

ÉTUDES GÉOLOGIQUES

SUR LES SOURCES BOUEUSES (BONDS)

DE LA PLAINE DE BIÈRE (Vaud)



Peu de personnes se sont occupées jusqu'ici de l'hydrographie souterraine de notre Jura et des parties de la plaine suisse avoisinante.

M. Desor et Fournet, les premiers, en ont fait le sujet de leurs études vers la même époque, en 1858. L'article que M. Desor a consacré dans la *Revue Suisse*, p. 14, aux sources du Jura, est un travail général, une courte revue d'ensemble des sources de nos montagnes. L'*hydrographie souterraine* de Fournet⁽¹⁾, en revanche, est une monographie détaillée des différentes espèces de sources du Jura français.

Fournet classe les sources dans deux grandes catégories, les *sources normales* et les *sources anormales*. Il les divise, les premières comme les dernières, en sources *permanentes* et en sources *temporaires*, et distingue encore dans chacune de ces classes un grand nombre de subdivisions.

Cette classification, quoique très originale et excellente en théorie pour les sources dans leur ensemble, ne peut que

(1) *Mém. acad. sc. de Lyon*, VIII, p. 221.

difficilement être appliquée en pratique aux sources de notre Jura. Nous préférons donc la division suivante qui est plus simple :

<i>Sources normales</i>	{	a) permanentes.
		b) vaclusiennes (doues).
		c) bugnons (bouillons).
<i>Sources anormales</i>	{	a) temporaires.
		b) intermittentes.
		c) bords.

a) *Sources normales permanentes.* — Sourdent généralement sur des couches imperméables. Volume d'eau d'ordinaire relativement peu considérable.

b) *Sources normales vaclusiennes.* — Points où un cours d'eau, ayant acquis pendant son trajet dans les profondeurs du sol une importance suffisante pour être considéré comme une rivière souterraine, commence à couler à découvert. Sources puissantes et abondantes, ayant souvent autant d'importance à leur venue à la surface qu'à leur embouchure et fournissant immédiatement une force motrice considérable. Se rencontrent d'ordinaire dans les sols perméables en grand; c'est pourquoi elles sont si fréquentes dans notre Jura. Ont souvent, comme réservoirs supérieurs, des lacs ou des marais sans écoulement (la Noiraigue et les marais des Ponts, l'Areuse et le lac des Taillières, l'Orbe et le lac Brenet, etc.).

c) *Bugnons.* — Sources normales apparaissant à un niveau trop inférieur pour pouvoir être utilisées. Sourdent ordinairement au niveau même du fond des vallons ou au niveau de la surface des plateaux et des plaines.

a) *Sources anormales temporaires.* — Formées dans des circonstances particulières, par exemple, à la suite d'orages, de pluies prolongées ou de la fonte des neiges, et tarissant quand disparaissent les causes auxquelles elles doivent leur existence.

b) *Sources anormales intermittentes.* Réservoirs souterrains permanents, laissant échapper l'eau à des intervalles plus ou moins réguliers.

c) *Bonds.* — Bùgnons temporaires, à eau trouble et vaseuse.

Depuis les travaux de M. Desor et de Fournet, MM. Jaccard⁽¹⁾ et Greppin⁽²⁾ nous ont fourni de précieuses indications sur les sources du Jura vaudois, neuchâtelois et bernois. M. Greppin a proposé une division géologique des sources d'après les terrains desquels elle sourdent.

Levade, dans son *dictionnaire géographique* ⁽³⁾, fait le premier mention de ces « puits naturels qu'on appelle dans la contrée des *bonds*. » Il cite une intéressante et originale description de ces sources, par M. le min. Gilliéron, le premier témoin oculaire qui ait publié ses propres observations ⁽⁴⁾.

Après Levade, le général de la Harpe ⁽⁵⁾, M. le Dr Nicati ⁽⁶⁾, Necker ⁽⁷⁾, M. Desor ⁽⁸⁾, M. Jaccard ⁽⁹⁾ et l'un de

⁽¹⁾ *Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois*, 1869, p. 311; *Nouveau projet d'alimentation d'eau à la Chaux-de-Fonds*, in *Bull. soc. sc. nat. de Neuch.*, 1875; *Essai histor. sur la question, etc.*, in *Musée neuchâtelois*, 1876; *Etudes sur les sources et les fontaines à Ste-Croix*, 1876.

⁽²⁾ *Descript. géol. du Jura bernois*, 1870, p. 321.

⁽³⁾ *Dict. géogr., stat. et hist. du cant. de Vaud*, Lausanne, 1824, p. 15.

⁽⁴⁾ Voy. aussi *Conserv. suisse*, 1831, p. 237; *Journ. Soc. vaud. util. publ.*, 1834, p. 118; *Dict. hist., géogr. et stat. du cant. de Vaud*, par Martignier et Crousaz, Lausanne, 1869, p. 30.

⁽⁵⁾ De la Harpe n'apporte dans sa notice (*Sur les éruptions boueuses qui se trouvent entre la rive de l'Aubonne et le Toleure*, in *Journ. Soc. vaud. util. publ.*, 1834, p. 118) aucune donnée ou observation nouvelles. Il se borne seulement à mentionner les observations de M. Gilliéron, qu'il fait suivre de toute une dissertation sur les volcans boueux de la presqu'île de Taman et de Girgenti en Sicile, auxquels il compare les bonds.

⁽⁶⁾ *Note sur l'apparition subite d'une source et sur les bonds ou puits naturels, etc.*, in *Journ. Soc. vaud. util. publ.*, 1834, p. 302.

⁽⁷⁾ *Etudes géol. dans les Alpes*, 1841, vol. I, p. 277.

⁽⁸⁾ *Bull. Soc. sc. nat. de Neuch.*, 1844, p. 77.

⁽⁹⁾ *Descr. géolog.*, etc., p. 23.

nous (1), se sont aussi occupés, à différentes reprises, des bonds de la plaine de Bière, sans toutefois avoir trouvé l'énigme de ces remarquables phénomènes. Ils nous ont, il est vrai, fourni des observations et transmis des données importantes relatives à la description physique des bonds ; mais ils n'ont pas abordé de plus près la question la plus importante, selon nous, celle de leur origine. Tandis que l'auteur anonyme de l'article du *Conservateur suisse* se borne à dire qu'il faut attendre de nouvelles observations pour décider sur ce problème hydrostatique, M. le D^r Nicati trouve leur explication dans un effet hydraulique analogue à celui des puits artésiens. M. Desor enfin, voit dans les bonds des puits artésiens naturels communiquant avec une couche imperméable dans l'intérieur ou au-dessous du grand dépôt de graviers. « Ce fait, continue M. Desor, qui résulte évidemment de la coïncidence de la fonte des neiges sur le Jura, avec l'irruption des bonds, indique en quelque sorte le trop plein des canaux intérieurs. »

Malgré ces travaux antérieurs et comme il est, du reste, facile de l'entrevoir, il nous a semblé que l'étude des phénomènes présentés par les bonds de la plaine de Bière, était loin d'être terminée et que des recherches suivies ne manqueraient pas de nous amener à des résultats satisfaisants, les bonds étant uniques dans leur genre sur toute l'étendue du Jura. Nous nous sommes aussi décidés à entreprendre d'autant plus volontiers ce travail, que l'un de nous, habitant non loin des lieux, avait eu l'occasion d'étudier lui-même, à différentes reprises, le sujet en question et de recevoir de personnes autorisées, des données très précieuses

(1) *Gazette de Lausanne* du 24 novembre 1875. Cet article de M. L. Rochat a été l'objet d'une courte réponse publiée dans le journal *La Semaine*, au commencement de 1876, par M. Sterky, de Knoxville (Etats-Unis). Nous n'avons pu malheureusement nous procurer ce document. — A ces différents travaux publiés sur les bonds, nous ajouterons encore un article anonyme paru, sous le titre *Sources de l'Aubonne*, dans le *Conservateur suisse* de 1831, p. 283.

pour la rédaction de notre mémoire. Qu'il nous soit permis, à cette occasion, d'adresser nos remerciements sincères à M. J.-L. Rochat, du Toleure, qui a été, à différentes reprises, notre guide dans nos visites aux bonds et qui a bien voulu nous communiquer ses observations faites sur ceux-ci pendant les mois de novembre 1875 et février 1877. Ces observations, que nous avons jointes à la fin de notre travail, sont sans doute une des parties les plus intéressantes de ce dernier.

Nous avons fait accompagner ce mémoire d'une carte de la plaine de Bière, à l'échelle de 1-12000. Cette carte est une copie de la carte de manœuvres pour le rassemblement de troupes de 1869, au 1-25000, dont nous devons communication à l'obligeance de M. Rolaz, notaire à Aubonne.

On appelle *bonds*(¹), des enfoncements de grandeur et de profondeur différentes, à parois plus ou moins verticales et creusés dans la plainé quaternaire de Bière (²). Ils sont ou bien à sec, ou bien remplis d'une eau trouble et vaseuse, ou bien enfin d'une eau plus ou moins claire. A certaines époques, surtout au printemps et en automne, ils entrent en activité (³) et vomissent autour d'eux une eau trouble et vaseuse (⁴). C'est ainsi que les abords de chaque bond sont

(¹) L'orthographe du mot *bond* est indiquée différemment par les auteurs. M. Gilliéron et Levade écrivent *bon*, tandis que les autres mettent *bond*. Il est hors de doute que cette dernière alternative est à préférer; car le mot *bond* dérive évidemment de *bondir*, expression qui rappelle les phénomènes quelque peu éruptifs qui se passent à la surface et dans les environs immédiats de ces buggons temporaires et boueux, lors de leurs époques d'activité.

(²) Suivant M. Nicati, ils ressemblent à des creux ou des enfoncements d'où l'on aurait extrait de la terre glaise.

(³) *Poussent*, d'après l'expression locale.

(⁴) Seul, le bond 20 présente dans ces moments-là une espèce d'ébullition et se couvre rapidement d'une écume jaunâtre. Il y a là, pour ainsi dire, un semblant d'éruption qui paraîtrait indiquer que ses eaux arrivent à la surface sous une pression plus forte, ou en d'autres termes, que la distance verticale qui sépare les orifices de ce bond et de ses soupiraux, du niveau supérieur de la nappe souterraine qui les alimente, est plus considérable.

recouverts d'un enduit de vase bleuâtre ou jaunâtre qui fait contraste avec la teinte généralement roussâtre de la plaine.

Dans les époques d'activité des bords, ce n'est pas seulement par l'orifice principal, l'ouverture proprement dite du bond, que leurs eaux se déversent; mais il se forme souvent dans le voisinage immédiat des bords de celui-ci, ce que les gens du pays appellent des *soupiraux*. Ce sont les orifices de canaux secondaires dérivant du canal principal du bond, qui amènent également de l'eau vaseuse à la surface. Au bout de quelques jours, cette vase s'est accumulée peu à peu sur les bords de ces soupiraux, de façon à former de petits cônes tronqués à leur partie supérieure.

« La surface supérieure de ces soupiraux, dit l'un de nous⁽¹⁾, se déforme et s'affaisse sous la pression des pieds de l'observateur qui s'y aventure. Ce n'est qu'au bout d'un temps assez long que ceux-ci y pénètrent. Il devient alors extrêmement difficile de les en ressortir. Si, monté sur ce singulier piédestal, on presse doucement et par secousses répétées, toute la masse s'ébranle comme si elle était composée de caoutchouc. L'eau sort alors avec abondance par l'orifice central de la même manière que s'il était le débouché d'un système vasculaire interne de la masse. »

Lorsqu'on pose les pieds sur la boue rejetée par ces soupiraux, on se sent d'abord sur un dépôt ferme. Mais si l'on exerce sur elle une pression prolongée ou des chocs fréquents, l'eau qui y est contenue dans les interstices qui forment autant de petits sacs à parois argileuses, provoque une espèce de plancher élastique sur lequel on se balance comme sur une outre que l'on aurait prise comme piédestal⁽²⁾.

(1) *Gazette de Lausanne*, 24 novembre 1875.

(2) Voici l'explication que nous croyons pouvoir donner de ce curieux phénomène. L'eau des boues qui entourent les soupiraux, tend, en vertu de la pesanteur, à gagner lentement les parties inférieures. Lorsqu'on vient à exercer une forte pression ou des chocs répétés à la surface de ces boues, on détermine le rapprochement des molécules d'argile, surtout vers la surface. L'attraction capillaire, qui est en raison inverse de la grandeur des interstices, détermine alors l'ascension du liquide.

Voici le récit de la première éruption connue des bonds, telle que feu M. Gilliéron la raconte (1) : « Lorsque je visitai les bonds pendant l'été de 1812, mon guide m'apprit qu'il s'en formait de temps en temps de nouveaux. Je me fis conduire vers l'un d'eux qui commençait à se former et je vis, dans un endroit de la plaine assez près du grand entonnoir au fond duquel sort la source de l'Aubonne, un espace circulaire d'une dizaine de pieds de diamètre, recouvert d'une boue grisâtre et épaisse, formant une élévation semblable à un cône tronqué d'environ deux pieds de hauteur (2). Au sommet de celui-ci était une ouverture d'environ un pied de diamètre par laquelle sortait la boue pour se répandre tout autour. Je remarquai la plus grande uniformité dans le mouvement de cette boue ; elle s'élevait pendant quelques minutes, puis s'écoulait et ainsi alternativement. Je voulais m'avancer près de l'ouverture afin de mieux observer ce petit volcan boueux, mais mon guide me dit que cela était très dangereux parce que, disait-il, lorsqu'il serait sorti une certaine quantité de cette vase liquide, le terrain s'enfoncerait. »

Plus tard, l'un de nous (3) a décrit comme suit l'éruption des bonds de Chantemerle pendant le mois de novembre 1875 « Le mercredi 10 novembre, l'eau arrivait du fond avec violence ; sa surface recouverte d'une écume jaunâtre était très agitée (4). »

Un fait très curieux chez les bonds et qui les caractérise au suprême degré, c'est que, lorsque les gens de la contrée les remplissent avec des pierres qui encombrant leurs champs, la charrue peut, il est vrai, repasser par dessus

(1) *Dictionnaire, etc.*, de Levade, p. 16.

(2) L'un de nous croit que le bond observé par M. Gilliéron, est le n° 10.

(3) *Gazette de Lausanne*, 2 novembre 1875.

(4) Pour une description plus détaillée de l'époque d'activité des bonds en 1875, nous renvoyons aux excellentes observations faites par M. L. Rochat et qui sont annexées à la fin de ce travail.

leurs anciens emplacements ; mais malgré cela, tôt ou tard et surtout à la suite d'orages ou de pluies prolongées, les bords engloutissent subitement ces matériaux et se reforment ainsi. M. Desor a donc raison de dire que les bords ne sont point un phénomène accidentel, puisqu'alors même qu'ils se dessèchent périodiquement, ils reparaissent toujours aux mêmes endroits.

M. Nicati raconte qu'un de ces bords se trouvant, il y a environ 70 ans, au milieu d'un champ labouré, on le remplit de pierres et de terre de manière à ce que la charrue pût repasser par dessus. Mais dès lors il se reforma. A l'époque où M. Nicati écrivait, c'était un enfoncement circulaire de 15 pieds de diamètre. Un autre bord plus petit servait aussi à débarrasser les champs voisins de leurs cailloux. Les gens de la contrée l'en remplissaient, mais au bout de quelque temps les pierres s'enfonçaient dans les profondeurs et disparaissaient complètement.

M. Desor raconte qu'un habitant de la plaine de Bière prétend avoir trouvé un moyen d'obtenir une plus grande quantité de boue, en jetant en automne des masses de pierres et de graviers dans les bords, où ces matériaux s'enfouissent pour ne plus reparaître. « Pendant l'hiver, ces masses se tassent et quand arrive le printemps, elles se crevassent. On voit alors sortir de ces crevasses une boue très fine qui répand une légère odeur d'hydrogène sulfuré. En même temps, toutes ces pierres et ces graviers s'enfoncent et finissent par disparaître dans les profondeurs (1). »

Enfin, l'un de nous a cité le fait que le propriétaire d'un des champs situés sur la plaine de Bière, fut bien surpris d'y trouver un jour un creux de 7 à 8 pieds de profondeur et de diamètre et tout-à-fait vide. Dans l'espoir de ren-

(1) Cette histoire se comprend très bien par le fait que le liquide boueux déplacé par les pierres, élève ainsi son niveau et entraîne avec lui, du côté de la surface, une quantité d'autant plus considérable de boue.

dre à la culture une perche carrée de terrain, il le remplit de pierres, de bois et de terre. Mais cela fut inutile; car tout fut englouti et depuis lors le bond s'est reformé et agrandi encore.

Mais ce qu'il y a de plus surprenant chez les bonds, c'est que quelquefois ils se forment tout d'un coup par un affaissement subit du sol. Ainsi, il y a 20 ans, un bâtiment qui se trouvait à quelques mètres de l'Aubonne, un peu plus bas que les sources, fut notablement endommagé par l'effondrement subit d'une portion du sol sur lequel il était bâti. La cuisine et une partie de ce qu'elle contenait disparurent dans le gouffre. Néanmoins cela n'empêcha pas de reconstruire sur ce bond. Il est évident que, lorsqu'on a bâti cette maison, on ignorait sa présence. Il avait été soigneusement recomblé et, par conséquent, existait déjà auparavant.

Levade et de la Harpe comparent les bonds à de petits volcans de boue (*salses*), analogues à ceux du Modénois, de Sicile, de Crimée, etc. Nous ajouterons qu'ils ont aussi une grande analogie avec les sources boueuses de l'embouchure du Mississipi, appelées *mudlumps*⁽¹⁾. Mais on pourrait croire par là que de même que les salses, les bonds se trouvent au sommet d'un cône tronqué plus ou moins élevé. Or, comme M. Nicati, Necker et M. Desor l'ont déjà fait remarquer, cela n'est pas le cas du tout; car, bien au contraire, ils se trouvent dans le centre d'un enfoncement circulaire du sol, ou si l'on veut, en d'autres termes, à la base d'un cône renversé. En revanche, les soupiraux que nous avons décrits précédemment, se rapprochent beaucoup, quant à leur forme extérieure, de volcans boueux en miniature.

Les bonds, au nombre de 9 suivant MM. Nicati et Jaccard,

(1) Voy. Reclus, *la Terre*, I, p. 320; *Arch. sc. nat. et phys.*, Genève 1864, p. 306.

de 11 d'après M. Desor et de 24 en réalité⁽¹⁾, sont situés sur la plaine de Bière (dite aussi de Champagne) qui s'étend au pied du Jura, entre l'Aubonne et le Toleure, sur une étendue d'environ quatre ou cinq kilomètres carrés⁽²⁾. Ces puits naturels, tous d'une profondeur plus ou moins inconnue, sont d'un abord dangereux, aussi sont-ils soigneusement entourés, soit de palissades, soit de haies, afin que le bétail surtout n'aille pas s'y précipiter. C'est à cela qu'il est permis à l'œil de découvrir au loin l'emplacement de ces bonds. Du reste ceux-ci sont, pour ainsi dire, presque les seuls endroits où apparaissent des bouquets d'arbres sur cette surface dénudée. Il est évident que sur cette plaine rocailleuse et plus ou moins stérile, la haute végétation ne peut croître comme ailleurs; aussi recherche-t-elle de préférence les environs immédiats des bonds où les dépôts de vase qui recouvrent la terre lui offrent un sol plus propice.

Quant à leur répartition topographique sur la plaine de Bière, les bonds sont situés dans deux régions bien distinctes. La plupart d'entre eux (1 à 17) se trouvent dans la

(1) Sur la carte qui est jointe à ce travail, nous n'en avons marqué que 20. A cette occasion, nous ferons remarquer que 9 et 9 bis sont situés au fond d'un même enfoncement du sol et ne sont séparés que par une distance d'environ 2 mètres, de telle façon que l'on croirait volontiers qu'ils ne forment qu'un seul et même bond et que 9 bis est un grand soupirail de 9. Mais comme ils ont un niveau d'eau différent et qu'ils se mettent en activité séparément, nous les considérons comme deux bonds distincts. Qui sait même s'ils n'en formaient pas un seul anciennement. 14 bis se trouve entre 14 et 15 et à égale distance de chacun d'eux. C'est évidemment un grand soupirail; mais comme nous ne pouvons le rapporter ni à 14, ni à 15, nous le considérons ici comme un bond distinct. Quant à 15 bis, il n'est actuellement plus visible. Il se trouvait entre la tuilerie et l'Aubonne, et a été recouvert ces derniers temps avec de fortes planches et de la terre. En même temps, M. Authier, le propriétaire de la tuilerie, a fait pratiquer un canal qui doit à l'occasion déverser ses eaux dans l'Aubonne. Enfin, 18 bis et 18 ter sont deux bonds nouvellement formés que nous n'avons pu mettre sur notre carte avec des numéros distincts. Telles sont les raisons pour lesquelles nous indiquons sur celle-ci le chiffre 20 plutôt que 24.

(2) Trois (18, 18 bis et 18 ter) sont situés sur la rive gauche de l'Aubonne, un peu au-dessus du Moulin d'en-haut. Ce sont aussi des *bonds bleus*. Enfin, mentionnons qu'il s'en trouve encore un petit au nord de Balleis.

région comprise entre l'Aubonne, les casernes et une ligne menée depuis celles-ci à la jonction du Toleure et de l'Aubonne. Ils sont tous situés plus ou moins dans les environs de la tuilerie et sont caractérisés essentiellement par leur eau vaseuse qui dépose un limon gris-bleuâtre. Dans la suite de ce travail, nous les appellerons les *bonds bleus*. 19 et 20 sont entièrement isolés des autres bonds. Ils sont situés au nord-ouest de la plaine et au pied sud de la colline de Chantemerle, non loin du ravin du Toleure. Ces deux bonds rejettent seuls une eau vaseuse déposant un limon sableux jaunâtre. C'est pourquoi nous les appelons les *bonds jaunes*. Enfin, les bonds 18 se trouvent, comme nous l'avons du reste déjà dit précédemment, sur la rive gauche de l'Aubonne, non loin du Moulin d'en-haut.

Nous décrivons les bonds principaux dans les lignes suivantes, en mentionnant différentes observations qui se rattachent à chacun d'eux

1 (voyez la carte, direction de la lettre B) se trouve immédiatement sur la rive droite de l'Aubonne, à l'altitude de 632 mètres, soit environ 45 mètres plus bas que la hauteur moyenne des bonds bleus (680 mètres). Il est très peu apparent et n'a pas été en activité depuis fort longtemps.

2 possède un diamètre de 6 mètres et est situé au fond d'une large dépression de la plaine. Il renferme dans son intérieur une pièce de sapin que l'on y voyait déjà il y a une soixantaine d'années. En 1875, il s'est formé sur ses bords un petit soubirail d'environ 20 centimètres de diamètre et 3 mètres de profondeur. Après s'être successivement agrandi, ce soubirail a été plus tard comblé. Il s'est reformé en février 1877 et a actuellement 1 m. 20 cm. de longueur sur 0,80 de largeur. Du 13 au 16 de ce mois, il a rejeté une masse considérable de boue qui s'est étendue aux alentours sur un diamètre de 6 mètres.

3 est le bond qui varie le moins dans son niveau d'eau. Il ne possède pas de soubiraux. Après ses époques d'activité,

ses eaux déposent rapidement la vase gris-bleuâtre qu'elles tiennent en suspension, de telle sorte qu'elles deviennent claires avant celles des autres bords.

4 possède sur ses bords un grand sournirail qui est actuellement comblé.

5. Depuis 70 ans, ce bond a été comblé à diverses reprises, mais il s'est toujours reformé. Reconné ainsi pour la dernière fois en 1875, il s'est reformé en février 1877. Actuellement il a un diamètre de 50 centimètres.

7 est un léger enfoncement elliptique du sol, de 10 à 20 centimètres de profondeur. Après avoir été comblé et être resté longtemps inactif, il s'est remis en activité en février de cette année.

8. En 1875, ce bond était au niveau du sol de la plaine. L'année suivante, il s'est affaissé d'environ 75 centimètres. En février 1877, il a été en grande activité. Actuellement, c'est un enfoncement vide du sol de 1 m. 50 centimètres de diamètre et 2 mètres de profondeur.

9 et 9 bis sont situés, comme nous l'avons remarqué précédemment, dans un même enfoncement du sol. Leur niveau d'eau est cependant différent et est plus élevé chez 9 que chez 9 bis. Nous avons énoncé plus haut les raisons pour lesquelles nous considérons ces deux bords comme séparés et distincts.

10 est le bond dont les eaux amènent le plus de vase à la surface. Il est très peu profond.

11 possède un diamètre de 30 mètres et une profondeur de 7 (d'après M. Authier⁽¹⁾). Il est entouré aux trois quarts de son pourtour par un large enfoncement du sol formé peu à peu par suite de l'exploitation de la boue bleue pour la tuilerie. Nous avons été longtemps dans l'indécision avant de savoir si 11 est réellement un bond. Mais comme MM.

(1) C'est sans doute « le plus extraordinaire des bords », mentionné par M. Nicati, p. 306.

J.-L. Rochat et Authier l'ont observé, ses eaux ont été troubles il y a fort longtemps, alors qu'il n'était pas en communication avec 9 comme cela a été le cas en février dernier. Nous pouvons donc le ranger au nombre des vrais bonds. Un fait à remarquer encore est que le niveau d'eau de 11 est toujours plus élevé que celui de 12 qui est à côté.

12 a un diamètre de 18 mètres et une profondeur de 6 (suivant M. Authier). C'est un bond douteux. M. Authier ne croit pas que ce soit un bond ; car en 1875, ses eaux sont restées assez claires. A cette époque, son niveau d'eau s'est élevé et paraissait être à la même hauteur que chez 11. M. Authier nous a raconté qu'en 1869, il a fait communiquer par un canal 11 avec 12. Il y avait un fort courant entre ces deux bonds, et 12 paraissait absorber sans écoulement visible toute l'eau qu'il recevait de 11.

13 s'est formé en 1865. Chaque année il s'agrandit. Il y a un certain temps, on y a jeté un tronc de sapin de 30 centimètres de diamètre et avec ses branches, qui s'y est entièrement enfoncé. Sa profondeur est de 5 mètres sur un diamètre de 7.

14 n'est probablement pas un bond. M. Authier dit qu'il ne l'a jamais vu en activité, tandis que quelques personnes prétendent l'avoir vu fonctionner.

14 *bis*, en revanche, est bien un bond qui a toute l'apparence d'être un grand soupirail situé à égale distance entre 14 et 15. Mais il est plus élevé que 15 et se met en activité avant lui. Sa profondeur est de 1 mètre 50 centimètres.

15 *bis* possède également une profondeur de 1 mètre 50 centimètres. Il a été recouvert en 1873 ; mais, malgré ces précautions, il se reformera probablement tôt ou tard.

16 est maintenant recouvert en grande partie par les cailloux et graviers amenés par un ruisseau qui recueille une partie des eaux tombées sur la plaine de Bière. Sur la carte de manœuvres pour le rassemblement de troupes de 1869,

ce bond se trouve encore indiqué. Ce n'est donc que postérieurement à cette époque qu'il a été recouvert par les matériaux apportés par le ruisseau en question. En 1875, on y voyait sortir de l'eau claire à une extrémité, tandis qu'à l'autre se trouvait un soupirail. En février de cette année, nous avons observé à son extrémité inférieure, du côté de l'Aubonne, six petits soupiraux. Lorsqu'il est en activité, ce bond fournit une eau si abondante qu'il suffit à lui seul à troubler l'Aubonne.

17 est le bond dont nous avons déjà parlé précédemment et qui, par sa formation subite, a causé l'affaissement de la cuisine d'une maison du Moulin d'en-haut. On l'a recouvert avec de grosses pièces de bois sur lesquelles les murs effondrés ont été reconstruits et on a eu soin de lui ménager un canal pour l'écoulement possible de son liquide boueux. En février dernier, ce bond a rejeté une masse considérable de boue.

18 possède le plus petit diamètre de tous les bonds. En 1875, l'eau sortait par des soupiraux à ses deux extrémités. En évrier dernier, il s'est effondré. Il possède un diamètre de 2 mètres et paraît être assez profond.

18 bis s'est formé le dernier, en février 1877. Il a 1 mètre 50 centimètres de diamètre, sur 0,80 de profondeur. La boue bleue qu'il a rejetée alors est moins argileuse et beaucoup plus sableuse que celle des autres bonds bleus.

18 ter. Ce sont les traces d'un soupirail qui a été en activité en 1875 et est resté depuis lors inactif.

19 est le plus grand des bonds. Son diamètre est de 60 mètres. Au milieu se trouve un exhaussement du terrain en forme de large cône tronqué et creux à sa partie supérieure. En 1875, l'eau en sortait abondamment dans sept ou huit endroits différents, ainsi que dans plusieurs autres de l'enfoncement circulaire extérieur. A la fin de cette époque d'activité, l'eau qui était jaunâtre, devint légèrement bleuâtre, tout en restant différente de celle des bonds bleus.

On a trouvé dans ce bond, à diverses reprises, plusieurs pièces de bois, entre autres une à laquelle adhéraient encore un crampon de fer destiné à la traîner. Ces pièces de bois avaient, par conséquent, été évidemment jetées à dessein dans ce bond.

20 enfin, présentait sur ses bords, en 1875, plusieurs soupiraux qui fournissaient une eau abondante. Il avait l'aspect d'une mer miniature en furie, à la surface de laquelle surnageait une écume jaunâtre. Son activité a commencé assez longtemps après celle des autres bonds, alors surtout que 19 fonctionnait déjà depuis quelques jours. Le 7 avril dernier, l'eau de 20 était encore couverte d'écume, quoiqu'il eût cessé d'être en activité depuis sept semaines. A cette époque, ce bond paraissait être formé de deux bonds juxtaposés et à niveau d'eau différent. Sont-ce deux bonds distincts comme 9 et 9 bis? C'est ce que nous ne voulons et n'osons décider.

La grandeur des bonds, c'est-à-dire leur diamètre, varie depuis 1 mètre jusqu'à 30 et même 60 mètres. En général, les bonds affectent une forme ronde ou du moins sensiblement circulaire.

Quant à leur profondeur, Levade dit que les gens de la contrée ont souvent voulu les sonder avec de longues perches, mais qu'ils n'ont jamais pu en trouver le fond. Il n'est, en effet, pas facile de pénétrer jusqu'au fond de ces bonds et d'en mesurer ainsi l'étendue verticale; car ils sont généralement bouchés à une petite profondeur au-dessous du sol, soit par suite d'effondrements de leurs bords, soit par les dépôts vaseux trop épais qu'ils renferment. Il est facile, si l'on veut, de mesurer la profondeur des bonds qui n'ont pas d'eau; mais il faut remarquer que cette profondeur n'est qu'apparente, car, en réalité, il est évident qu'elle doit pénétrer jusqu'au niveau des couches imperméables qui forment les réservoirs des bonds. Or, celles-ci sont situées à une distance bien plus considérable de la surface. Nous reviendrons, du reste, plus tard sur cette

question. M. Authier a mesuré la profondeur de 11 et de 12, deux bords renfermant de l'eau. Il a trouvé 7 mètres pour le premier et 6 pour le second. Mais ce ne sont là que des données peu importantes.

Pour ce qui concerne les soupiraux que nous avons décrits précédemment, l'un de nous a pu y faire pénétrer, à diverses reprises, une longue perche jusqu'à la profondeur de 2 m. 50 cm. environ.

La vase contenue en suspension dans l'eau des bords est, suivant la première description de M. Gilliéron, d'un gris-bleuâtre et paraît composée de particules calcaires très fines, de quelques parties micacées et de beaucoup d'argile. Elle se durcit en séchant et absorbe l'eau avec beaucoup d'avidité. Quoique l'eau des bords soit, en général, toujours trouble, il est naturel qu'après leurs époques d'activité surtout, elle dépose le surplus des matières limoneuses qu'elle tient en suspension et s'éclaircit ainsi petit à petit. C'est aussi la raison pour laquelle les orifices des bords et leurs alentours sont toujours composés d'une couche assez épaisse de terre fine limoneuse, qui contraste avec le sol caillouteux de la plaine.

Les bords de la plaine de Bière rejettent, comme nous l'avons déjà vu, deux espèces de limon. Chez la plupart d'entre eux, c'est-à-dire ceux qui se trouvent entre l'Aubonne, les casernes et le Toleure (*bonds bleus*), ainsi que chez 18, 18 bis et 18 ter, ce limon est gris-bleuâtre, tandis que chez les deux bords situés à l'extrémité nord-ouest de la plaine, au pied de la colline de Chantemerle (*bonds jaunes*), il est jaunâtre. Cette différence est évidemment produite par une composition diverse des couches du sous-sol que les eaux des bords érodent et dont elles amènent à la surface les matériaux ténus dont elles sont formées. Nous verrons plus tard que ces deux espèces de limon proviennent très probablement de deux massifs géologiques superposés, quoique distincts.

Sur notre demande, M. Alfred Klunge, pharmacien à Aubonne, a eu l'obligeance d'étudier ces limons au point de

vue chimique qualitatif. Voici les résultats qu'il a bien voulu nous communiquer

A. *Boue des bonds jaunes*. — Passablement riche en fer qui y est contenu presque exclusivement à l'état d'oxyde.

B. *Boue des bonds bleus*. — Contient moins de fer qui s'y trouve à l'état de protoxyde (soit carbonate ferreux). Renferme, en revanche, davantage de carbonate de chaux et d'alumine.

La boue des bonds jaunes se présente à l'œil comme un sable très fin semblable à celui que l'on emploie pour sécher l'écriture. Il est pour ainsi dire exclusivement quartzeux et ne renferme que de rares paillettes brunâtres de mica. Quant à la boue des bonds bleus, elle se rapproche davantage de l'argile par sa composition chimique. Sa structure minéralogique est aussi beaucoup plus fine. Elle contient davantage de mica que la précédente. Nous l'avons désignée dans la suite sous le nom d'*argile sableuse*.

A côté de ces limons que les eaux des bonds contiennent constamment en suspension, on rencontre aussi de temps en temps, de grands morceaux de bois qui sont rejetés par elles. M. Nicati raconte qu'il a trouvé sur les bords du bond 11, des fragments de sapin qui portaient les traces d'un long séjour dans l'eau et d'une forte compression. M. Desor dit aussi que quelquefois l'activité des bonds est très violente et qu'alors ils rejettent de nombreux fragments de bois qui sont gisants aux alentours. « Ces morceaux, qui ont jusqu'à un pied d'épaisseur, continue M. Desor, sont des fragments de troncs coupés transversalement; leurs fibres sont ordinairement conservées, mais ils ont perdu toute leur substance résineuse, sont légers comme de l'amadou et portent toutes les traces d'une forte pression. D'un bond artificiel (1), dit encore M. Desor, on a re-

(1) Un fermier de la plaine de Bière avait une fois creusé, à côté d'un bond, un trou de même profondeur, dans l'espoir d'en retirer aussi de l'argile. Mais il fut complètement déçu; car quelque temps plus tard le véritable bond entra en activité, tandis que le trou à côté ou *bond artificiel* se remplit d'eau claire.

tiré un tronc de chêne qui diffère des fragments de bois vomis par les véritables bords, en ce qu'il est parfaitement conservé et tellement dur que l'on en a travaillé toutes sortes d'objets. • MM. Coulon (*Bull. Neuch.*, 1844, p. 79) et Jaccard expliquent la présence de ces bois dans les bords, en admettant qu'ils sont peut-être fournis par une couche de tourbe sous-jacente ou par un dépôt analogue à celui des charbons feuilletés de Dürnten et Utnach. Cette hypothèse, qui est fort plausible, attendu que Morlot a découvert non loin de là, au Signal de Bougy, un dépôt semblable (Heer, *Monde primitif*, 1872, p. 657), ne nous paraît pas probable. En effet, il est plus vraisemblable, croyons-nous, d'admettre que ces bois ont été jetés dans les bords par les mains de l'homme, comme nous l'avons vu précédemment, principalement pour le bord 19. Du reste, ces bois, dont un échantillon est conservé au musée d'Aubonne, ont une apparence toute différente de celle qu'offrent ceux des dépôts tourbeux ou des charbons feuilletés.

Curieux de connaître la température des eaux des bords, M. G. Klunge, pasteur à Mollens, a fait quelques expériences à ce sujet et a trouvé qu'un thermomètre marquant 2,4 degrés R. dans l'air ambiant et 6,3 dans l'eau claire, indiquait une température moyenne de 5,9 degrés dans les eaux boueuses des bords.

« Ce qu'il y a de plus surprenant chez les bords remplis d'eau, dit M. Nicati, c'est que cette eau n'est pas au même niveau dans chacun. Ainsi, par exemple, il y avait plus de deux pieds de différence entre les niveaux de deux d'entre eux, distants l'un de l'autre d'à peine quelques mètres. • Nous avons déjà mentionné précédemment la curieuse différence de niveau qui existe entre 9 et 9 bis. Il y a dans ces faits, semble-t-il, une indication plus ou moins précise que chacun de ces bords est en communication directe avec un réservoir souterrain spécial dont il est l'écoulement à la surface. Cependant nous ne voulons pas trop généraliser cette probabilité. Nous nous bornerons seulement à constater l'existence d'un certain nombre de réservoirs souterrains

irrégulièrement répartis dans le sous-sol de la plaine de Bière.

Et maintenant que nous avons décrit en détail les phénomènes physiques que nous présentent les bords, nous passons à la partie la plus importante de ce travail, c'est-à-dire à la question de leur origine probable. Mais avant d'entrer en matière, nous commencerons par dire quelques mots sur la composition géologique de la plaine de Bière.

Blanchet, Morlot, Zollikofer, M. Ph. de la Harpe et M. Renevier, ont successivement étudié les dépôts glaciaires, diluviens et d'alluvion, qui s'étendent tout le long de la Côte, depuis le lac Léman jusqu'au pied de la montagne. M. Jaccard en a donné récemment une description détaillée⁽¹⁾.

Sauf les affleurements molassiques des ravins de l'Aubonne (non loin d'Allaman⁽²⁾) et de la Promenthouse, ainsi que de la série de coteaux qui s'étendent de Féchy à Begnins, cette région est entièrement composée de terrains quaternaires. M. Jaccard y distingue de bas en haut et par conséquent au-dessus de la molasse, les groupes suivants :

1. Alluvion ancienne (caill., grav. et sables inf.).
2. Terrain glaciaire.
3. Gravier diluviens.
4. Alluvion des terrasses.

La plaine de Bière est formée entièrement par les graviers diluviens, c'est-à-dire par des alternances très irrégulières de dépôts caillouteux, graveleux et sableux. Ce n'est que sur les flancs des ravins de l'Aubonne et du Toleure que nous voyons apparaître le terrain glaciaire, c'est-à-dire des argiles sableuses gris-bleuâtre, empâtant des graviers et des cailloux striés plus ou moins volumineux (Moulins d'en-haut et d'en-bas, Papeterie, Bois-Guyot, au Toleure, etc.).

Un exemple frappant de l'irrégularité de dépôt (structure torrentielle) des graviers diluviens, nous est fourni par la

(¹) *Descr. géolog., etc.*, 1869, p. 20-24.

(²) Nous devons encore mentionner que lors de la construction du pont sur l'Aubonne, entre Lavigny et Aubonne, on a rencontré la molasse. M. Jaccard l'indique aussi sur sa carte (n^o XVI, Dufour géol.).

gravière de Château-Vert, au-dessus d'Aubonne. M. Jaccard a, il est vrai, essayé d'en donner une coupe géologique⁽¹⁾, mais nous croyons que c'est là un travail impossible, car les différentes assises qui s'y rencontrent, s'atténuent si fréquemment et disparaissent si subitement les unes devant les autres, qu'elles rendent de cette manière le profil géologique de l'ensemble des plus variable et changeant même sur des étendues minimales de 50 centimètres et moins encore. Comme il en est plus ou moins de même du terrain glaciaire, nous nous trouvons donc, pour ainsi dire, dans l'impossibilité de donner une coupe géologique exacte de la plaine de Bière, malgré les entailles profondes produites sur ses deux flancs par le Toleure et l'Aubonne.

Les graviers diluviens et le terrain glaciaire contiennent des sables et des argiles sableuses bleuâtres en grande quantité, de sorte qu'il est inutile de descendre jusqu'à la molasse pour y rencontrer les matières ténues que les eaux des bords amènent à profusion à la surface. Il est même, croyons-nous, hors de doute que ces boues bleue et jaune, comme nous les appelons, proviennent, la première du terrain glaciaire, la seconde, des graviers diluviens.

En effet, les graviers diluviens ne renferment, en fait de matériaux ténus, que des sables jaunâtres et pas traces d'argiles sableuses bleuâtres. Or, comme nous ne rencontrons ces sables jaunâtres ni dans le terrain glaciaire, ni dans la molasse et à plus forte raison non plus dans les terrains situés au-dessous de cette dernière, ils ne peuvent par conséquent provenir que des graviers diluviens.

D'un autre côté, comme nous venons de le voir, ces graviers diluviens ne contiennent pas d'argiles sableuses bleuâtres. En revanche, le terrain glaciaire que nous voyons affleurer non loin des bords bleus, sur les flancs des ravins de l'Aubonne et du Toleure, en est pour ainsi dire entièrement composé. La molasse, il est vrai, en renferme aussi dans ses intercalations argilo-marneuses. Mais alors à quoi bon faire venir ces argiles sableuses bleuâtres de cet horizon

(1) *Op. cit*, p. 22.

inférieur, tandis qu'elles se rencontrent en dépôts considérables plus près de la surface, dans le terrain glaciaire. Certes, elles peuvent provenir, si l'on veut, de ces deux horizons superposés, mais il est cependant plus probable qu'elles proviennent de l'horizon supérieur, c'est-à-dire du terrain glaciaire.

Du reste, si ces matériaux provenaient de la molasse, il serait, pour ainsi dire, impossible qu'ils parvinssent à l'aide des bords, depuis une si grande profondeur jusqu'à la surface; car, dans ce cas, les bords, si toutefois ils pouvaient exister, se trouveraient certainement placés plutôt au fond des ravins de l'Aubonne et du Toleure, ou même, disons mieux, n'existeraient pas du tout.

Il est évident que les eaux des bords ne peuvent arracher à de grandes profondeurs les matériaux qu'elles amènent en suspension à la surface, car elles rencontreraient alors nécessairement sur leur chemin, dans la molasse même et plus haut encore, un certain nombre d'assises impénétrables qui ne pourraient leur permettre de pénétrer plus loin.

Il est, dirons-nous, même nécessaire de chercher le plus près possible de la surface les couches où les eaux des bords ramassent leurs matériaux. C'est aussi ce que nous croyons avoir montré en disant que les sables jaunâtres des bords de Chantemerle proviennent des graviers diluviens, et les argiles sableuses bleuâtres des bords à boue bleue, du terrain glaciaire.

Nous ajouterons encore, à l'appui de ces assertions, que nous avons fait la simple expérience de diluer dans de l'eau, des sables jaunâtres des graviers diluviens de la sablière de Château-Vert sur Aubonne et des argiles sableuses bleuâtres du terrain glaciaire du Bois-Guyot. Nous avons vu ainsi se former deux espèces de limon qu'il n'est absolument pas possible de distinguer des matériaux des bords jaunes et bleus; car ils possèdent la même couleur et la même composition minéralogique. D'après les analyses de M. Alfred Klunge, leur constitution chimique est aussi identique.

Le champ d'alimentation des bords est formé exclusive-

ment par la plaine de Bière, dont le sol, en majeure partie rocailleux et par conséquent très spongieux, recueille les eaux atmosphériques avec une grande avidité.

En admettant une stratification horizontale ou tout au moins inclinée vers le sud, de l'ensemble des dépôts qui composent la plaine de Bière jusqu'au fond des ravins de l'Aubonne et du Toleure, il semblerait que, comme Levade l'a du reste déjà fait remarquer, ces eaux devraient venir sourdre bien plutôt sur ses flancs qu'à sa surface⁽¹⁾. Il est vrai que nous rencontrons deux bords (1 et 17), ainsi que quelques sources sur les rives de l'Aubonne; mais, malgré cela, la grande majorité des bords se rencontre plus haut sur la plaine et plus ou moins loin des bords des ravins au fond desquels coulent le Toleure et l'Aubonne.

C'est surtout à la partie supérieure du flanc sud de la plaine, au-dessus des maisons des Vaux, du marais Girard, du bois de Mont et du Toleure, que surgissent de nombreuses sources. Comme dit M. Nicati, elles prennent toutes naissance à vingt ou trente pas au-dessous du niveau de la plaine. Ce savant en a décrit une, il y a déjà longtemps, qui surgit subitement pendant la nuit, en avril 1834. M. J.-L. Rochat nous a raconté que deux ans plus tard, en 1836, alors que l'on opérait un sondage, il en apparut dans les environs une autre aussi subitement.

A côté de ces sources qui évidemment ne sont alimentées que par les eaux tombées sur le bord sud de la plaine, nous devons encore ajouter le torrent temporaire qui vient déboucher au-dessus du bord 16 et qui recueille par conséquent aussi une partie des eaux qui tombent sur la surface même de la plaine.

Quant à la source du Toleure, elle est située en dehors de la plaine de Bière, en plein terrain calcaire (valanginien). Analogue aux sources vauclusiennes du Jura, elle est le débouché des eaux tombées sur le mont de Bière et les envi-

(1) Nous développerons plus loin les raisons que nous croyons pouvoir donner pour expliquer comment ce cas n'a pas lieu.

rons, ou, pour mieux dire, sur la montagne. Elle n'a donc aucun rapport avec celles qui tombent sur la plaine quaternaire de Bière.

La source du Toleure est bien une source vaclusienne si l'on veut, mais nous la caractériserons mieux en disant que c'est une source vaclusienne temporaire. En effet, pendant la majeure partie de l'année, le Toleure ne possède pas d'eau à sa source. Ce n'est que lors de la fonte des neiges sur la montagne, ou lors d'orages ou de pluies prolongées, qu'un volume d'eau considérable sort tout d'un coup d'une crevasse verticale qui forme sa source proprement dite et que l'on appelle la « cheminée. » Il est évident que cette crevasse est en communication directe avec une excavation souterraine plus ou moins vaste, un réservoir dont elle amène de temps en temps à la surface le trop plein d'eau. C'est alors seulement que le Toleure marche.

La source de l'Aubonne — ou plutôt les sources, car il y en a plusieurs — est située, comme les bonds bleus, en plein terrain des graviers diluviens. Son champ d'alimentation qui est, par conséquent, plus ou moins étranger à celui de la source du Toleure, se rapproche de celui des sources de la plaine de Bière et, par conséquent, de celui des bonds. Nous ne voulons cependant pas exclure entièrement une influence quelconque produite sur elle par les eaux tombées sur le versant sud du mont de Bière ; car il est bien constaté que fréquemment, lors de la fonte des neiges ou lors de pluies prolongées sur la montagne, cette source augmente subitement de volume.

La source de l'Aubonne, située plus au nord que les bonds, recueille sans doute particulièrement les eaux de la partie supérieure du plateau, c'est-à-dire de la portion située entre Bière et la montagne, tandis que les bonds sont, en revanche, plutôt alimentés par celles qui tombent sur sa partie inférieure ou sur la plaine de Bière proprement dite, qui s'étend depuis le village de Bière jusqu'aux ravins de l'Aubonne et du Toleure.

Un fait qui tend, en général, à prouver que les champs

d'alimentation du Toleure et de l'Aubonne sont en grande partie différents, c'est que la source de l'Aubonne possède toujours des eaux plus ou moins abondantes, tandis que celle du Toleure est, comme nous venons de le voir, fréquemment à sec.

Il s'ensuit d'un côté que si le champ d'alimentation de l'Aubonne était le même que celui du Toleure, la source de l'Aubonne serait certainement aussi temporaire. D'un autre côté, nous dirons que si l'Aubonne ne recueillait ses eaux que sur la partie supérieure du plateau, il n'y aurait aucune raison à ce que sa source augmentât de volumer lors de la fonte des neiges ou lors de pluies prolongées sur la montagne.

Etant maintenant expliqués les champs d'alimentation du Toleure et de l'Aubonne, on comprendra facilement que celui des bords doit être cherché dans la plaine de Bière proprement dite, c'est-à-dire dans la portion du plateau qui s'étend vers le sud, à partir des sources du Toleure et de l'Aubonne. (1) Le fait que les périodes d'activité des bords coïncident souvent avec les fortes eaux de l'Aubonne et la marche du Toleure, paraît, au premier abord, contredire ce qu'à nous avançons ici. Mais cela s'explique facilement ; car il y a, en effet, des moments de l'année — et c'est là un cas très fréquent, surtout au printemps et en automne — où il pleut sur la plaine en même temps que sur la montagne. Mais d'un autre côté, nous tenons aussi à faire observer que les bords peuvent être en activité indépendamment des fortes eaux de l'Aubonne et de la marche du Toleure.

Comme une grande partie des eaux qui tombent sur la plaine de Bière ne s'écoule pas à la surface, sur ses bords ou sur ses flancs, il doit y avoir des causes qui les retiennent à une certaine profondeur dans le sous-sol, sans les

(1) Nous avons vu précédemment que les eaux qui tombent sur le bord sud de la plaine de Bière, sont recueillies par les sources des Vaux, du marais Girard, etc., tandis qu'une partie de celles de la surface s'écoulent à l'aide du ruisseau temporaire qui vient se jeter dans l'Aubonne un peu au-dessous du bord 16.

laisser aller plus loin. Ces causes doivent être cherchées dans une disposition particulière probable de l'ensemble des dépôts dont cette plaine est composée. En effet, ceux-ci paraissent avoir une stratification telle, que les eaux qui tombent à la surface de la plaine et s'amassent dans les réservoirs du sous-sol, sont de nouveau forcées de revenir sourdre à la surface. Or cette stratification ne peut être cherchée, croyons-nous, que dans une disposition en forme de cuvette ou de maît, de ces dépôts. Il est vrai que nous n'énonçons ici qu'une supposition ; mais celle-ci nous paraît plus ou moins forcée, car si cette disposition particulière n'existait pas, il est très probable que les bonds n'existeraient pas non plus, leur présence devant, en effet, en dépendre intimement.

Toutes les eaux tombées à la surface de la plaine de Bière s'engouffrent rapidement dans les profondeurs, grâce à sa nature essentiellement spongieuse, et doivent s'y accumuler en quantité considérable à la surface des couches imperméables. Or, il est nécessaire qu'elles arrivent tôt ou tard à la surface, car elles ne peuvent évidemment pas s'amasser indéfiniment dans le sous-sol. Une faible partie de ces eaux y parviennent bien sur les flancs ravinés de la plaine, sous la forme de sources ordinaires ; mais une plus grande partie restent stagnantes pendant un temps plus ou moins long dans les profondeurs, jusqu'à ce que de temps en temps elles soient rejetées à la surface par les bonds, dans leurs moments d'activité. .

Nous avons vu précédemment que l'on devait admettre des réservoirs séparés pour l'alimentation des bonds, sinon un pour chacun, du moins un certain nombre.

Comment expliquer maintenant que les eaux de pluie parvenues encore claires et limpides sur les couches imperméables du sous-sol, arrivent de là, à la surface, troubles et limoneuses. Pour résoudre cette question, il ne suffit pas seulement de dire, comme l'ont fait M. Nicati et M. Desor, que l'explication de la théorie des bonds doit être cherchée dans un effet hydraulique analogue à celui des puits arté-

siens, mais il faut aussi exposer — et c'est justement le difficile — les causes pour lesquelles ces eaux arrivent ainsi à la surface chargées de matières en suspension et arrachées à certaines couches qu'elles ont dû traverser sur leur chemin.

Nous allons essayer de donner, dans les lignes suivantes, l'explication probable par laquelle nous croyons pouvoir nous rendre compte des phénomènes si curieux que nous présentent les bords de la plaine de Bière.

Nous avons vu précédemment que nous avons deux espèces de bords à considérer, les bords bleus et les bords jaunes. De plus, nous avons dit quelques mots de la disposition probable en cuvette ou en mait, des dépôts diluviens et glaciaires qui composent la plaine de Bière.

Ces quelques données préalablement posées, nous en arrivons à notre explication, en commençant par l'énoncé de quelques considérations d'un ordre général, qui doivent servir de base à notre théorie des bords.

Les eaux de pluie, ainsi que celles qui proviennent de la fonte des neiges, descendent goutte à goutte à travers les interstices du sol de la plaine, jusqu'à ce qu'elles rencontrent un fond imperméable qui leur refuse leur passage plus loin dans les profondeurs du sous-sol. Arrivées ici, ces eaux forment une nappe liquide dont le niveau s'élève partout où il n'y a pas de couches imperméables qui l'arrêtent. Cette masse liquide emprisonnée exerce naturellement sur les parois de la cavité qu'elle remplit, une pression qui tend à s'accroître à mesure que s'élève son niveau et qui peut devenir suffisante pour surmonter la résistance des couches imperméables supérieures, lorsque celles-ci présentent peu d'épaisseur ou de compacité.

Les eaux tombées sur la région nord-ouest de la plaine (Chantemerle) filtrent promptement à travers les graviers diluviens et rencontrent, probablement à leur base, une cuvette imperméable formée par l'argile glaciaire compacte sous-jacente et non mélangée de cailloux et de graviers. Retenues par cette argile, ces eaux qui s'amassent

continuellement au fond de cette cuvette, finissent par former une nappe souterraine plus ou moins considérable. Mais bientôt, agissant en vertu de l'énorme pression et ne pouvant pénétrer plus profondément dans le sous-sol, elles sont obligées de se faire jour jusqu'à la surface et cela naturellement à travers les endroits les moins résistants des graviers diluviens superposés. Il est naturel qu'en vertu de la violence avec laquelle ces eaux cherchent à atteindre le plus vite possible le sol, elles érodent les dépôts de sables jaunâtres qu'elles traversent et en entraînent constamment; car, eu égard à la ténuité de ces matériaux, elles ne peuvent les traverser avec leur force d'ascension habituelle, sans en emmener continuellement avec elles.

Pour ce qui concerne les eaux de la région Est de la plaine, située entre les sources de l'Aubonne et le Toleure, elles tombent également sur les graviers diluviens à travers lesquels elles s'écoulent facilement, vu leur grande perméabilité. Arrivées sur le terrain glaciaire sous-jacent, ces eaux le trouvent composé de dépôts caillouteux et graveleux, mélangés de peu d'argile sableuse grisbleuâtre. Cette argile est en elle-même, si l'on veut, imperméable à l'eau. Mais, entremêlée et parsemée comme elle l'est de ces dépôts caillouteux et graveleux, elle devient ainsi nécessairement plus ou moins perméable à l'eau, cela naturellement dans un degré moins considérable que les graviers diluviens, qui, en revanche, nous montrent le degré le plus complet de perméabilité.

Les eaux tombées dans cette région de la plaine, s'infiltrèrent donc à travers les graviers diluviens et le terrain glaciaire caillouteux et graveleux, jusqu'à ce qu'elles rencontrent des couches d'argile compacte et par conséquent des couches entièrement imperméables qui les empêchent de pénétrer plus profondément dans le sol. Dans des terrains à assises irrégulièrement disposées comme dans le terrain glaciaire, ces couches imperméables qui sont nécessairement disposées en cuvettes, se trouvent diversement

réparties dans le sous-sol (1). Vu l'épaisseur considérable qu'atteint ce terrain dans la plaine de Bière, ces cuvettes sont probablement disposées à des niveaux différents, dont il est fort difficile d'apprécier la profondeur.

Ces cuvettes se remplissent peu à peu d'eau qui reflue successivement vers les bords. En vertu de l'énorme pression que leur assure la différence de niveau et que subissent pour ainsi dire en entier les couches supérieures, cette eau se fraye un chemin dans les endroits les moins résistants et arrive enfin à la surface. Grâce à la violence avec laquelle elle perce les couches superposées qui la séparent du sol, c'est-à-dire la partie supérieure du terrain glaciaire — qui est graveleux et caillouteux dans ces endroits — et les graviers diluviens composés aussi exclusivement de cailloux et de graviers, sans sables jaunâtres, cette eau entraîne naturellement avec elle les matériaux ténus qu'elle rencontre et qu'elle est aussi capable de tenir en suspension. Or, ces matériaux ne peuvent être que cette argile glaciaire sableuse et bleuâtre, et c'est elle, en effet, qui caractérise les bords bleus.

En se faisant ainsi jour jusqu'à la surface, les eaux des bords se forment en quelque sorte un canal d'écoulement, une cheminée naturelle dont elles tapissent et maçonnent les parois avec les matériaux ténus qu'elles amènent avec elles.

En prenant les bords depuis leur origine, nous constaterons facilement que cette cheminée s'ouvre à la surface par un *soupirail*.

De tout ce transport de matériaux à la surface, il doit nécessairement résulter un agrandissement successif des cavités intérieures ou réservoirs souterrains des bords. Il

(1) Nous avons vu précédemment que nous devons admettre la présence d'un certain nombre de réservoirs souterrains pour expliquer la différence de niveau d'eau que nous montrent plusieurs bords, lesquels souvent très rapprochés les uns des autres, n'en ont pas moins l'air de recevoir leurs eaux de réservoirs intérieurs différents.

s'ensuit alors au bout de quelque temps, des effondrements qui font du premier aspect conique des soupiriaux, des creux ou enfoncements correspondants et plus ou moins profonds. Toutefois, malgré cette dislocation apparente de la cheminée des soupiriaux, celle-ci se rétablit bientôt, l'eau l'envahit de nouveau et nous avons alors les *bonds*, tels qu'ils se présentent à nous sous la forme de ces étangs d'eau boueuse (¹).

Si quelques *bonds* n'ont pas de soupiriaux dans leur voisinage, c'est que ceux-ci ont été transformés par la culture ou comblés par les mains de l'homme.

Telle est, avec quelques détails, l'explication que nous croyons pouvoir donner de ces phénomènes uniques dans le Jura et que l'on appelle les *bonds*. Il est vrai que ceux-ci ont déjà occupé les géologues à diverses reprises ; mais ceux qui les ont étudiés se sont toujours tenus sur la réserve et n'ont jamais osé proposer au monde savant une explication quelconque de ces sources uniques dans leur genre. Aussi sommes-nous les premiers qui ayons essayé de se faire une idée de leur origine. Nous avons émis une opinion qui peut-être ne sera pas partagée par chacun ; mais si par cela même, nous avons pu rendre les géologues attentifs aux faits curieux et intéressants que nous avons décrits dans ce travail, nous pourrions considérer comme atteint le but que nous nous sommes proposé en commençant ce mémoire.

(¹) L'un de nous a observé un des nombreux soupiriaux du bond 20, auquel a succédé, après son époque d'activité de novembre 1875, un creux d'un mètre cube à peu près, lequel s'est de nouveau rempli de boue jaunâtre durant le mois de février de cette année. Pareil cas a aussi eu lieu pour le soupirail du bond 2. — Nous ne voulons cependant pas trop généraliser cette manière de voir, d'après laquelle tous les *bonds* ont commencé par être primitivement des soupiriaux. Ainsi le bond 13, qui s'est formé le dernier, a été constitué subitement par effondrement, sans avoir été préalablement un simple soupirail.

ADDITION

Nous ajoutons ici les observations suivantes sur la température et la différence de niveau d'un certain nombre de bonds, faites tout récemment par l'un de nous.

Mercredi 25 avril, 5 h. après-midi.

Air atmosphérique		12	degrés	C.
Fontaine du Grand Marais	8	»	»	
Bond	2	12	»	»
»	9	12,5	»	»
»	11	14	»	»
»	13	12	»	»

Voici les hauteurs relatives de onze bonds au-dessous d'une ligne imaginaire horizontale passant à 0,45 cm. au-dessus du bond 13.

2	5 ^m ,20
2 bis (sourirail)	5 ^m ,60
3	2 ^m ,84
4	2 ^m ,24
5	1 ^m ,12
6	2 ^m ,29
8	3 ^m ,42
9	3 ^m ,00
10	2 ^m ,46
11	4 ^m ,83
11	4 ^m ,08
13	0 ^m ,45



Observations sur les époques d'activité des bonds, faites par M. J.-L. Rochat, pendant les mois de novembre 1875 et février 1877.

7 novembre 1875. -- « Depuis une quinzaine de jours il ne s'est produit aucune variation importante chez les bonds, sinon une augmentation du niveau d'eau d'environ un pied, chez 2, 4 et 8.

« J'ai visité les bonds aujourd'hui pour juger des effets produits sur eux par les pluies continues de la semaine passée. Tous ont vu leur niveau d'eau augmenter, les uns de deux pieds, les autres de trois et même jusqu'à quatre pieds.

« Le bond le plus remarquable est 19. De l'endroit même où M. le pasteur K. avait, trois jours auparavant, enfoncé sa canne dans un sol presque sec, sortait en bouillonnant par deux ouvertures, une eau troublée par un limon jaunâtre. A quelques pas de là, une sorte d'ébullition à la surface trahissait la présence de plusieurs autres ouvertures. L'eau fournie par toutes celles-ci remplissait un bassin circulaire de 25 à 30 pieds de diamètre.

« Après avoir visité le bond 20, j'eus la curiosité d'aller voir les sources du Toleure, à la cheminée. Jamais je ne les avais vues aussi belles.

• En débordant, 11 alimentait un petit ruisseau.

9 novembre. — « J'ai visité les bonds dans les environs de la tuilerie. La pluie accompagnée d'un grand vent, a continué toute la journée. Le niveau d'eau de quelques bonds s'est en conséquence augmenté d'environ deux pieds. Seuls, 2 et 3 étaient plus troubles que d'habitude.

10 novembre. — « J'ai visité presque tous les bonds, car ils offraient ce jour un grand intérêt. 2 possédait un niveau d'eau plus élevé que précédemment. A quelques pas de lui, on voyait un petit soupirail, c'est-à-dire un jet d'eau boueuse

qui sortait du sommet d'un petit cône de boue de couleur gris-bleuâtre et venait se verser dans le bond.

« 3 est aussi trouble. 4 déborde ; son eau est assez claire. 8 qui auparavant était à sec, déborde aussi. 9 épanche ses eaux assez loin. 10, un petit bond qui était aussi précédemment à sec, est maintenant plein d'une eau trouble. 11 déborde ; son eau est claire et remplit l'emplacement assez vaste où l'on extrait la terre à briques.

« 12 qui est aussi clair, possède un niveau d'eau égal à celui de 11. 14 est assez clair. 15 a beaucoup augmenté en diamètre. 16 se compose d'une dizaine de soupiraux dont l'eau limoneuse se réunit en un ruisseau qui va troubler plus bas les eaux de l'Aubonne.

« L'eau de 19 a rempli l'espèce de cirque de 50 à 60 mètres de diamètre qui entoure les sources. Celles-ci fournissent de l'eau en plus grande abondance que le 7 novembre. Le limon est moins jaune et a pris une légère teinte bleuâtre.

« 20, avec ses soupiraux que j'avais toujours considérés précédemment comme de simples trous remplis de pierres, possédait une surface écumante qui avait l'aspect d'un terrain mouvant. L'eau sortait d'au moins dix endroits. Tantôt elle jaillissait en bouillonnant, tantôt elle s'écoulait tranquillement des soupiraux.

11 novembre. — « La tempête continue. Les sources du Toleure et de l'Aubonne sont très abondantes.

12 novembre. — « J'ai visité le bond 18 qui est situé sur un champ appartenant à M. O. B. L'eau sort ici de trois endroits différents. Elle tient en suspension un limon gris-bleuâtre. 5, sur lequel la charrue et la herse avaient passé précédemment, a l'aspect d'un grand soupirail d'où sort une eau boueuse qui se répand sur un champ de blé.

« 13 qui s'est formé il y a 8 ou 10 ans, se trouve sur un champ, à un niveau notablement plus élevé que celui des autres bords bleus. On y a jeté, à plusieurs reprises, des pièces de bois et même un sapin d'un pied de diamètre qui a été englouti.

13 novembre. — « J'ai visité les bords avec M. B. et mon fils. Leur activité s'est calmée ou même a cessé chez plusieurs. Les niveaux d'eau ont généralement diminué. La source principale de 20 s'est arrêtée. Il ne reste plus maintenant qu'un petit cône où l'eau se rencontre à trois ou quatre pieds de profondeur. A une toise de là, les autres sources bouillonnent encore. Cependant l'eau commence à s'éclaircir. Comme les premiers jours, le limon paraît être plus glaiseux que sablonneux.

« Les sources du Toleure, que nous sommes aussi allés visiter, ont beaucoup diminué de volume.

14 novembre. — « 1, situé près du pont des Dames Roux, à deux mètres de l'Aubonne, s'est formé il y a une quarantaine d'années. Il n'a pas plus de trois pieds de diamètre et pas beaucoup plus de profondeur. Plein maintenant, il est presque toujours rempli d'une eau trouble, même en été.

« 17 se trouve sous la maison Meldem. Assez petit d'abord, il s'est beaucoup agrandi en 1838 ou 39. Un mur intérieur contre lequel le foyer de la maison était adossé, s'est écroulé dans ce bond. La femme Meldem venait de laver sa vaisselle et la marmite était encore sur le lavoir. Peu distant du mur, celui-ci a été presque renversé, tandis que la marmite fut précipitée dans le bond.

16 novembre. — « J'ai visité les bords avec M. K. et mon fils. Leurs niveaux d'eau ont, en général, beaucoup baissé. Le soupirail de 2 donnait encore un peu, de même que 5. Il en est de même de 14 bis, dans lequel nous avons pu enfoncer une perche à sept pieds de profondeur. 15, très trouble, est sans mouvement. 19 donne de temps en temps un peu d'eau, avec bouillonnement et quelques bulles de gaz. Le niveau d'eau de 20 a beaucoup baissé; deux soupiraux fonctionnent encore. Nous avons enfoncé une perche dans plusieurs d'entre eux, à une profondeur de sept, huit et onze pieds. Un soupirail qui fonctionnait le 13 novembre au sommet d'un cône, est remplacé maintenant par une cavité remplie d'eau.

18 novembre. — « Tous les bonds ont à peu près repris leur état ordinaire. L'eau sort encore, mais assez claire, du soupirail du bond 2. Il en est de même de 5 ; 8 et 10 débordent. Leur eau est très limoneuse. 14 bis a presque cessé. Son eau est assez claire. 18 est à peu près dans le même cas. Son orifice s'est agrandi et on sent au fond des pierres en sondant.

23 novembre. — « Au cône d'éruption (soupirail) de 2, a succédé un enfoncement de trois à quatre pieds de profondeur. Les mêmes effondrements se sont produits chez 5, 8 et 10. Les niveaux des eaux ont encore baissé partout.

Février 1877. — « Durant quatre jours, du 14 au 17, les bonds ont présenté, quoique dans une plus faible mesure, les phénomènes de 1875. Le 15, j'ai remarqué que dans l'espace d'une heure, le niveau d'eau du bond 13 s'est élevé d'environ trois centimètres. En supposant à cette nappe liquide un diamètre de trois mètres, cela représenterait donc une crue d'eau de 0,212 mètres cubes, soit 35 litres par minute. »

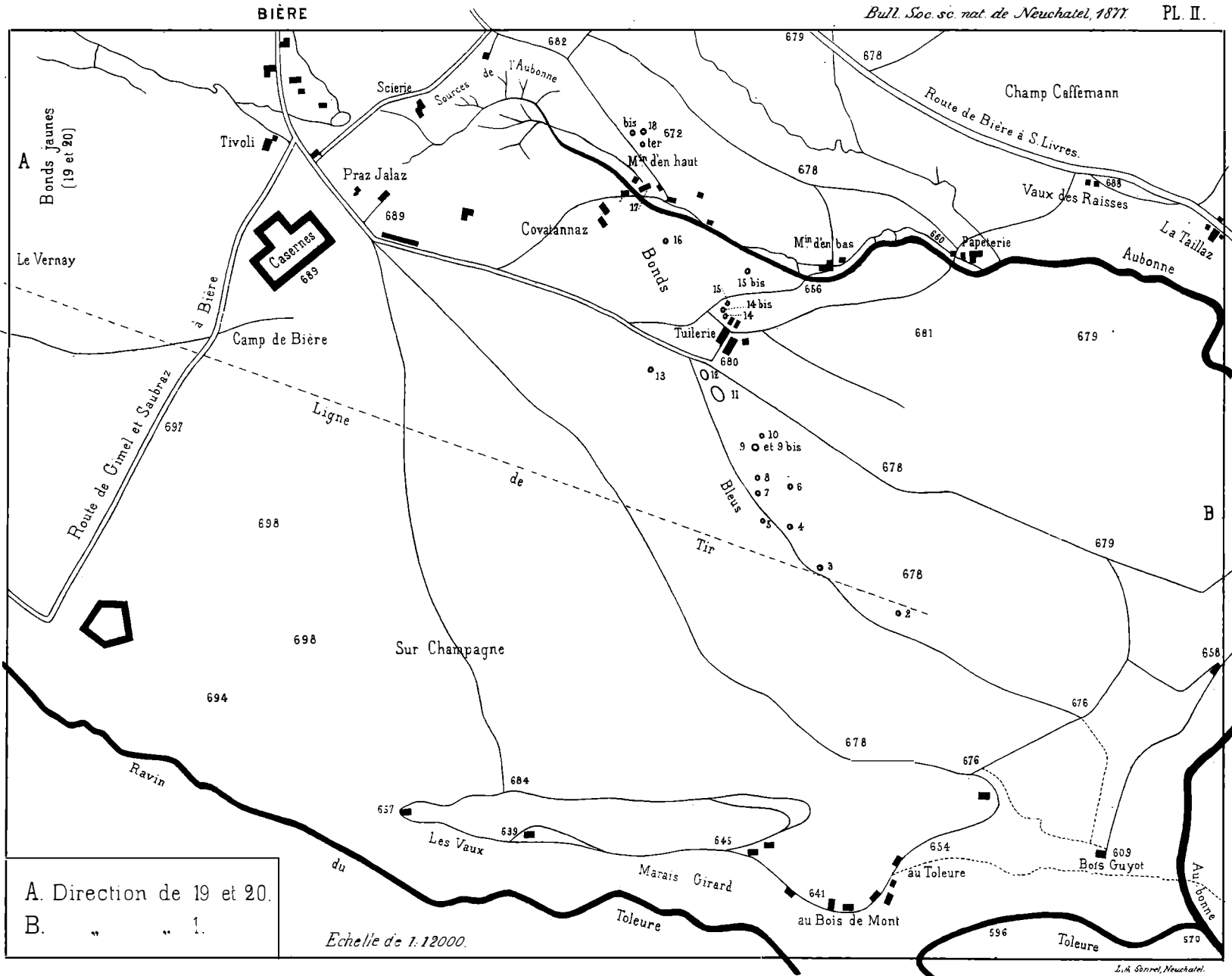
J.-L. R.

Le 7 avril dernier, nous avons visité ensemble les bonds, toujours sous la conduite aimable de M. J.-L. Rochat. Il y avait 48 jours que toute trace d'activité chez les bonds avait cessé. 13, complètement vide le 8 février, était rempli d'eau jusqu'à environ 30 centimètres de la surface. 9 et 9 bis étaient réunis en une même nappe d'eau qui arrivait jusqu'à ras du sol, comme chez 2.

M. de T.

L. R.





A. Direction de 19 et 20.
 B. " " 1.

Echelle de 1:12000.