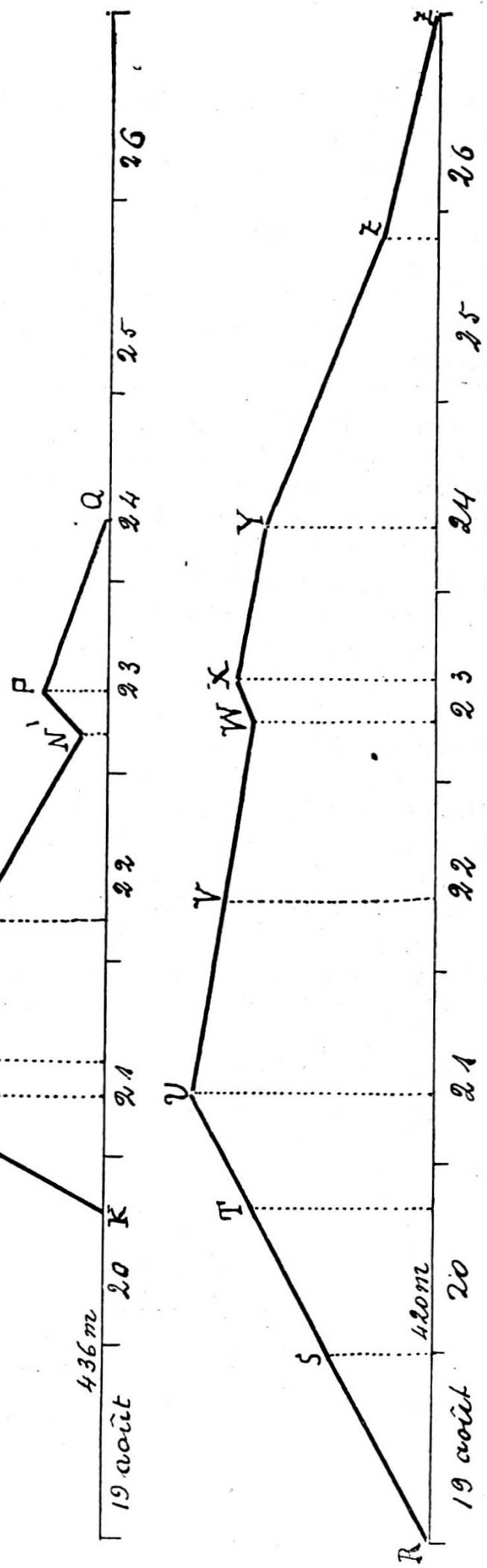
Il continua ensuite à descendre lentement pendant deux jours ; simultanément le débit de la Beuchire allait en décroissant. Cependant, comme il continuait à pleuvoir, le 23, l'eau commença à remonter dans le gouffre du Creux-Genaz, atteignant, vers 4 heures du soir, la hauteur de la première corniche. Une variation du niveau de la Beuchire correspondait d'ailleurs à cette poussée du Creux-Genaz. A partir du 23, au soir, le niveau de l'eau du Creux-Genaz se remettait à baisser et, en même temps, la Beuchire revenait graduellement à son débit normal.



L'eau monte dans le gouffre

Nous avons noté sommairement dans le graphique ci-contre les phases principales de la montée du Creux-Genaz dans le gouffre — ligne K L M N P Q et de la crue simultanée de la Beuchire — ligne R S T U V W X Y Z —. A l'examen du dessin, on constate que l'eau n'a pu atteindre le bord supérieur du gouffre, mais que c'est pendant la période où le niveau de l'eau est marqué par la ligne L M qu'on relève le plus fort débit de la Beuchire — point U —. L'ascension temporaire N P du niveau de l'eau dans le gouffre se traduit par une recrudescence W X du débit de la Beuchire. La concordance des deux phénomènes est donc bien mise en évidence par ce graphique.

Orifice du Creux-Genaz (us1)



Concordance et synchronisme des flux du Creux-Genaz et de la Beuchire (19 août-26 août 1913)

Une seconde observation a été effectuée du 6 au 13 octobre 1913, à l'occasion d'une sortie du Creux-Genaz, mais d'une sortie de très faible ampleur, puisque l'eau du torrent n'arriva pas jusqu'au village de Courtedoux.

Voici quelques particularités relatives à cette émission. Les 6 et 7 octobre 1913, pluies abondantes. La Beuchire est à la cote *c*. Le 8, pluies continues du matin au soir. Durant ces trois premiers jours, la Beuchire a passé lentement de la cote *c* à la cote *d*, puis, plus rapidement de la cote *d* à la cote *e*. Les eaux sont calmes et limpides. Vers 7 heures du soir, le 8 octobre, il cesse de pleuvoir ; mais la Beuchire continue de monter. En effet, à cette même heure, le Creux-Genaz commence à se remplir. Le 9, à 7 heures du matin, la Beuchire atteint la cote *f* ; ses eaux sont troubles et bouillonnantes. En nous rendant au Creux-Genaz, nous constatons au passage que les trous émissifs de *Beau pré*, de la prairie de Courtedoux et de la *Fontenate* débiterent. A huit heures, le torrent du Creux-Genaz déborde du gouffre. Jusqu'à 3 heures de l'après-midi, l'intensité de l'émission alla en croissant ; mais, à partir de ce moment-là, elle diminua ; à 6 heures, l'écoulement s'interrompait et le niveau de l'eau commençait à baisser dans l'entonnoir.

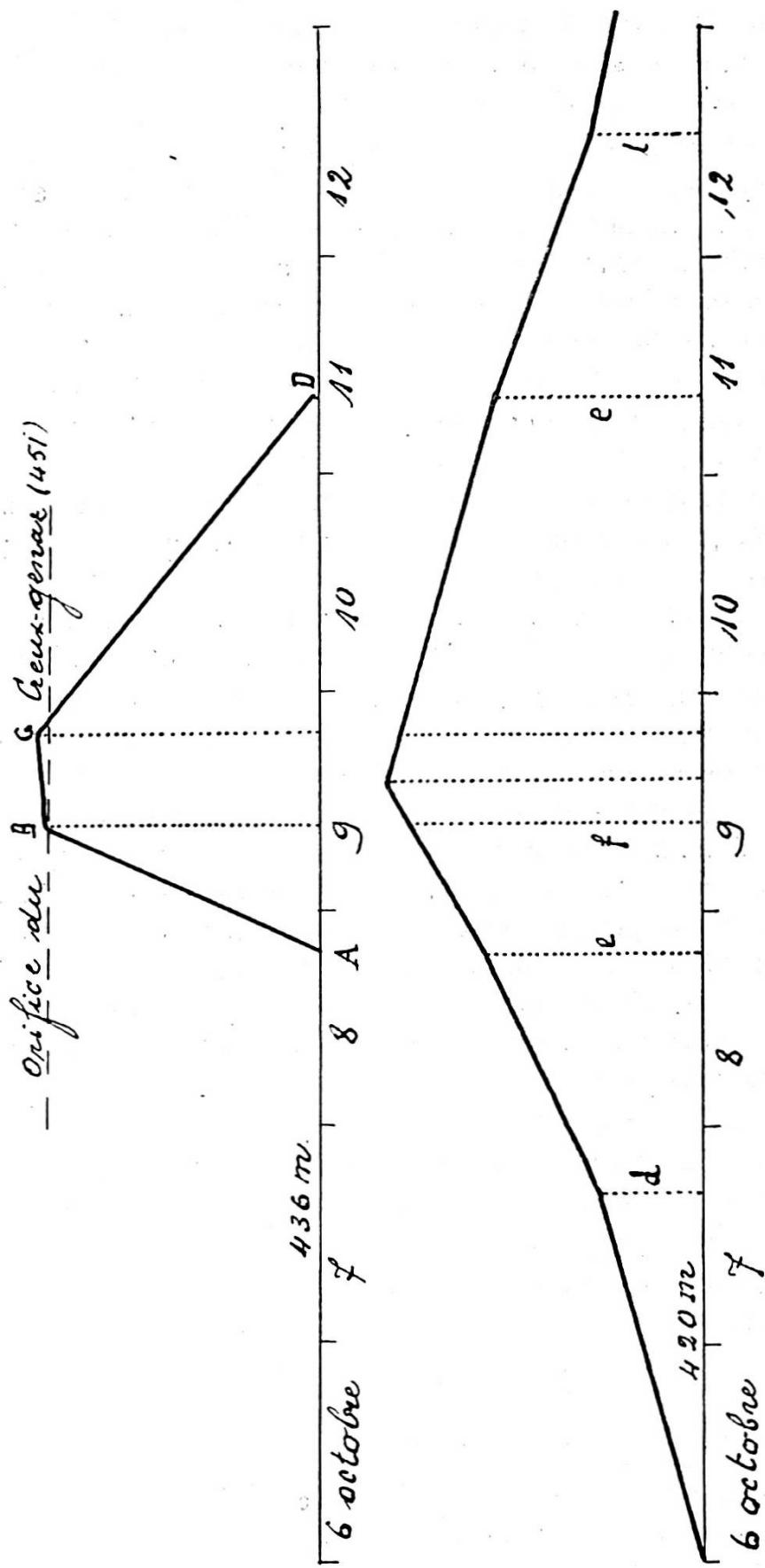
Simultanément le débit de la Beuchire était allé en croissant jusque vers 3 heures après midi, pour décroître ensuite régulièrement, jusqu'au 13 octobre, au soir, où il reprenait son intensité normale.

Un graphique, dessiné comme le précédent, met en évidence la simultanéité et la parfaite concordance des différentes phases de l'émission du Creux-Genaz et de la crue de la Beuchire.

La troisième sortie observée a été très abondante et de longue durée — du 12 novembre au 20 novembre 1913. Elle a correspondu avec une crue de la Beuchire — du 9 novembre au 26 novembre 1913 — crue à laquelle s'est superposée⁽¹⁾ une autre crue qui a duré du 26 novembre au 21 décembre 1913.

Cette couple de crues et d'émissions a correspondu à la période pendant laquelle les précipitations atmosphériques sur l'Ajoie ont été les plus abondantes. Nous avons noté que le 13 novembre, en même

(1) L'émission avortée est caractérisée par le fait que, dans son ascension à l'intérieur du gouffre, l'eau n'en atteint pas l'orifice supérieur ; elle ne peut donc pas se déverser dans la prairie avoisinante. Il y a émission superposée à la précédente lorsqu'une nouvelle montée d'eau se produit dans le gouffre avant que celui-ci n'ait eu sa conque débarrassée des eaux de l'émission précédente. Je crois avoir été le premier à observer ces émissions superposées, de même que les oscillations de niveau qui se produisent pendant une même période d'activité du gouffre, oscillations dont on voit un exemple dans le graphique de la page 97. On constatera sur le tableau que, pendant les périodes d'émissions superposées, la Beuchire reste sous pression et ne revient pas à l'étiage.



Concordance et synchronisme des flux du Creux-Genaz et de la Beuchire (16 octobre au 13 octobre 1913)

temps que la sortie du Creux-Genaz, avaient lieu une vigoureuse émission des trous de Mavaloz⁽¹⁾ et une crue extrêmement abondante du Baccavoine, ruisseau de Fontenais.

Il serait oiseux de dessiner le graphique et de décrire les différentes émissions du Creux-Genaz, ainsi que les crues simultanées de la Beuchire, pendant la période sus-mentionnée. Nous avons réuni dans le tableau suivant⁽²⁾ les résultats de nos observations, et l'examen des dates du tableau est assez suggestif pour que nous puissions considérer comme inutile d'insister davantage sur le synchronisme remarquable des deux phénomènes que nous avons étudiés.

Nous nous contenterons de faire constater, par le seul examen des dates du tableau, qu'il ne se produit jamais d'ascension du Creux-Genaz dans son gouffre ou de débordement du torrent sans que ne se produise simultanément une crue de la Beuchire ; que, d'autre part, cette crue précède toujours de quelques heures ou de quelques jours l'émission du gouffre ; enfin, que cette émission ayant pris fin, la Beuchire revient graduellement à l'étiage.

Au printemps 1915, alors que nous n'avions plus aucun doute sur le mode de fonctionnement du Creux-Genaz, nous nous proposions de refaire les expériences de coloration tentées par M. Koby en 1888, mais en profitant des précieux renseignements contenus dans le traité complet publié par la Société belge de géologie, sur les expériences à la fluorescéine⁽³⁾. Nous pensions aussi expérimenter la méthode d'analyse électrique préconisée par notre éminent compatriote, le professeur Dutoit, de Lausanne, lorsqu'une circonstance exceptionnelle nous amena à envisager ces expériences comme complètement superflues pour mettre en évidence les relations souterraines que nous avions découvertes⁽⁴⁾.

En effet, le 5 mai 1915, à l'occasion de la 19^e émission observée par nous, nous faisions sur la simultanéité des sorties du Creux-Genaz et des crues de la Beuchire, les observations les plus caractéristiques de toute la série.

Non seulement cette 19^e émission allait nous apporter la preuve la plus manifeste et la moins discutable des relations qui existent entre les deux orifices ci-dessus, mais elle allait nous fournir en

(1) *Koby*. Le trou de Mavaloz. Actes de la Soc. juras. d'Emulation, 1885.

(2) Voir pages 102 et 103.

(3) 218 pages, gr. in-8^o avec 24 figures et divers tableaux. Bruxelles, avril 1904.

(4) Il sera cependant intéressant de faire ces expériences *a posteriori* et d'en utiliser les résultats pour contrôler le degré d'exactitude qu'elles peuvent offrir dans les conditions spéciales que présentent nos terrains jurassiques.

même temps de nouveaux éléments pour la connaissance du problème hydrologique de la Haute Ajoie.

Donc, le 5 mai 1915, un orage extrêmement violent, accompagné d'une chute de grêle abondante, se déchaînait sur la région de Chevenez-Rocourt. Voici du reste, en quels termes un journal de Porrentruy rapporte l'évènement :

« *Un orage désastreux.* — Mercredi, vers deux heures de l'après-midi, un orage d'une extrême violence s'est abattu sur le village de Chevenez et la contrée environnante. Pendant trois quarts d'heure, une trombe d'eau, accompagnée d'une chute de grêle, s'est déversée sur la campagne, transformant les rues du village en un torrent d'eau mélangé de grêle, anéantissant jardins, vergers, prés et toutes les cultures, cependant si belles et pleines d'espérances quelques minutes auparavant.

La grêle est tombée avec une telle violence que toute la campagne, ainsi que les alentours du village, sont blancs comme en hiver. Beaucoup de maisons ont été inondées et remplies de grêlons que l'eau a charriés. On a sonné le tocsin et mobilisé le corps des sapeurs-pompiers afin de prêter secours aux habitants dans la détresse. La troupe cantonnée ici a également secondé de ses efforts de nombreux propriétaires dont les demeures ont été inondées. A tous nos meilleurs remerciements pour leur bienveillant concours en cette malheureuse circonstance. »

Ainsi, en aval du village de Chevenez, aux abords immédiats du Creux-Genaz, un torrent boueux dévalait vers la prairie et transformait bientôt celle-ci en un lac fangeux. Une portion de ce torrent allait se précipiter à droite dans le gouffre du Creux-Genaz — fonctionnant exceptionnellement comme perte — et remplissait bientôt l'entonnoir ; une autre portion descendait directement vers Porrentruy, le reste était absorbé par les fissures du sol. Entre 3 heures et 7 heures de l'après-midi, la Beuchire, qui n'était pas encore revenue à son étiage, monte précipitamment ; son débit et la vigoureuse poussée de ses eaux indiquent nettement que le trou du Creux-Genaz est rempli. Mais, chose remarquable, l'eau de la Beuchire est louche et non boueuse, comme celle que roule le torrent qui dévale vers Porrentruy. Cette anomalie apparente doit être attribuée au fait que le canal souterrain Creux-Genaz-Beuchire était encore, au moment de l'orage, partiellement sous pression (voyez 18^e crue, tableau pages 102 et 103). L'eau claire qui le remplissait devait donc avant tout s'écouler en aval, avant que n'apparaisse l'eau boueuse descendant

Concordance des crues de la Beuchire

Crues de la Beuchire

Emissions du Creux-Genaz

1913

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1. Du 19 août au 26 août | Le 21 août |
| 2. Du 6 octobre au 13 octobre | Le 9 octobre |
| 3. Du 9 novembre au 26 novembre | Du 12 novemb. au 20 novemb. |
| 4. Du 26 novembre au 21 décemb. | Du 7 décemb. au 14 décemb. |

1914

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| 5. Du 8 janvier au 14 janvier | Du 9 janvier au 11 janvier |
| 6. Du 20 février au 28 février | Du 23 février au 25 février |
| 7. Du 28 février au 12 mars | Du 6 mars au 8 mars |
| 8. Du 12 mars au 24 mars | Du 15 mars au 20 mars |
| 9. Du 24 mars au 5 avril | Du 26 mars au 3 avril |
| 10. Du 5 avril au 15 avril | Du 7 avril au 9 avril |
| 11. Du 15 juillet au 20 juillet | Du 15 juillet au 16 juillet |
| 12. Du 25 juillet au 30 août | Le 27 août |
| 13. Du 12 septembre au 19 septembre | Du 13 sept. au 15 septembre |
| 14. Du 19 septembre au 6 octobre | Du 21 sept. au 28 septembre |
| 15. Du 12 décembre au 20 décembre | Du 14 décemb. au 15 décembre |

1915

- | | |
|---|----------------------------|
| 16. Du 5 janvier au 21 janvier | Du 8 janvier au 12 janvier |
| 17. Du 15 mars au 21 mars | Le 18 mars |
| 18. Du 5 avril au 5 mai | Du 8 avril au 16 avril |
| 19. Du 5 mai au 14 mai | Du 5 mai au 8 mai |
| 20. Du 17 mai au 30 mai | Le 20 mai |
| 21. Du 27 juillet au 1 ^{er} août | Le 28 juillet |
| 22. Du 1 ^{er} août au 10 août | Du 4 août au 6 août |

et des flux du Creux-Genaz

Observations sur le caractère de l'émission

Emission avortée

Emission très faible

Emission très abondante de longue durée

Cette émission s'est superposée à la précédente

Vigoureuse émission de courte durée

Emission de courte durée

Vigoureuse émission qui se superpose à la précédente

Vigoureuse émission qui se superpose à la précédente

Emission très abondante superposée à la précédente

Emission faible superposée à la précédente

Emission provoquée par un violent orage sur la Haute Ajoie

Emission faible

Emission faible

Emission abondante et de longue durée

Emission moyenne

Emission moyenne

Emission avortée

Emission vigoureuse

Emission extrêmement impétueuse causée par un orage avec trombe
de grêle sur Chevenez

Emission avortée

Très faible émission

Emission superposée à la précédente

de Chevenez dans le gouffre — à moins cependant que le pouvoir de filtration de la Beuchire n'ait été suffisant pour retenir les masses de détritus en suspension dans cette eau.

Cette dernière hypothèse n'allait pas résister à l'expérience. A partir de 7 heures, l'eau de la Beuchire devenait rapidement boueuse ; à 7 1/2 heures, elle était absolument fangeuse. D'ailleurs, la température de la Beuchire s'abaissait en même temps de 9°,5 cent. à 7°,1 et cette variation considérable provenait à coup sûr de la fusion de la masse de glace représentant l'énorme quantité de grêle tombée sur la contrée. — La température du torrent du Creux-Genaz, repérée au pont de Courtedoux, était voisine également de 7°.

L'émergence de la Beuchire n'ayant pas d'action filtrante, les eaux boueuses continuèrent à s'en échapper jusqu'au 7 mai, dans la soirée. Ces eaux, pendant les dernières heures, étaient plus limoneuses que celles que roulait au même moment le torrent du Creux-Genaz à travers la prairie du Gravier. Et cela s'explique facilement par la considération que les eaux qui passent par le canal souterrain s'écoulent à une vitesse moindre que celles du cours supérieur.

Il n'avait fallu que deux heures environ aux eaux superficielles pour descendre de Chevenez à Porrentruy par le canal supérieur, alors que les eaux du même orage avaient mis près de cinq heures pour faire le même trajet par le canal souterrain⁽¹⁾.

Il nous avait donc été donné d'assister à la plus formidable et concluante expérience de coloration qu'il soit possible d'imaginer. Cet orage, qui n'intéressait que la Haute Ajoie — et circonscrit d'ailleurs strictement à la région Chevenez-Rocourt — avait donc déterminé simultanément une crue rapide de la Beuchire et une impétueuse sortie du Creux-Genaz ; en même temps, il avait offert le phénomène attendu depuis longtemps d'une coloration réellement magnifique.

Après cela nul doute ne pouvait plus subsister en ce qui concerne les relations souterraines que nous voulions mettre en évidence : « la cause était entendue ».

Les 20^e, 21^e et 22^e émissions observées ultérieurement ne présentèrent aucune particularité et ne firent que confirmer encore les résultats acquis au cours des observations faites antérieurement⁽²⁾.

(1) J'ai pu déterminer que l'eau de la source dite de la *Chaumont*, à Porrentruy, se troublait comme celle de la Beuchire et simultanément. Des repérages de température, très soigneusement faits pendant une longue période d'années, ont affermi l'opinion que j'avais depuis longtemps, que la *Chaumont*, à l'instar de la Beuchire, est une émergence de la rivière de Haute Ajoie mais à débit beaucoup moins important.

(2) Depuis la date de la présentation de ce travail, à la séance annuelle de l'*Emulation jurassienne*, j'ai encore enregistré 5 sorties du Creux-Genaz en 1915, le 5 novembre, le 13 novembre et le 30 novembre ; en 1916, le 16 février et le 13 mars.

* * *

Qu'il nous soit permis, en terminant l'exposé de nos recherches, de rendre attentif au fait que la méthode que nous avons suivie a le grand avantage de pouvoir se contrôler facilement. Toute personne qui voudra se convaincre de l'exactitude de nos procédés pourra le faire à chaque crue de la Beuchire et à chaque émission du Creux-Genaz.

Après un ou deux contrôles, un observateur un peu perspicace pourra même déterminer, par le seul repérage de la cote de la Beuchire, le moment précis où le Creux-Genaz commence à sortir du gouffre.

VI^e PARTIE

Conclusions et conséquences.

L'étude que nous venons de terminer a mis en évidence et établi solidement les faits suivants :

- 1^o Une relation souterraine existe entre le Creux-Genaz et la Beuchire ;
- 2^o Cette relation est établie par une rivière souterraine ;
- 3^o La Beuchire n'est pas une source véritable, mais une résurgence de cette rivière souterraine ;
- 4^o Le Creux-Genaz est un trop-plein établi sur le parcours de cette rivière souterraine ;
- 5^o Les émissions du Creux-Genaz sont provoquées par la pression hydraulique de cette rivière souterraine, mise en charge dans son canal lorsque la Beuchire et ses collatérales ne parviennent plus à évacuer toute la masse d'eau que ce canal reçoit ;
- 6^o En amont du Creux-Genaz, cette rivière souterraine est la collectrice des eaux de la Haute-Ajoie.

On peut tirer des conclusions précédentes une série de conséquences utiles à examiner à cause de leur importance considérable relativement à l'avenir économique de l'Ajoie.

1^o *Hygiène publique.* — La corrélation entre les émissions du Creux-Genaz et les crues de la Beuchire met en évidence le fait que la Beuchire et ses congénères (¹) ne sont pas des sources véritable,

¹) Nous avons plus spécialement en vue la Chaumont.

c'est-à-dire que les eaux qu'elles débitent ne sont pas des eaux *potables*. Il n'est pas besoin d'analyse pour se convaincre de ce fait, il suffit de savoir que ces fontaines n'ont pas d'action filtrante suffisante sur les eaux qu'elles reçoivent, eaux qui pénètrent dans le calcaire par des fissures trop larges pour être débarrassées de toutes les impuretés qu'elles ont recueillies dans leur parcours superficiel et qu'elles charrient avec elles dans le sous-sol.

Or, le cas de la Beuchire n'est pas un cas isolé en Ajoie, à plus forte raison dans le Jura. Beaucoup de sources, réputées telles, ne doivent être que de simples résurgences, c'est-à-dire l'issu de ruisseau ou de rivière souterrains, avec ou sans affluents à cours supérieur. Il serait urgent, à notre avis, de reprendre l'étude de nos sources ajoulates et jurassiennes, en ayant égard aux nouvelles acquisitions scientifiques relatives à la circulation souterraine dans les terrains calcaires. On expliquerait alors pourquoi certaines sources, dont l'eau est généralement pure, peuvent se trouver contaminées à la suite de différentes circonstances, en particulier par les apports d'eau de ruissellement en temps d'orage ou aux époques de fontes des neiges ⁽¹⁾.

Il y aurait d'ailleurs un moyen logique de se prémunir contre les inconvénients de nos sources imparfaites ou mauvaises ; ce serait de se conformer au principe suivant formulé par M. Martel :

Dans les régions dépourvues de terrains réellement filtrants et, par conséquent, de vraies sources, la recherche et l'application d'un efficace et définitif procédé de filtrage ou de stérilisation s'impose absolument, comme une inéluctable nécessité hygiénique et sociale.

2° *Réserve et sauvegarde de l'eau potable.* — Un fait constaté par les naturalistes les plus éminents, c'est que les continents tendent à se dessécher. Dans les régions calcaires, en particulier, les rivières s'enfouissent et disparaissent dans le sous-sol et ce processus des *captures* fonctionne avec une célérité relativement grande, accessible à l'observation humaine. On a de bonnes raisons de croire qu'il a existé une rivière à cours supérieur, descendant de Damvant à Porrentruy, à travers toute la Haute Ajoie. C'est cette rivière, actuellement souterraine, qui donne lieu, comme nous l'avons établi, à la résurgence de la Beuchire et fait fonctionner le trop-plein du Creux-Genaz. Or, il faut envisager la possibilité d'une augmentation de population en

(1) La Beuchire et la Chaumont ont passé pour être de bonnes sources et, jusqu'à ces dernières années, on a fait une abondante consommation de leur eau. Est-il étonnant, après cela, que la fièvre typhoïde ait sévi à Porrentruy dans des proportions effrayantes ?

Ajoie et, par suite, d'une plus grande demande d'eau potable. Il serait donc sage de constituer, dès maintenant, une réserve d'eau propre à la boisson et nous n'entrevoions la réalisation d'une pareille réserve que par la canalisation, la captation et la stérilisation des eaux de la Haute Ajoie. Dans cette question, nous voyons l'un des problèmes les plus importants à résoudre pour assurer l'avenir économique et la sauvegarde hygiénique de notre petit pays.

3^o *Réserve de force hydraulique.* — Il y aurait aussi à considérer la possibilité de l'utilisation des forces motrices qui résulteraient d'une captation intelligente des eaux souterraines de la Haute-Ajoie. Ces forces motrices pourraient être affectées, par exemple, au service des machines nécessaires au pompage et à la stérilisation des eaux en question.

4^o *Correction du cours de l'Allaine.* — La régularisation du cours de l'Allaine qui est à l'étude, est étroitement liée au problème de la circulation souterraine de la Haute Ajoie. Ceux qui connaissent l'influence des débordements du Creux-Genaz sur le cours de l'Allaine comprendront sans peine quel parti on pourrait tirer d'une canalisation bien établie de la rivière souterraine de la Haute Ajoie.

5^o *Construction de la voie ferrée Porrentruy-Damvant.* — Il y aura à tenir compte, lors de la construction de cette voie ferrée, de la nature du sous-sol et des vides importants qui doivent sillonna la vallée dans toute sa longueur. Des effondrements tels que ceux que nous avons relevés dans le cours des cinq dernières années à Chevenez, à Grandfontaine et à Réclère, peuvent se produire à tout instant (¹) — le cours souterrain de la Haute Ajoie étant, en certains endroits, très rapproché du niveau du sol — et provoquer des surprises désagréables et peut-être même des catastrophes sur le parcours de cette future ligne de chemin de fer.

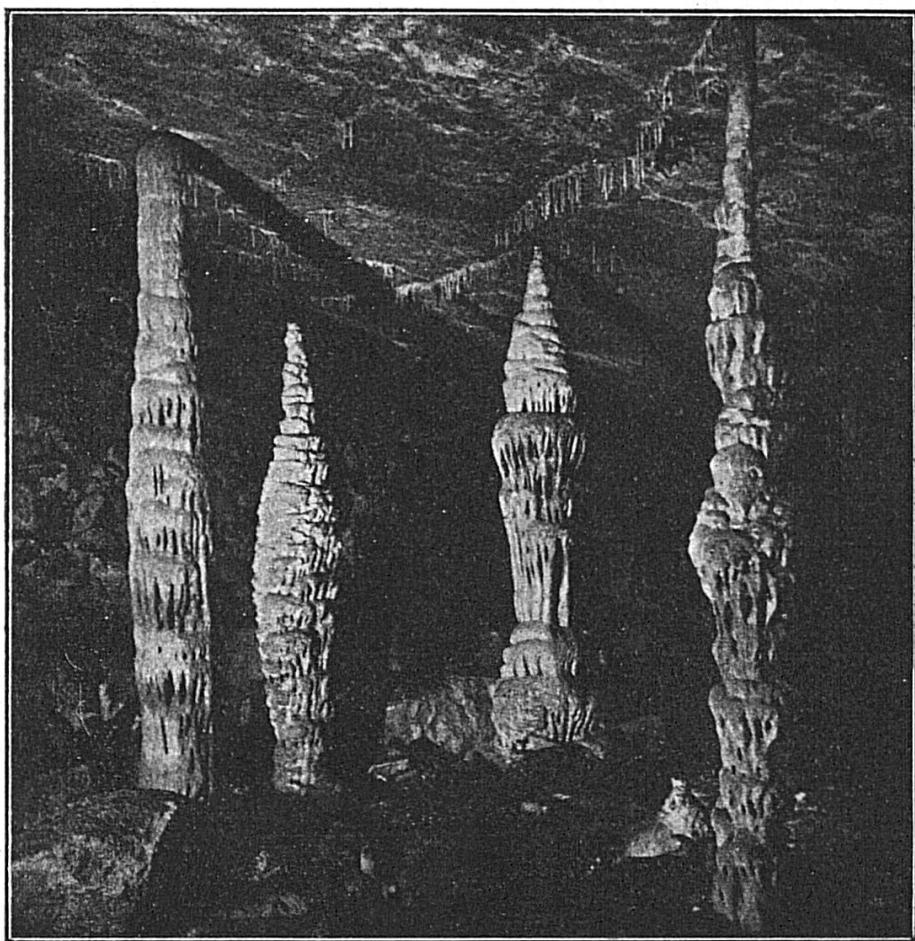
6^o *Curiosités naturelles, grottes, lacs, gorges et cascades souterraines.* — Une question nous a été posée à différentes reprises concernant la rivière souterraine de la Haute Ajoie, à savoir quelles pourraient bien être les merveilles échelonnées le long de son parcours. Il est bien difficile de se prononcer sur une pareille question, mais cependant, en s'en rapportant aux découvertes qui ont été faites lors d'explorations

(1) Voir *Jura*, mardi 25 janvier 1910.

« Nous avons dit vendredi, que le Creux-Genaz roulait des eaux jaunâtres, alors que généralement ses eaux sont d'une parfaite limpide.

... Un affaissement très prononcé est signalé sur la route de Chevenez, à quelques cents mètres de l'ouverture du Creux-Genaz. En outre, entre Rocourt et Grandfontaine, on a constaté la formation d'une crevasse profonde dans le terrain ».

de lits souterrains analogues, tels que ceux de Douboca (Serbie), d'Alviela (Portugal), des Echelles (Savoie), du Maz d'Azil (Ariège), de Bramabiau (Gard), de Padirac, de Vaucluse, de la Loue, etc., on peut admettre comme très probable l'existence de grottes, de petits lacs, de gorges étroites, de cascades mêmes sur le parcours de cette rivière. D'ailleurs, les merveilleuses grottes de Réclère, situées à l'extrémité supérieure de la Vallée de la Haute Ajoie, ne seraient-



Partie des Grottes de Réclère

elles pas le premier anneau d'une chaîne de cavernes qui s'aligneraient approximativement dans la direction de la rivière en question ?

D'après les chiffres cités page 95, il est permis d'affirmer que le canal souterrain, pendant une émission du Creux-Genaz, est mis en charge sur une longueur d'au moins 800 mètres (voir carte régionale et courbes de niveau) en amont du gouffre.

Si l'on supposait que de vastes réservoirs sont disposés sur ce canal, il faudrait, pour entretenir une charge hydraulique correspon-

dant aux circonstances qui sont mises en évidence lors de l'abaissement du niveau dans le gouffre, un apport énorme d'eau à ces réservoirs. Si, au contraire, on suppose que ces réservoirs sont de longs tuyaux, plutôt étroits, orientés dans le sens du thalweg, on s'explique parfaitement la longue persistance de la mise en charge, après que le gouffre a cessé d'émettre. Il est à présumer que les canaux souterrains qui livrent passage à la rivière de la Haute Ajoie ressemblent à ceux qu'on a découverts à Milandre, au Höll loch et sur beaucoup d'autres cours souterrains, anciens ou actuels. Mais, tout en envisageant des lits souterrains resserrés, nous admettons également qu'en certains endroits, aux confluents surtout, peuvent exister de vastes salles, dont le développement en largeur est relativement important.

L'abbé Paramelle, le célèbre hydroscope, qui visita jadis la contrée, voyait sous la rangée de bétaires qui s'observent en Haute Ajoie, un cours d'eau qui les avait nécessairement produites (théorie du jalonnement). A ce propos, nous dirons que M. Fleury, géologue à Lisbonne, a bien voulu entreprendre avec nous la visite des gouffres de cette vallée ; mais ces investigations ne nous ont conduits nulle part sur l'axe même du cours d'eau que nous cherchions à atteindre. D'autre part, nous devons ajouter que, d'après nos observations, il est presque certain, qu'entre le Creux-Genaz et la Beuchire, le lit de notre rivière souterraine est assez resserré et qu'il ne présente ni vastes cavités, ni cavernes. Le remplissage de ces chambres souterraines, indispensable pour la mise en charge de la rivière, impliquerait des singularités dans le régime des crues de la Beuchire, singularités que nous n'avons jamais réussi à observer.

7^e *Importance scientifique.* — L'intérêt scientifique que présenteraient des investigations rationnelles et systématiques dans le canal souterrain de la rivière de Haute-Ajoie serait considérable. On ne peut, même sommairement, énumérer tous les problèmes auxquels on toucherait dans le cours de semblables explorations. Relevons cependant l'importance qu'aurait la connaissance exacte du cours de cette rivière, au point de vue géologique, minéralogique et paléontologique, au point de vue de l'évolution de l'eau dans nos calcaires, à celui de la flore, de la faune, de l'atmosphère souterraines, etc., etc. D'ailleurs la spéléologie, c'est-à-dire la science des cavernes a — résultat quasi paradoxal — projeté une vive *lumière* sur les théories les plus discutées de la philosophie naturelle, évolutionnisme, transformisme, etc. Ceux qui voudraient s'en convaincre n'auront qu'à

consulter le très attrayant volume que M. E.-A. Martel a consacré à cette question, sous le titre *l'Evolution souterraine*.

* * *

Ainsi que nous venons de l'exposer, la question du Creux-Genaz n'apparaît plus comme une simple affaire de curiosité naturelle, bonne tout au plus à stimuler le zèle des dilettantes hydrauliciens ; elle est liée aux problèmes qui intéressent au plus haut degré l'avenir social et économique du district de Porrentruy.

Nous n'hésitons donc pas à appeler l'attention des autorités compétentes sur l'importance que pourrait avoir, pour la contrée, la connaissance exacte de la circulation souterraine des eaux de la Haute Ajoie. Il nous semble que des recherches, des investigations systématiques s'imposent et, à cet égard, qu'une collaboration des communes et du Comité du Porrentruy-Damvant est toute indiquée.

D'autre part, ces recherches ayant un caractère à la fois scientifique et pratique, il conviendrait qu'une société telle que la nôtre s'y intéresse activement. L'Emulation, soit sa section de Porrentruy, ne regretterait pas, j'en suis persuadé, d'avoir attaché son nom à une œuvre aussi utile qu'intéressante.

