

**ANNALES**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ LINNÉENNE**  
DE LYON

---

*Année 1889*

(NOUVELLE SÉRIE)

TOME TRENTE-SIXIÈME

---

LYON  
H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR  
65, RUE DE LA RÉPUBLIQUE  
MÊME MAISON A GENÈVE ET A BALE

PARIS  
J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, ÉDITEURS  
19, RUE HAUTEFEUILLE

1890

NOTICE GÉOLOGIQUE  
SUR LE  
**SOUTERRAIN DE CALUIRE**  
(RHONE)  
PAR  
**F. CUVIER**

Présentée à la Société Linnéenne de Lyon, le 25 février 1890-

---

« L'observation recueille les faits, la réflexion les combine et l'expérience vérifie le résultat de la combinaison. Il faut que l'observation de la nature soit assidue, et que la réflexion soit exacte. »

DIDEROT, *Pensées sur l'interprétation de la nature*, xv.

## AVANT-PROPOS

A quelques kilomètres au Nord de Lyon, on vient de terminer la construction d'une petite ligne de chemin de fer entre Collonges et Saint-Clair et destinée à raccorder, en évitant Lyon, le chemin de fer de Paris à Lyon avec ceux de Lyon à Genève et de Lyon à Marseille et à Grenoble. Ce tronçon de raccordement a comporté des travaux importants, et notamment un pont sur la Saône et un souterrain long de 2403<sup>m</sup>,19, creusé sous la colline de Caluire entre la Saône et le Rhône, à quelques centaines de mètres au Nord du village de Caluire.

L'exécution de ces travaux a été une rare occasion pour les géologues d'étudier cette partie du sol lyonnais qui a donné lieu à tant de débats. Aussi, en même temps que moi, feu F. Fontannes, si connu par ses travaux sur le Tertiaire, avait-il entrepris l'étude des terrains rencontrés par le tunnel de Caluire ; malheureusement,

après des courses et des fatigues excessives, la mort a enlevé à la science ce géologue distingué, peu de temps après qu'il eut entrepris la nouvelle tâche qu'il s'était imposée. Je me suis donc trouvé seul à recueillir, presque jour par jour, les renseignements géologiques fournis par les travaux en question.

Ce sont ces renseignements que j'entreprends de consigner ici, suivant les exhortations de mes amis et confrères en géologie. Mon travail n'aura pas la prétention d'être présenté aussi habilement que l'eût fait Fontannes dont, d'ailleurs, je n'ai pu partager les idées, relativement à certains points de classification que j'aurai à discuter.

Évidemment, j'éviterai les longueurs et les citations multipliées ; mais je crois bon d'entrer dans le plus de détails possibles sur la désignation minéralogique et stratigraphique des couches rencontrées, et aujourd'hui disparues derrière les muraillements du tunnel. Je voudrais, ainsi, présenter un travail assez complet pour que l'on puisse, le cas échéant, faire des comparaisons que j'aurais vivement désiré faire moi-même, et pour lesquelles des renseignements m'ont manqué.

Pour donner de la clarté à mon texte, je lui ai joint une première coupe géologique par l'axe longitudinal du souterrain ; j'en ai également joint une deuxième dirigée sensiblement suivant le chemin de fer de la Croix-Rousse à Sathonay, dans le sens longitudinal de la colline, pour en montrer la disposition telle que je la comprends. Cette deuxième coupe a déjà été donnée par plusieurs géologues, mais d'une façon assez différente de celle que je présente aujourd'hui.

Il n'a été creusé que deux puits au tunnel de Caluire, et encore ne sont-ils pas répartis avantageusement pour les études géologiques ; de sorte que je suis forcé de laisser, entre les hectomètres 24 et 39 de ma première coupe, une lacune que je ne puis remplir que d'une façon hypothétique.

Dans la présente notice géologique sur le souterrain de Caluire, il me sera indispensable d'envisager quelquefois la colline tout entière, entre la Croix-Rousse et Sathonay ; parce que des faits constatés au souterrain serviront à en expliquer d'obscurs, sur des points plus ou moins éloignés, et réciproquement.

Je commencerai par décrire et essayer de classer les terrains; je consacrerai quelques pages à l'hydrologie de la colline; je parlerai des failles et de quelques faits particuliers; et enfin, je terminerai mon travail par un résumé qui suffira, peut-être, aux personnes qui ne s'occupent pas spécialement de géologie.

---

## I.

### DESCRIPTION ET CLASSIFICATION DES TERRAINS

La coupe N° 1 du souterrain de Caluire comprend, vers la Saône, une partie des fondations du pont sur cette rivière; et, vers le Rhône, elle s'étend jusqu'à la route nationale pour indiquer la grande et intéressante tranchée à la sortie du souterrain, près du faubourg de Saint-Clair. La hauteur des terrains attaqués par le tunnel proprement dit est de 8<sup>m</sup>,30, s'étendant du dessous du radier au-dessus de la voûte. L'orientation du tunnel est N. 28° O.

En suivant l'ordre géologique ascendant, pour commencer par les plus anciennes, les formations indiquées par la coupe en question sont les suivantes :

#### *a.* Calcaire du Sinémurien supérieur.

Ensemble de bancs de calcaire sublamellaire, bleuâtre, jaunâtre ou lie de vin, durs et de 0<sup>m</sup>,15 à 0<sup>m</sup>,40 d'épaisseur. Ce calcaire apparaît de part et d'autre de l'hectomètre 25, sur une centaine de mètres de longueur. Une cassure de 0<sup>m</sup>,10 à 0<sup>m</sup>,30 de largeur les divise verticalement, suivant un pli anticlinal dirigé E. 15° S. Cette

cassure, ayant facilité l'écoulement des eaux du souterrain, en faisant office de puits perdu, s'étend donc en profondeur.

Au-delà de la cassure en question, le pendage des bancs est dirigé E. 18° N., avec une inclinaison de 0<sup>m</sup>,10 par mètre.

Les fossiles de ce calcaire que j'ai pu avoir plus ou moins complets entre les mains sont les suivants :

*Gryphæa arcuata* (Lamck), var. *obliqua*. — *Lima Hettangiensis* (Terq.). — *Pecten Hehli* (d'Orb.). — *Belemn. abbreviatus* (Mill.). — *Spirifer Walcottii* (Sow.). — *Pecten textorius* (Schloth.). — *Pecten sabinus* (d'Orb.). — *Terebr. punctata* (Sow.). — *Terebr. cor* (Lamck). — *Ammonit. bisulcatus* (Brug.). — *Amm. oxynotus* (Quenst.).

Nous avons donc, ici, la partie supérieure de l'étage Sinémurien ou du *calcaire à gryphées arquées*. A ce sujet, qu'il me soit permis de dire que les géologues qui se sont occupés avant moi de la colline de Caluire avaient regardé le gneiss comme pouvant seul former le substratum de la colline. Contrairement à cette opinion, j'avais été assez heureux pour tracer, avant les travaux et sur une coupe de prévisions, le Sinémurien précisément où il s'est trouvé ; mais une dizaine de mètres trop bas. En parlant des *failles*, je dirai les raisons qui m'ont conduit à cette prévision.

Une particularité à noter, c'est la présence, à la surface des bancs supérieurs de ce calcaire, de phosphorite que j'ai également rencontrée dans les carrières de Saint-Fortunat (Mont-d'Or), et se présentant de la même manière que celle qu'a fait connaître, dans l'Auxois, M. Collenot, de Semur, bien connu par ses beaux travaux géologiques sur la contrée qu'il habite.

Entre les hectomètres 32 et 38, j'ai figuré en pointillé et hypothétiquement divers étages jurassiques qui auraient pu, sinon dû, être atteints par les travaux. Cette hypothèse repose sur deux bases qui m'ont réussi pour le Sinémurien, et que j'ai puisées dans la *Mono-graphie géologique du Mont-d'Or lyonnais*, par MM. Falsan et Locard. Ces bases sont : d'abord, l'inclinaison des bancs sédimentaires du Mont-d'Or voisin, en tenant compte d'une faille dont je parlerai ultérieurement ; et ensuite, la puissance de ces bases pouvait donner lieu à quelques écarts ; mais la seconde était plus précise.

**b. Conglomérat du Miocène moyen (Helvétien).**

Conglomérat de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,60 d'épaisseur, à cailloux roulés, la plupart de quartz hyalin ou laiteux, avec magma argilo-ferrugineux et grumeleux, fortement teinté de jaune ou de rouge, et renfermant comme fossiles en place : *Pholas Dumortieri* (Fischer) très-abondante et enfoncée dans les calcaires subordonnés qu'elle a perforés. — *Lima squamosa* (Lamck). — *Pecten substriatus* (d'Orb.) et dent de *Lamna cuspidata* (Agass.) qui caractérisent l'Helvétien ; auxquels s'ajoutent des moules indéterminables de *Fusus*, de *Turbo*, de *Cancellaria* et de *Patella* (ou *Fissurella*?).

Comme fossiles roulés provenant des étages Liasien et Toarcien probablement très voisins, j'ai recueilli : *Bel. Fournelianus* (d'Orb.). — *Bel. breviformis* (Mill.). — *Bel. clavatus* (Blainv.). — *Bel. Charmonthensis* (May.). — *Bel. tripartitus* (Sohl.). — *Amm. Davæi* (Sow.).

La plupart de ces fossiles en place du premier groupe, avaient déjà été rencontrés en 1858-1862, à l'altitude 190 mètres, dans les déblais du premier chemin de fer funiculaire de la Croix-Rousse ; et on les retrouve au nouveau chemin de fer du même système, actuellement en construction (1889), à la place Croix-Pâquet, de Lyon.

Cette faune conduit donc à rapprocher le conglomérat *b* de la mollasse marine dont il est probablement la base, et à classer ce conglomérat dans le Miocène moyen, ou Helvétien de Mayer.

Une petite couche de sable granitique durci, qui s'étend du côté de la Saône sur le calcaire et sur le conglomérat, rappelle beaucoup la base des dépôts de Saint-Fons (Isère).

**c. Mollasse du Miocène supérieur (Tortonien?).**

Mollasse argilo-sableuse : plus sableuse, résistante et gris-jau-nâtre à la base qui est quelquefois formée de sable granitique à

mica noir ; plus argileuse, plus molle et plus jaune au sommet. Elle ne présente aucune stratification apparente ; mais entre les hectomètres 26 et 32, elle est découpée par de nombreux petits bancs de grès gris-bleuâtre assez longs et généralement inclinés dans le sens longitudinal du souterrain, et en même temps, surtout dans le sens transversal de l'O. à l'E.

Dans la partie moyenne de cette mollasse argilo-sableuse, j'ai pris 36 grammes bien desséchés ; après l'avoir traitée par l'acide azotique et bien lavée, il m'est resté 16 grammes de sable sec, très fin, à grains de  $\frac{1}{4}$  de millimètre, et composé de quartz hyalin et de petites paillettes de mica blanc.

Des recherches répétées et minutieuses dans ce dépôt n'ont pu m'y faire découvrir le moindre débris organique. Une seule empreinte, que j'ai soumise à l'examen de M. de Saporta, m'avait paru appartenir à une petite algue (conferve ?) ; mais l'éminent botaniste-paléontologiste d'Aix n'a point ratifié mon hypothèse, en raison de l'état fruste de l'empreinte.

La coupe ci-annexée accuse une érosion irrégulière et violente de ce dépôt, avec abaissement général vers le Rhône ; le même accident se retrouve partout et plus accentué dans le sens transversal du tunnel, et de l'O. à l'E.

La même mollasse affleure dans le coteau de la Saône, entre 300 et 400 mètres à l'amont du souterrain. Là, son altitude supérieure est de 177 mètres, tandis que, dans le souterrain, elle atteint sur plusieurs points 181 mètres : ce qui conduit à une inclinaison d'environ 0<sup>m</sup>,013, du S.-O au N.-E. Les deux inclinaisons longitudinale et transversale par rapport au souterrain conduisent donc, comme pour le Sinémurien sous-jacent, à un pendage vers le N.-E. Nous verrons que ce pendage se retrouve encore dans les couches supérieures jusqu'à une certaine hauteur.

A défaut de fossiles, j'avais toujours regardé cette mollasse comme Helvétique ; mais M. le docteur Depéret pense qu'elle est Tortienne, et je n'ai aucune objection à faire à cette classification du savant professeur de géologie de la Faculté des sciences de Lyon.

## d. Marnes et argiles du Pliocène inférieur.

Argiles très plastiques, jaunâtres ou grises à la base, bleuâtres au sommet, avec dépôts ondulés et contournés de lignite pyriteux. Ces argiles sont triturées, laminées et divisées par des plans de glissement avec *miroirs* ; un de ces derniers se présente même absolument vertical, sur 1 mètre de hauteur, au contact de ces argiles et des sables qui suivent, de telle sorte que, pendant un certain temps, il a été difficile d'établir l'âge relatif de ces deux dépôts.

Malgré le bon état de conservation de certains bois du lignite souvent recouverts de sulfure de fer, je ne saurais nommer aucune essence ; mais la quantité de fossiles terrestres et lacustres que m'ont fourni les couches en question est assez considérable. Je dois à la science et à l'obligeance de M. Locard la détermination du premier groupe de ces fossiles : ce sont les vingt et une espèces suivantes :

*Planorbis Thiollieri* (Mich.). — *Plan. Crosseanus* (Bourg.). — *Plan. rotundatus* (Poiret). — *Helix Chairi* (Mich.). — *Hel. Neyliesi* (Mich.). — *Hel. spec. ind.* — *Zonites Colonjoni* (Mich.). — *Limnæa Bouilleti* (Mich.). — *Paludina (Vivipara) ventricosa* (Mich.). — *Sphærium Normandi* (Mich.). — *Clausilia (Milne-Edwardsia) Terveri* (Mich.). — *Claus. Baudoni* (Mich.). *Claus. nov. spect.* — *Claus.* (trois espèces indét.). — *Craspedopoma conoidale, var. minor* (Sand.). — *Bithynia delphinensis* (Loc.). — *Testacella Deshayesi* (Mich.). — Œufs de *Testacella* et graines de *Chara*. La *Clausilia Terveri* ne s'est trouvée que brisée et écrasée.

A ces espèces, réparties surtout dans la partie supérieure des couches, viennent s'ajouter trois précieuses trouvailles : une molaire de *Mastodon Borsoni* (Hays), une autre molaire de *Mastodon Arvernensis* (auct.), et un maxillaire inférieur avec dents de *Rhinoceros leptorhinus* (Cuv.), d'après la détermination qu'a bien voulu m'en faire M. le docteur Depéret. Sur ce dernier point M. A. Gaudry, moins affirmatif, n'a pu se prononcer entre le *Rh. leptorhinus* et le *Rh. Schleiermacheri* : ce dernier ayant son habitat généralement plus bas que le précédent.

Ces fossiles classeraient donc les marnes et argiles en question au niveau de celles de Hauterives (Drôme) et au niveau des marnes à *Paludines*, de la Bresse. Mais on sait que l'accord est loin d'être fait sur la position de cette formation dans le Pliocène. M. l'Ingénieur en chef F. Delafond et M. le professeur Depéret, précédés eux-mêmes dans leur opinion par feu Fontannes, la regardent comme appartenant au Pliocène *moyen* ; mais des considérations que j'exposerai plus loin m'obligent à comprendre encore dans le Tertiaire supérieur les sables, argiles et graviers *h*, ci-après. Me plaçant donc sous l'autorité de M. Falsan (*La Période glaciaire*, Germer-Baillière, 1889, p. 224), et sous celle de M. Renevier qui a étudié la plaine de Lyon (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3<sup>e</sup> série, tome IV, page 197), je proposerai de rattacher au Pliocène *inférieur* les marnes et argiles *d*.

On sait que Fontannes avait même regardé comme appartenant au Miocène supérieur les tufs de Meximieux, ainsi que les « argiles à lignites de Hauterives ». (*Bul. Soc. de géol. Fr.*, 3<sup>e</sup> série, tome V, page 557).

Sans doute, les caractères minéralogiques sont fort différents entre la présente couche *d* et la mollasse Tortonienne précédente *c* ; mais je ne dois pas omettre de dire que, près de l'hectomètre 25, le point de passage entre ces deux formations est absolument insaisissable, et c'est en vain que je l'ai cherché très attentivement à l'emplacement déblayé d'un anneau de voûte de 6 mètres de longueur, dont les extrémités pénétraient dans chacun des deux dépôts. La mollasse paraissant Tortonienne à M. Depéret, je ne regarderais pas comme impossible que, malgré leur faune, les marnes appartenissent au même sous-étage, comme cela a lieu au premier chemin de fer funiculaire de la Croix-Rousse ? Mais alors, on tombe dans la confusion entre les marnes et argiles à lignites de Hauterives (Pliocènes) et celles de la Tour-du-Pin (Tortoniennes). On sait que le *Zonites Colonjoni*, habituel aux marnes Pliocènes, descend jusque dans le Miocène, d'après Fontannes. Ce n'est pas même le seul fossile Pliocène qui ait été trouvé dans les marnes Tortoniennes de la Croix-Rousse, car elles

ont aussi fourni entre autres: *Helix Nayliesi* et *Limnæa Bouilleti*. C'est ce qui a conduit MM. Falsan et Locard (*Note sur les formations Tertiaires et Quaternaires des environs de Miribel*) à rapprocher l'altitude moyenne de 230 mètres, des marnes et argiles de la Croix-Rousse de l'altitude égale des argiles du Bas-Neyron, en concluant que ces argiles gisent horizontalement. En l'absence de points intermédiaires, on pouvait penser ainsi.

Mais les travaux du souterrain, qui ont atteint les mêmes argiles vers la cote 180, montrent que les dépôts en question ont une forte inclinaison de la Croix-Rousse au moins jusqu'au souterrain. Je dis *au moins*; car, à mes yeux, cette inclinaison se prolonge jusqu'au ravin de Sathonay qui m'a toujours paru, avec le ravin correspondant de la Cadette, occuper l'emplacement d'une faille que M. Tardy a également remarquée, et dont la lèvre relevée serait du côté de la Dombes. En effet, dans le premier de ces ravins, l'escarpement N. est en grande partie Pliocène; tandis que du côté S., le talus est formé de graviers Quaternaires. Je sais bien que plusieurs géologues, et de distinction, veulent voir dans cette discordance l'effet d'une immense ablation des dépôts Tertiaires du côté S., remplacés plus tard par des dépôts Quaternaires après le passage du Rhône à cet endroit; mais je ne saurais, sur ce point partager leur manière de voir; et sur ma coupe de Sathonay à la Croix-Rousse, j'ai rendu compte de la façon que j'entends, du N.-E. au S.-O., la stratigraphie de la colline. Mon interprétation des faits est antérieure aux travaux du souterrain, et elle est due à l'examen avec plans cotés, du coteau de la Saône dont les affleurements vont tous en pente douce vers le N.-E., ainsi que je le ferai ressortir en traitant de l'hydrologie de la colline. Les travaux précités n'ont fait que me confirmer dans mon opinion.

#### **e. Sables mollassiques du pliocène moyen.**

Je réunis ici deux assises qui appartiennent certainement à un même dépôt, mais qui présentent entre elles des différences assez notables et nettement tranchées.

La partie inférieure, *e*<sup>1</sup>, se compose de sables mollassiques fins et très serrés, gris ou blanchâtres, et presque exclusivement siliceux et à peu près inattaquables aux acides. Leurs éléments sont : du quartz hyalin ou laiteux souvent cristallisé régulièrement, du feldspath rose ou kaolinisé et du mica blanc, le tout découpé par quelques rares lits peu épais de petits cailloux également siliceux, inclinés assez fortement de la Saône au Rhône. Un puits creusé à l'entrée du souterrain, près l'hectomètre 22, a accusé la présence, dans ces sables, d'une petite couche d'argile plastique grise. Cette partie inférieure n'a fourni aucun débris organique.

La partie supérieure, *e*<sup>2</sup>, a sa masse composée des mêmes sables fins et siliceux ; mais elle est caractérisée par une teinte ferrugineuse très prononcée suivant certaines zones, et par la présence d'une grande quantité de troncs d'arbres silicifiés non roulés et bien *en place*. Des lits de cailloux à teinte de fer et de manganèse se sont déposés dans la masse comme en stratification dite *de rivière*, avec une forte inclinaison de l'O. à l'E. Quelques infiltrations de carbonate de chaux ont agglutiné ces sables par places, pour en former de petits bancs de mollasse dure.

Dans certains échantillons des bois silicifiés, j'avais cru reconnaître la structure de Chêne, et j'avais pensé au *Quercus præcursor* de M. de Saporta ; mais ce savant, à qui j'ai présenté un de ces échantillons, m'a engagé à une grande réserve dans la détermination, même générique de ces bois.

Outre ces bois fossiles, et après de longues recherches, j'ai fini par découvrir deux exemplaires du *Zonites Colonjoni* (Mich.), dans un petit lit de gravier ferrugineux ; enfin, sur la fin des déblais de cette partie, on a mis à jour une molaire de *Mastodon Arvernensis* (Auct.).

Ces sables de l'entrée du souterrain m'avaient d'abord paru être la continuation des bancs de mollasse argilo-sableuse qui affleurent dans le coteau de la Saône ; et regardant celle-ci comme Helvétique, il s'ensuivait pour moi que les sables mollassiques en question étaient aussi Helvétiques. Mais la découverte certaine de fossiles caractéristiques et la subordination des marnes à Paludines

m'ont nécessairement amené à suivre dans leur opinion feu Fontannes, d'abord, et ensuite MM. Delafond et Depéret, et à assimiler ces sables aux *sables de Trévoux*, en les rangeant dans le Pliocène moyen.

*f. Gravieres et Poudingues du pliocène moyen.*

Couche de composition très complexe et variée, à stratification confuse et formée en général de cailloux roulés où les quartzites dominent, et où l'on trouve aussi des roches granitiques et dioritiques, du calcaire gris, blanc et rose, du quartz lydienne et du jaspe rouge (exotique de M. Pillet) : le tout empâté dans un sable argilo-ferrugineux renfermant du quartz hyalin peu roulé, et un peu de mica blanc. Une partie des quartzites sont décomposés et épuisés ; ils sont devenus bruns par une imprégnation de manganèse et tombent en poussière ; ou bien ils se divisent suivant des plans de clivage formant entre eux des angles de 84°, 90°, 96° et 132°. Les cailloux granitiques et dioritiques ont également été atteints par la décomposition ; leur feldspath s'est kaolinisé et ils tombent en sable sous la pression des doigts. La base de ce dépôt est fortement rubéfiée.

Les exceptions aux caractères généraux qui précèdent sont les suivantes :

1° A l'hectomètre 24, la masse, très ébouleuse, est presque uniquement formée de très gros galets de quartzite enduits d'une abondante boue de manganèse ;

2° Entre les hectomètres 27 et 31, la masse générale renferme des amas, sans transition bien tranchée, de graviers où le sable argilo-ferrugineux est remplacé par un sable pur, très fin, gris et siliceux ; et alors les cailloux décomposés disparaissent. Sur beaucoup de points, ces graviers se sont agglutinés par du carbonate de chaux en poudingue extrêmement dur, fortement cimenté et compact, et dont la cassure laisse voir, outre les éléments déjà signalés, des calcaires roulés, tout à fait noirs. A la coupe, ces poudingues sont indiqués par des hachures.

Comme matières rencontrées accidentellement dans les graviers *f*, je dois mentionner ;

1° Aux environs des hectomètres 26 et 27, une certaine quantité de morceaux peu roulés de calcaire Bajocien à *chailles*, plus rougeâtres que ceux de Couzon et se rapprochant de ceux des environs de Mâcon :

2° A l'hectomètre 28, un petit banc de calcaire argileux et gris-jaunâtre, de 3 mètres de largeur et en place, à peu près horizontal, mais présentant quelques dislocations ;

3° De nombreuses ætites dans toutes les parties où la gangue des graviers se trouve argilo-ferrugineuse ;

4° Dans les mêmes endroits, un assez grand nombre d'amas d'un à plusieurs décimètres cubes d'une pâte très ferme, brune et onctueuse, et composée d'argile et de lignite broyés ;

5° Enfin, 4 blocs de 0,20 à 0,35 de mètre cube, allongés, plats et à angles peu émoussés ; dont 2 de gneiss rouge friable ; 1 de calcaire argileux gris-jaunâtre ; et 1 dernier de grès gris, très dur. Les blocs de gneiss sont à rapprocher de deux autres que l'on peut encore voir en saillie, sur l'escarpement vertical d'une gravière ouverte dans les mêmes dépôts, entre Miribel et le Mas-Rilliez. Le bloc de calcaire a une provenance que je ne soupçonne pas ; mais le bloc de grès a très probablement son origine dans la mollasse argilo-sableuse *c*.

MM. Delafond et Depéret, avec lesquels j'ai eu l'avantage d'étudier la couche *f*, la considèrent comme représentant parfaitement le *Conglomérat bressan*, d'Élie de Beaumont, qui se montre si développé sur une trentaine de mètres de hauteur, entre Miribel et Meximieux ; mais au souterrain, la même couche n'a qu'une dizaine de mètres d'épaisseur, au maximum. Sa surface montre là, comme pour les trois précédentes, l'action d'un ravinement énergétique.

Pour ces savants géologues, elle serait le dernier terme du Pliocène ; mais comme conséquence de ma classification des couches voisines subordonnées et supérieures, je rattacherai encore la couche *f*, au Pliocène *moyen*.

Au sujet de cette couche, j'ai signalé deux faits que je considère comme importants : l'altération et la décomposition d'un grand nombre de cailloux ; et la présence, dans le même dépôt, de blocs anguleux de roches qui ne sont pas remaniées des assises inférieures.

Et d'abord, à quelle cause attribuer la décomposition des cailloux ? A leur ancienneté, m'a-t-on dit ! Mais les cailloux Miocènes, quartzites ou granites, plus anciens, n'ont pas éprouvé cette décomposition ; au contraire, on la retrouve sur beaucoup de cailloux immédiatement sous les dépôts glaciaires, dans la partie supérieure des graviers Quaternaires des environs de Lyon, à Saint-Denis-le-Chosson (Ain), et surtout sur le souterrain lui-même.

En second lieu, les eaux auraient-elles pu transporter des blocs du volume et de la forme indiqués, surtout sans arrondir leurs arêtes ?

Ces deux questions amènent naturellement à l'esprit une idée de glacier dès l'époque envisagée ; mais je n'ose insister, et à ces questions, je ne puis que répondre : je ne sais pas !...

Je hasarderai cependant une hypothèse : c'est que les blocs dont il s'agit ont été transportés sur de petits *ice-berg* voyageant devant les glaciers longtemps avant l'arrivée de ceux-ci dans notre pays ? Je trouve cette hypothèse appuyée par une note de M. Pareto qui l'avait déjà émise au sujet des terrains Miocènes du Piémont (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1864-65, p. 223).

#### g. Argile inférieure du Pliocène supérieur.

Dans le coteau de la Saône et un peu en amont du souterrain, se trouve l'affleurement d'une couche d'argile plastique généralement jaune, quelquefois brune. Cette couche a été en grande partie enlevée par les érosions ; mais quelques restes en ont été rencontrés vers l'hectomètre 28, et surtout à l'hectomètre 31, où une puissante carapace de calcaire jaunâtre et marneux a protégé cette argile sur une longueur de 25 mètres, assez grande pour faire figurer ce reste à la coupe. Enfin, un dernier lambeau s'est trouvé démantelé sur la penté d'un talus d'érosion, entre les hectomètres 31 et 32.

Ces quatre lambeaux d'argile sont autant de jalons ou repères d'une ligne inclinée de la Saône au Rhône, qui montre bien, à mes yeux, le profil primitif de la couche en question suivant l'axe du souterrain. Je parlerai plus loin du prolongement probable de la même couche par dessous les graviers de Saint-Clair, et peut-être par dessous le Rhône.

J'ai arrêté à l'hectomètre 24 le premier lambeau de cette argile qui affleure dans le coteau, parce que c'est à ce point qu'ont commencé les chutes d'eau dans les travaux du souterrain; jusque-là, on me paraît avoir été préservé des eaux par ce premier lambeau.

La carapace de calcaire que j'ai indiquée à l'hectomètre 31 porte bien les traces de l'érosion qu'a subie la couche d'argile à laquelle appartient ce calcaire. En effet, la surface en est arrondie, mamelonnée et couverte de nombreuses stries, mais plus courtes que celles glaciaires.

Aucune trace de corps organisé n'a été trouvée dans cette argile; mais son étendue primitive, son inclinaison régulière et concordante avec celle des assises voisines, et enfin, la présence de calcaire compact dans sa masse me la font ranger encore dans le Tertiaire et, alors, dans le Pliocène supérieur, avec le groupe de dépôts suivants.

#### **h. Sables, graviers et argiles du Pliocène supérieur.**

Je réunis sous ce titre une puissante formation de sables, de graviers agglomérés ou non, et d'argiles ayant ensemble une quarantaine de mètres d'épaisseur. Cette formation a pu être étudiée dans les coteaux de la Saône et du Rhône, et dans un vallon parallèle au souterrain entre les hectomètres 41 et 45; deux puits du souterrain l'ont traversée près des hectomètres 40 et 44; et enfin, le souterrain, lui-même, l'a atteinte entre les hectomètres 27 et 46.

Les subdivisions très nettes que l'on remarque dans cette formation sont les suivantes :

1° Graviers sableux, ébouleux, jaunâtres et stratifiés régulièrement. Parmi les cailloux dominent les quartzites dont le volume

atteint 5 et 8 décimètres cubes, entre les hectomètres 26 et 36, et près du contact avec le dépôt inférieur où quelques-uns sont épuisés ; puis, comme ordre décroissant d'abondance, viennent des calcaires gris (Lias inférieur des Alpes ?) qui font prédominer leur teinte sur les graviers, lorsque ceux-ci ont été lavés. Viennent ensuite, comme cailloux roulés, d'autres calcaires noirs, blancs ou rougeâtres ; des granites et des diorites non décomposés ; et enfin, du jaspé rouge et des ætites bien caractérisées, quelquefois en assez grande quantité. Le sable qui accompagne ces graviers dans la proportion de 25 à 30 pour 100, et auquel ils doivent leur teinte habituelle, est généralement un peu argileux et grossier, sauf à la base entre les hectomètres 37 et 46 où il est fin et exempt de cailloux. Ce sable renferme du mica blanc et quelques débris de fossiles : balanes, pecten, petit polypier branchu, etc.

Cette première zone est découpée par quelques lits peu étendus d'argile jaune, feuilletée et sablonneuse ; et par des bancs de mollasse dure et de poudingue lâche indiqués par des hachures. La même zone a fourni plusieurs petits amas de pâte brune, comme celle signalée dans la couche *f* précédente, et renfermant une grande quantité de débris de coquilles terrestres et lacutres, et particulièrement une très petite intacte : *Craspedopoma conoidale* (Sandbg.) et des graines de *Chara*. On a trouvé en outre dans cette zone : du côté de Saint-Clair, trois fragments d'os indéterminables, et un tronçon de défenses d'*Elephas* qui n'a pu être conservé ; sur divers points, de petits blocs peu roulés et de nature très variée, un morceau de minerai de fer oolithique, probablement du Toarcien qui doit être peu éloigné ; enfin, près la tête Sainte-Clair, des zones fortement teintées par des dépôts de manganèse.

2° Sables fins mollassiques, purs, gris-jaunâtres et finement stratifiés, à grains anguleux de quartz hyalin ou laiteux, de calcaire noir ou blanc, de jaspé rouge, etc., de moins d'un millimètre de grosseur, auxquels s'ajoute du mica blanc ou jaune. Les acides produisant une vive effervescence sur ces sables qui sont agglutinés, par places, en plaques de mollasse dure. En outre, ils renferment des lits ondulés d'argile blanc-jaunâtre stratifiée en minces feuillets

et dans laquelle j'ai recueilli, noyés dans la masse, des cailloux anguleux de roches éruptives. Quelques débris de fossiles marins s'y rencontrent aussi, comme dans la zone précédente.

3° Succession de petites assises de graviers et de sables grossiers gris ou ferrugineux, argileux ou purs, déposés régulièrement vers la base, mais couronnés par un important dépôt de graviers à stratification un peu confuse. Dans le coteau de la Saône, où ce dernier dépôt a plus d'importance que vers le Rhône, il est aggloméré en une forte masse de poudingue en formant de longs escarpements; mais, vraisemblablement, il n'en est pas de même dans l'intérieur de la colline où il a dû rester à l'état de gravier meuble, à cause du manque d'air atmosphérique qui, n'ayant pas mis l'acide carbonique en liberté, n'a pas permis au carbonate de chaux des eaux d'infiltration de cimenter ces graviers. C'est ainsi que les deux puits du souterrain n'accusent que de minces lentilles de poudingue à leur passage dans la zone en question. Une autre condition de formation des poudingues que je crois avoir retrouvée dans toutes les couches qui en renferment, c'est la présence de sables, grossiers ou fins, mais bien purs, bien lavés et exempts d'argile. Une faible quantité de cette matière fait que l'on a des poudingues caverneux et à texture lâche. Ce fait pourrait être rapproché d'un autre: c'est que, dans les chaudières à vapeur, faute de désincrustants spéciaux, on emploie quelquefois l'argile mêlée à l'eau pour empêcher les incrustations calcaires de ces chaudières. D'après cela, il y aurait à penser que le mélange des particules argileuses avec celles calcaires empêche mécaniquement l'agglomération de ces dernières.

Vers la base de cette zone, une assise renferme de nombreux cailloux de quartzite épuisés et imprégnés de fer. Partout ailleurs, ce sont des quartzites ordinaires, divers calcaires surtout gris et des roches cristallines qui forment le cailloutis. Les sables sont micacés et contiennent quelques petits débris de coquilles indéterminables.

4° Argile jaune sablonneuse, finement stratifiée, avec mica blanc et plaquettes de mollasse dure. A l'emplacement du tunnel, cette petite couche a été reconnue dans le coteau de la Saône et dans les deux puits de ce tunnel, avec une allure et un facies très réguliers;

de plus, elle porte le principal niveau d'eau de la colline, ce qui permet de la reconnaître d'autant mieux sur d'autres points de cette colline.

Dans les poses successives des boisages de la petite galerie d'avancement, de la grande galerie et des abatages en grande section, il s'est toujours produit, au toit, un affaissement qui a été en moyenne d'une trentaine de centimètres pour tout le souterrain ; mais qui a quelquefois atteint 0<sup>m</sup>,50. Cet affaissement a eu pour effet probable d'imprimer, au terrain supérieur, un mouvement qui, de proche en proche, a atteint, en la rompant, la couche imperméable de l'argile qui formait toiture ; c'est précisément à cette rupture que doivent être attribuées des chutes d'eau assez considérables qu'on a rencontrées successivement, au fur et à mesure de l'avancement des déblais supérieurs, surtout entre les hectomètres 26 et 39. Après un ou deux mois, le niveau d'eau s'épuisant, les chutes ont perdu de leur importance ou sont même complètement disparues.

A l'hectomètre 46, un petit éboulement qui s'est produit jusqu'au terrain naturel montre que la couche d'argile, quoiqu'assez élevée au-dessus du souterrain, a pu être disloquée comme je le pense ; puisque, à cet éboulement, le mouvement s'est propagé sur 16 mètres de hauteur, en laissant au sommet un vide presque égal aux quelques mètres cubes tombés vers le bas.

Il est à remarquer que, malgré la continuité de la couche d'argile vers Saint-Clair, les chutes d'eau de ce côté, de même que dans les puits, ont été presque nulles ; sauf celles entre les hectomètres 45 et 46, dont je parlerai tout à l'heure.

Je me crois fondé à attribuer le peu d'eau que l'on a rencontré de ce côté au voisinage d'un vallon dont j'ai tracé la projection en pointillé sur la coupe N° 1. Ce vallon est situé à l'O. du souterrain qu'il suit parallèlement à 100 et à 120 mètres de distance. Cette profonde dépression interceptant la couche argileuse du même côté, que je regarde comme le côté relevé, cette couche ne reçoit presque plus d'autre eau que celle provenant de l'infiltration verticale des pluies.

Entre les hectomètres 45 et 46, il s'est déclaré, lors des premiers

déblais, une abondante chute d'eau, très diminuée aujourd'hui, mais qui persistera très probablement. Je pense que le peu d'eau que retient la couche d'argile se déverse dans les terrains perméables inférieurs, à l'extrémité et au point bas de cette couche; et que la chute d'eau correspond précisément à cette extrémité.

5° Sable gris-jaunâtre, micacé, mollassique, très fin et un peu argileux; renfermant vers sa base les eaux d'infiltration retenues par l'argile précédente et subordonnée. L'allure de cette assez puissante couche de sable est très régulière, et sa stratification est bien nette; mais il est probable que sa surface a été profondément labourée par les graviers qui la surmontent. On y découvre des débris de petites coquilles marines et quelques *Dendrophyllia Colonjoni*, remaniés. Cette assise serait, à mes yeux, le terme supérieur de la formation dont je viens de parler, en même temps que du Pliocène supérieur. C'est l'opinion que je vais essayer de justifier.

Pour atteindre ce but, j'admettrai d'abord que les diverses formations du souterrain, inférieures et moyennes jusqu'au groupe d'assises *h*, inclusivement, ont un pendage assez prononcé vers le N.-E. C'est ce que j'établirai plus loin, dans quelques mots d'hydrologie, pour ne pas trop diviser la présente énumération des couches.

Or, cette concordance de stratification inclinée ne me paraît pouvoir être attribuée qu'à un mouvement orographique également assez prononcé. Si donc, comme le veulent mes savants contradicteurs, les dépôts *h* ne sont que du Quaternaire inférieur, le mouvement qui les a inclinés ne se serait, lui-même, produit que vers le Quaternaire moyen: ce qui me semble bien récent, et difficilement admissible; bien qu'en certains pays, on en cite de plus récents encore et même d'actuels.

Mais au contraire, M. le docteur Depéret a peine à croire, pour notre région, à un mouvement même post-Pliocène; et alors, il préfère attribuer l'inclinaison des couches à leur sédimentation sur un plan incliné. J'objecte à cette théorie que, par rapport au cours ancien du Rhône, l'inclinaison n'est pas seulement *transversale*, mais

bien à peu près complètement *en sens inverse* ; et que ce serait un hasard extraordinaire que deux causes bien différentes (mouvement du sol pour le Sinémurien et le Miocène ; sédimentation inclinée par le Rhône) aient concouru au même effet, c'est-à-dire à produire des inclinaisons concordantes.

Dans leur *Monographie géologique du Mont-d'Or lyonnais*, MM. Falsan et Locard ont signalé, pour ce massif montagneux, un mouvement du sol qu'ils placent entre le Pliocène et le Quaternaire. Incidemment, la présence de cailloux roulés sur les sommets de ce massif serait expliquée par ce mouvement orographique récent.

M. Fontannes a signalé de ces mouvements post-Pliocènes dans ses *Etudes des terrains Tertiaires de la région Delphino-Provençale*, page 7 ; et M. Pareto rapporte un mouvement au même âge dans la partie septentrionale des Apennins (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1864 65, page 141).

M. Falsan m'a toujours dit qu'il considérait comme Pliocènes la plus grande partie des sables et graviers de la colline de Caluire, au-dessous du glaciaire ; et il reproduit cette opinion dans son récent ouvrage : *La Période glaciaire*, page 227.

M. le docteur Depéret admet que l'époque glaciaire est *très ancienne*, et que l'*Elephas primigenius* que l'on attribue à cette époque pourrait bien être l'*E. meridionalis*, qui appartient au Pliocène supérieur.

Je m'arrête, craignant d'être long ; et espérant avoir fait partager ma conviction que les couches *h* sont encore Pliocènes.

#### **i. Graviers préglaciaires du Quaternaire inférieur.**

Cette formation, dont l'aspect tranche sur celui des précédentes, est visible sur le coteau de la Saône où elle forme corniche. A l'O. du Vernay, le long du chemin de la Combe, elle est représentée par de gros bancs de poudingue ; la gravière et le chemin de fer à l'E. du bourg de Caluire l'ont entamée sur une quinzaine de mètres de profondeur ; elle peut être étudiée sur le flanc E. du vallon qui

longe le souterrain, entre les hectomètres 40 et 44; enfin, les deux puits de ces hectomètres l'ont traversée.

Sa puissance totale sur le souterrain est d'une trentaine de mètres; mais au vallon de Sathonay, elle en atteint une quarantaine, alors qu'à la Croix-Rousse elle n'est plus que d'une dizaine de mètres. C'est que sa base est inclinée vers le N.-E., comme nous l'avons déjà vu, alors que son niveau supérieur suit la pente générale presque inverse du sol actuel et du N.-E. au S.-O.

Sa composition est assez variable suivant les points où on l'observe. Dans tous les cas, sa disposition accuse un dépôt tumultueux et chaotique; sa stratification est presque partout confuse et n'est guère marquée que par quelques lits d'argile, par des lentilles de sable ou par des zones de cailloux qui se sont un peu triés suivant leur volume.

Sur le souterrain, la formation *i* débute, à l'hectomètre 24, par une couche de petits graviers sableux et ferrugineux, probablement couronnée par une ou plusieurs couches d'argile à peu près horizontales, sur lesquelles s'alimentent, entre les cotes 225 et 230, les puits de Caluire, du Vernay et des Brosses, sur une étendue de 150 à 200 hectares.

Au-dessus et au même point viennent des graviers à sable pur, fin, micacé et gris, agglomérés en poudingue. Vers les hectomètres 33 à 35, dans la gravière de Caluire, ce sont des graviers et des sables chaotiques, argileux et rougeâtres, avec intercalation de petites couches d'argile; enfin, aux puits du souterrain, les mêmes graviers argileux renferment quelques amas de poudingue lâche. Les éléments dominants de cette couche sont : des quartzites roulés dont le volume atteint 10 et 15 décimètres cubes; des calcaires noirs, gris ou blanchâtres de même volume que les quartzites dont quelques-uns striés; puis viennent des gneiss amphiboliques, des diorites, des granites, des micaschistes, etc., dont un certain nombre sont décomposés, surtout vers la partie supérieure; enfin, on y trouve aussi du jaspe rouge et des sortes de *septaria* ferrugineuses à ossature quartzreuse.

A l'hectomètre 25 affleure une couche de graviers avec gros

cailloux dont plusieurs décomposés, ayant pour gangue un sable grossier très argileux et ferrugineux.

Tel serait, pour moi, le premier terme du Quaternaire *inférieur*, comme conséquence du rangement de la formation précédente dans le Pliocène *supérieur*. De plus, on sait que dans une tranchée du chemin de fer près de la pompe à feu de Sathonay, les assises *i* renferment une petite grotte dans laquelle on a découvert des ossements qui ont d'abord donné lieu à une méprise rectifiée par M. Chantre (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3<sup>e</sup> série, tome XIII, p. 59, et *Bull. Soc. d'anthrop. de Lyon*, 1885, page 177). La faune en question est du Quaternaire moyen, et M. le docteur Depéret, si spécial en cette matière, a reconnu à cette faune un « caractère d'ancienneté, avec des formes de passage vers la faune de l'*Elephas antiquus*, du Pliocène supérieur, ou du Quaternaire le plus ancien ». Si donc, cette faune se rapproche seulement du *Quaternaire le plus ancien*, les 50 mètres d'alluvions dans lesquelles est ouverte la grotte ne peuvent être, elles-mêmes au moins, que ce *Quaternaire le plus ancien*, et dès lors, ce qui est au-dessous est antérieur à ce même Quaternaire, c'est-à-dire du Pliocène *supérieur*.

On n'échapperait à cet argument qu'en admettant que toutes les formations *g* à *i*, inclusivement, sont du même âge ; mais j'ai cru montrer suffisamment que la stratification, l'inclinaison et la nature des formations inférieures *g* et *h* empêchaient absolument de les synchroniser avec les dépôts *i*.

#### ***i*. Dépôts glaciaires du Quaternaire inférieur.**

Comme pour les précédents, la nature de ces dépôts est très variable, mais d'ailleurs bien connue et décrite dans maints ouvrages de géologie locale. Je ne ferai donc qu'une description rapide de deux gisements qui figurent sur la coupe du souterrain.

Les dépôts glaciaires sont étalés sur une grande partie de la colline de Caluire où ils forment, éparses, des buttes morainiques presque complètement calcaires. La coupe du souterrain en montre,

entre les hectomètres 25 et 40, une nappe où les éléments siliceux dominant pourtant. Ce sont des blocs et des cailloux anguleux ou peu roulés, souvent striés et accompagnés d'une boue calcaire ou argileuse, suivant les cas. Quelques traces de stratification, avec petites couches d'argile, apparaissent dans un emprunt du chemin de fer, entre la station de Caluire et celle du Vernay.

Un autre dépôt se présente sur le souterrain, en placard sur la pente et entre les hectomètres 44 et 46. Là, presque tout est siliceux en formant un magma argilo-graveleux, renfermant de nombreux blocs peu volumineux et ne dépassant guère un demi-mètre cube.

Je pense, avec M. Falsan, que ces dépôts sont encore à classer dans le Quaternaire *inférieur*.

#### *h.* Lehm, du Quaternaire moyen.

Cette formation, si abondante dans les environs, n'est représentée sur le souterrain que par deux lambeaux : l'un argileux, à l'hectomètre 39 ; et le deuxième sableux, sur la pente et au pied de l'escarpement de Saint-Clair, entre les hectomètres 46 et 47.

Ce deuxième lambeau est composé de couches alternativement sableuses et argileuses, disposées en stratification ondulée et appliquées suivant la pente du coteau. Outre les coquilles terrestres propres à ce dépôt, on y a découvert diverses parties de maxillaires d'un cheval de petite taille, avec leurs molaires ; mais un fossile beaucoup plus intéressant en a également été retiré.

Il s'agit d'une portion de tête de Renne, trouvée à l'hectomètre 47, et composée de l'occipital, du pariétal gauche, ainsi que du frontal du même côté avec le bois y adhérent. La longueur développée de ce bois est de 1<sup>m</sup>,18, et il se termine par une large empaumure ; un andouiller médian se terminait de même, mais son empaumure a été écrasée ; enfin la partie inférieure du bois était ornée d'un andouiller inférieur dont il ne reste que la base.

Le Muséum de Lyon, auquel ce beau fossile a été offert, n'en possédait pas d'aussi complet ; et il en est de même du Muséum de Paris, au dire du savant M. A. Gaudry.

Cette découverte a fait, de ma part, l'objet d'une communication à la Société d'anthropologie de Lyon, en raison de la contemporanéité du Renne avec les premiers âges de l'homme, d'après l'opinion de M. de Lapparent et de bien d'autres maîtres de la science.

Le lehm prend assez généralement place dans le Quaternaire *moyen*.

#### l. Alluvions anciennes de la Saône.

L'ordre de la chronologie géologique m'oblige à placer ici les alluvions anciennes de la Saône reposant sur le Tertiaire, et composées de sables et graviers ferrugineux, à cailloux roulés siliceux du Beaujolais, et blocs de nature calcaire (Sinémurien et Bajocien), atteignant un volume de 50 décimètres cubes. La base d'un bois de *Cervus elaphus* (Linn.) a été retirée de ces alluvions.

Je pense qu'elles appartiennent au quaternaire *supérieur*.

#### m. Argiles, dites de la Caille.

Argile bleuâtre ou noirâtre, plastique ou sablonneuse, renfermant des débris végétaux et de très nombreux petits Gastéropodes desquels j'ai recueilli 7 espèces, que M. Locard a bien voulu me déterminer; ce sont :

*Bithinia tentaculata* (Linn.). — *Limnea auricularis* (Linn.). — *L. palustris* (Linn.). — *Planorbis Crosseanus* (Bourg.). — *Valvata alpestris* (Zieg.). — *Thecodoxia fluviatilis* (Linn.). — *Sphærium corneum* (Linn.), non compris des débris d'Unios ou d'Anodontes indéterminables.

Des restes de mammifères ont également été trouvés dans cette argile, notamment : une tête complète de *Canis* aujourd'hui perdue, et que je n'ai pu soumettre à l'examen de M. le docteur Depéret.

Enfin quelques instruments de fer en ont été retirés; mais ils

pouvaient avoir pénétré dans l'argile molle après son dépôt ; d'ailleurs, aucun de ces objets ne caractériserait une époque.

L'âge de cette argile est rapporté au Quaternaire *supérieur*.

#### n. Terre végétale et éboulis.

Ces dépôts se rapportent très probablement à une longue série de siècles; et je pense que leur base aurait eu chronologiquement sa place avant les deux formations fluviales précédentes.

Au point de vue géologique, la terre végétale et les éboulis dont il s'agit ne présentent aucun intérêt; mais en parlant, tout à l'heure du Lehm et du Renne, j'ai glissé sur la pente qui conduit de la Géologie à l'Archéologie préhistorique. Qu'il me soit donc permis de faire encore quelques pas sur cette pente !

Entre les hectomètres 47 et 48, et à la base de la terre végétale j'ai reconnu un foyer préhistorique établi sur un pavage en cailloux, avec cendres, charbon et très petits débris d'os carbonisés; de plus des fragments de poterie grossière, faite à la main, mal cuite et avec grains de quartz se détachant sur la pâte, se sont trouvés disséminés autour du foyer et sur une zone d'environ trois mètres de hauteur. Au-dessus de cette zone, bien limitée par une petite couche de cailloux vient la zone romaine qui a un mètre d'épaisseur et qui a été datée par la présence de deux monnaies d'Auguste et de Dioclétien, ainsi que par des morceaux de vases et de tuiles de la même époque.

Près de l'hectomètre 48, on a également mis au jour un squelette humain; mais il n'était accompagné d'aucun objet pouvant renseigner sur son âge. D'un autre côté, il ne m'a paru offrir aucune particularité intéressant l'Anthropologie, et il a été rendu à la terre.

## II

## HYDROLOGIE DE LA COLLINE

C'est une opinion très répandue et généralement reçue que les eaux de la colline de Caluire viennent de la Dombes. C'était celle de Fournet ; et après ce savant professeur, MM. Falsan et Locard l'ont reproduite dans leur excellent ouvrage : *Monographie du Mont-d'Or lyonnais*, page 36. Plus tard encore, en 1883, M. l'ingénieur Torcapel a repris cette idée dans une étude géologique inédite de la colline.

Cette opinion repose sur l'existence incontestable de sources beaucoup plus abondantes dans le coteau de la Saône que dans celui du Rhône ; mais remarquons tout d'abord qu'il ne s'agit que de sources *apparentes* qui, seules, ont servi de base aux calculs des savants géologues que j'ai nommés. Oserais-je me croire plus perspicace qu'eux ? Oh non ! certes ; mais la géologie est une science d'observation, et voilà six ans que j'habite sur la colline, que je la parcours et que je l'étudie tant au point de vue géologique qu'au point de vue topographique pour des projets de chemins de fer. C'est ce qui m'a permis de reconnaître que toutes les couches inférieures et moyennes de cette colline sont inclinées vers le N.-E., en déversant la plus grande quantité de leurs eaux de ce côté.

C'est donc cette inclinaison que je dois commencer par établir, ainsi que je l'ai annoncé en discutant précédemment la classification de la formation *h*. L'inclinaison en question est démontrée par les faits suivants :

1° Les bancs de grès de la mollasse Tortonienne *c* ont un pendage que j'ai indiqué en son temps. On m'objectera que les mouvements

du sol post-Miocènes sont admis ; je signale néanmoins la concordance du pendage de cette mollasse tant avec celui du Siménurien subordonné, qu'avec le pendage des couches superposées ;

2° L'argile *g* constitue un bon repère que j'ai déjà mis en relief. Sur l'entrée du souterrain, le dessus de cette argile est à l'altitude 190 mètres ; et à 280 mètres vers le N.-E., la cote est 185 mètres, soit une pente de 0<sup>m</sup>,018. Suivant le souterrain (S. 28° E.), la coupe indique une pente de 0<sup>m</sup>,009 ;

3° Le banc de poudingue qui termine mon groupe *h* représente aussi un repère que l'on peut suivre dans le coteau de la Saône. Sous Caluire, sa partie supérieure est à 219 mètres ; tandis que, sur l'entrée du souterrain, à 1300 mètres au N.-E. du premier point, la cote est 214 mètres, soit une pente d'au moins 0<sup>m</sup>,003. Suivant le même souterrain, entre l'entrée et le puits de l'hectomètre 40, la pente est de 0<sup>m</sup>,011 ;

4° La couche d'argile sablonneuse qui recouvre ce poudingue affleure le long du Rhône, au fond du ravin de Crépieux où elle déverse un niveau d'eau qui alimente probablement aussi le puits de ce hameau. Si donc, on part du puits de l'hectomètre 44, où l'argile est à la cote 200 mètres, et que l'on se dirige vers l'E., sur Crépieux, on a là les cotes 192 mètres et 195 mètres pour une distance de 1200 mètres, soit 0<sup>m</sup>,005 ou 0<sup>m</sup>,006 de pente.

Il existe aux Mercières, deux puits à eau dont le fond est à 210 mètres (puits O.) et 207 mètres (puits E.), et qui ne peuvent s'alimenter que dans le niveau d'eau en question ; ces puits sont situés à 1500 mètres à l'E. de la tête du souterrain, côté Collonges, où la cote de l'argile est de 218 mètres, d'où résulte une pente dépassant 0<sup>m</sup>,006.

Enfin, si l'on rapproche encore du même point de la tête Collonges (218 mètres) la cote d'une sortie d'eau de 950 litres par minute à l'usine Welter, qui se trouve à 1800 mètres au N.-N.-E. du point de départ, on a de ce côté une pente de 0<sup>m</sup>,008. Ce fait est important si l'on considère que les sources énormes de l'usine Welter émergent du flanc O. du promontoire de Montgay entouré par trois vallées ou vallons profonds, et seulement rattaché à la

colline de Caluire du côté S. d'où peuvent seulement venir les sources ;

5° Un puits perdu creusé aux tuileries de la Folie, au N. de la Pape, a été arrêté dans les graviers préglaciaires, à la cote 218 mètres sans atteindre le niveau d'eau. Ce fait, qui ne constitue pas une preuve positive, établit du moins la présomption qu'une pente existe encore de côté.

Comme conclusion de l'exposé et des calculs que je viens de présenter, le pendage des diverses formations que j'ai envisagées est d'environ 0<sup>m</sup>,008 par mètre vers le N.-E, et à peu près dans une direction perpendiculaire à celle d'une faille que j'ai reconnue entre Fleurieu-sur-Saône et la place Saint-Clair de Lyon, faille à laquelle je consacrerai plus loin quelques lignes.

De cette disposition des couches aquifères, il résulte nécessairement que leur approvisionnement ne se fait pas dans la Dombes. D'ailleurs la colline de Caluire est séparée de ce pays par des vallons : celui de Sathonay, au N. ; et les vallons de la Pape et de la Cadette, à l'E. Entre ces profondes dépressions se trouvent les deux puits des Mercières, qui n'ont atteint l'eau qu'à 62 mètres de profondeur, 20 mètres plus bas que les puits de Caluire. On voit donc que sur cette isthme le passage est bien gardé, et qu'aucune communication souterraine n'a lieu entre le plateau de Caluire et celui de la Dombes. Alors, c'est dans les eaux pluviales qu'il faut chercher l'alimentation des couches aquifères ; et les calculs qui suivent vont nous montrer que les pluies suffisent très largement à cette alimentation, bien que d'autres calculs déjà faits sur cette question aient donné des résultats contraires.

Pour donner de la clarté à mes calculs et les présenter d'une manière aussi synoptique que possible, j'en poserai d'abord les bases pour reprendre ensuite les résultats.

1° La superficie totale de la colline de Caluire, calculée jusqu'à moitié des pentes est de 1600 hectares, ou, en mètres carrés 16.000.000.

2° A Lyon, la chute annuelle de pluie était : de 1765 à 1780, de 0<sup>m</sup>,772 ; de 1826 à 1837, de 0<sup>m</sup>,684 ; en 1843, l'*Annuaire du*

*Bureau des longitudes* la donnait de 0<sup>m</sup>,890 ; actuellement, elle est de 0<sup>m</sup>,7038 ;

3° La Compagnie des eaux de Lyon et celle de Sathonay versent journellement 5000 mètres cubes d'eau sur le plateau ; mais les déperditions en sont considérables, et d'ailleurs, cet appoint n'existait pas au temps du jaugeage des sources. Cette recette n'est donc comptée que *pour mémoire*.

4° Sur le coteau de la Saône, entre Caluire et le ravin de Sathonay, M. l'ingénieur Torcapel a fait des relevés constatant la présence de quarante sources, ayant ensemble un débit total de 1680 litres par minute, soit 883.000 mètres cubes par année. En prenant la demi-largeur de la colline vis-à-vis des ces sources, elles correspondent à une superficie de 500 hectares ; mais c'est de beaucoup, même sur le coteau de la Saône, à cause de l'abaissement des couches, la partie qui renferme le plus de sources apparentes ; de telle sorte que, pour le reste du pourtour de la colline, en comptant trois fois la quantité ci-dessus, on sera certainement au-dessus de la vérité. On aura donc, comme quantité d'eau débitée par les sources *apparentes* :  $883.000^{\text{m}^3} \times 3 = 2.650.000^{\text{m}^3}$ .

5° Les relevés faits à l'Observatoire de Lyon établissent que, pour l'année 1885 par exemple, la quantité de pluie tombée est de 0<sup>m</sup>,590 ; et la hauteur d'eau évaporée pendant la même année, de 0<sup>m</sup>,310 : c'est-à-dire à peu près la *moitié*. Mais l'eau exposée toute l'année à l'évaporation perdra beaucoup plus que celle qui tombe sur le sol, en s'infiltrant aussitôt dans les profondeurs ; étant surtout donné que, dans l'espèce, il s'agit d'un sol graveleux très perméable et très absorbant ; et qu'il n'y a absolument que sur les chemins que des eaux sauvages courent, en temps de pluie. J'estime donc que l'évaporation en question doit être ramenée à *un tiers*.

Si, donc, on effectue les calculs sur ces bases, on a ;

Eau de pluie : $16.000.000^{\text{m}^2} \times 0^{\text{m}},70 =$	. . .	11.200.000 <sup>m<sup>3</sup></sup>
dont il y a à déduire environ un tiers, soit . . .	. . .	374.000 <sup>m<sup>3</sup></sup>

<i>Reste comme cube total d'eau infiltrée,</i>	<u>10.826.000<sup>m<sup>3</sup></sup></u>
--	---

Inutile de poursuivre le calcul en plaçant au-dessous de ce chiffre celui de 2.650.000 du débit total annuel des sources ; on voit quel cube énorme reste encore disponible en eau de pluie, pour alimenter des sources souterraines que les couches imperméables de la colline viennent certainement déverser dans le Rhône par dessous d'épais placards d'éboulis et de lehm, qui ne laissent arriver du côté de ce fleuve que peu de sources au jour.

De ce qui précède, on arrive à conclure que les sources du coteau de la Saône, placées sur le côté relevé des couches imperméables, ne proviennent que d'une sorte de trop-plein qui se produit sur le bord O. de ces couches.

Les niveaux d'eau qui me sont connus aux abords du souterrain sont au nombre de trois, savoir :

1° Celui supérieur, horizontal et peu étendu, qui alimente les puits des environs de Caluire sur une étendue de 150 ou 200 hectares ;

2° Le niveau moyen, incliné vers le N.-E. ; il s'étend sur la plus grande partie de la colline, à l'exception du promontoire de la Croix-Rousse. En raison de sa surface, ce niveau est le plus important ;

3° Enfin, le niveau inférieur, incliné comme le précédent, mais localisé par l'érosion d'une grande partie de la couche d'argile qui le porte.

C'est surtout le niveau moyen qui, disloqué par les tassements résultant du creusement du souterrain, a dû fournir l'eau qui a tant gêné les travaux de ce souterrain, entre les hectomètres 26 et 39. Sur certains points, l'eau tombait avec une abondance de beaucoup supérieure à celle de la plus forte pluie ; d'ailleurs, la quantité reçue sur un chantier de 40 à 50 mètres de long a quelquefois atteint 800 litres par minute. Mais au bout de peu de temps et au fur et à mesure de l'avancement, ces chutes perdaient successivement de leur importance ; probablement, parce que la masse aquifère s'épuisait et qu'ensuite les tassements entraînaient du sable fin concourant, avec les sels de chaux, au remplissage sous pression des petits interstices de la voûte.

On n'a pas remarqué que les pluies abondantes ou les sécheresses de l'extérieur aient eu d'influence directe sur le régime des chûtes dans le souterrain. Des remarques faites au moyen de jaugeages de sources rapprochés de la quantité de pluie tombée ne m'ont pas donné de résultats concluants ; mais j'estime qu'il faut peut-être un an pour que les eaux de la surface arrivent au souterrain, en traversant les 70 mètres de terrains qui le recouvrent.

Le niveau d'eau inférieur s'est manifesté par une assez forte arrivée d'eau, entre les hectomètres 31 et 32, aux abords du lambeau d'argile rencontré à ce point : ce faible lambeau se rattacherait donc, en dehors du souterrain, à une étendue plus considérable d'argile. Mais ce même niveau inférieur paraît surtout exister au-dessous de Saint-Clair, en alimentant là les puits à eau de MM. Char-diny et Seurre. En effet, un peu au delà et à droite de l'hectomètre 48, l'un de ces puits a son fond à la cote 164,45, et dans le prolongement des lambeaux reconnus de la couche d'argile *g*. Ce puits, comme les deux autres, à peu près à la hauteur des eaux ordinaires du Rhône, ne subit leur influence qu'en temps de crue et assez rapidement ; mais par les basses eaux du fleuve, l'eau des puits conserve son altitude normale, supérieure alors à celle du Rhône. Je suis donc porté à conclure que la couche d'argile *g* a été épargnée à cet endroit par l'érosion ; et que c'est bien sur cette couche aquifère que sont arrêtés les puits en question.

Je ne parle que pour mémoire de divers petits niveaux sans allure régulière et très locaux, que l'on observe à différentes hauteurs dans les graviers préglaciaires, entre Crépieux et la Pape.

## III

## FAILLES ET DIVERS

1<sup>re</sup> FAILLE. — Avant les travaux, et en étudiant la carte géologique du Mont-d'Or lyonnais, dressée par MM. Falsan et Locard, j'ai remarqué que la base gneissique apparente de ce massif de montagnes était limitée vers l'E. par de nombreux affleurements que l'on observe, en partant du N., à Fleurieux-sur-Saône; à Rochetaillée; près de la gare de Collonges; plus loin, sur la rive droite de la Saône; à l'Ile-Barbe; sous Caluire; et, enfin, près la place Saint-Clair, de Lyon. Or, cette suite de points forme une ligne presque droite qui m'a d'abord frappé par son indépendance de la topographie actuelle. Sans doute le hasard eût pu faire que les gneiss eussent été recouverts d'une manière rectiligne par les dépôts Tertiaires et Quaternaires; mais un affleurement d'Infra-lias que l'on remarque en amont du pont suspendu de Collonges, à l'E. de la ligne ci-dessus, montrait qu'il y avait une solution de continuité, au moins sur ce point, et que, là, les gneiss n'avançaient pas sous la colline. Ce qui était vrai sur un point devait l'être sur les autres, et je crus pouvoir en déduire qu'une faille existait suivant la ligne précitée des affleurements de gneiss. Alors, traçant une coupe du souterrain prolongée jusqu'au Mont-d'Or, j'ai rapporté sur cette coupe, avec leur puissance et leur inclinaison, les terrains que je connaissais à l'O. de la faille entrevue. Rapportant ensuite toujours sur la même coupe, à l'E. de la faille, l'Infra-lias avec sa position et son altitude calculée en raison de ma distance à cet affleurement, il devenait évident pour moi que les étages Triasiques et Jurassiques qui affleurent dans le Mont-d'Or se prolongeaient vers l'E., avec leur pendage primitif sous le coteau de Caluire et jusque vers

Crémieu (Isère); mais en formant une chute ou abaissement d'une centaine de mètres sur la lèvre E. de la faille.

Comme je l'ai dit, il n'existe aucune relation entre cette première faille et le cours actuel de la Saône; car cette rivière coule complètement sur le gneiss, à Rochetaillée et depuis l'Ile-Barbe jusqu'à Lyon; tandis qu'entre ces deux points l'une des rives au moins est formée par les terrains Jurassiques et surtout détritiques.

Il est intéressant de rechercher l'âge de la faille en question; et pour cela, outre les données stratigraphiques du souterrain, je mettrai à profit de précieux lambeaux de conglomérat que l'on remarque à gauche du *Chemin des Soldats*, en descendant de Caluire à la Saône, et précisément au passage de la faille qui nous occupe. Là, ces lambeaux de conglomérat apparaissent fortement relevés vers l'O. et dans une position où, évidemment, ils n'ont pas pu se former. Leur relèvement ne peut donc être dû qu'à la faille voisine. Ce conglomérat n'est certainement pas Miocène: il ne peut être que Pliocène sinon Quaternaire; d'où il suit que le mouvement séismique, et avec lui la faille, est d'âge post-Pliocène.

Nonobstant de légères brisures, la direction générale de cette faille est N. 3° E.

2° FAILLE. — A propos de l'inclinaison des argiles *d*, j'ai parlé précédemment d'une autre faille qui me paraissait devoir exister au vallon de Sathonay. M. Tardy l'avait reconnue bien avant moi, car il la mentionne, le 23 juin 1884, au *Bull. de la Soc. de Géol. de France*. D'après ce confrère, elle serait orientée N. 75° E., et sa lèvre affaissée serait du côté S., avec une dénivellation ou affaissement que j'évalue à une cinquantaine de mètres. M. Tardy regarde la production de cette deuxième faille « comme très récente »; et il place ce fait « après le creusement de la vallée de la Saône, ou plutôt de son déblaiement final ». Or, d'après M. Falsan (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3<sup>e</sup> série, tome VII, page 297), « les géologues admettent que les grands courants qui ont opéré le creusement ont exercé leur action à la fin de la période Pliocène et surtout pendant les temps Quaternaires ». De telle sorte que l'étude de l'âge des deux failles dont il s'agit, passant par des che-

mins différents, arrive à les faire considérer comme synchroniques et toutes les deux post-Pliocènes.

Je terminerai ce qui se rattache aux *failles* en rappelant que, lorsqu'il a été question des marnes et argiles *d*, j'ai mentionné des plans de glissement avec *miroirs*, lesquels ne sont autres que de petites failles.

SOUFFLARDS. — Je désigne, sous ce nom, plusieurs courants d'air généralement aspirants, quelquefois refoulants et souvent alternativement l'un et l'autre, qui se sont produits dans certains vides de graviers ou sous des bancs de poudingue; notamment, aux hectomètres 26, 29 et 30; ainsi que dans le puits de l'hectomètre 40, à 33 mètres de profondeur.

L'intensité de ces courants d'air était quelquefois assez forte pour éteindre une lampe qui leur était présentée; mais cette intensité persistait peu après le passage du front d'attaque des déblais. Ces *soufflards* ont rendu quelques services en aidant l'aérage de la galerie.

Quant à leur cause, je n'ai pas réussi à l'expliquer d'une manière satisfaisante; les variations barométriques ne doivent y être pour rien; et, alors, j'ai pensé qu'il pouvait y avoir là de l'air atmosphérique abandonné sous pression dans les interstices des graviers, par les eaux pluviales qui le tenaient en dissolution?

TEMPÉRATURE DANS LE SOUTERRAIN. — Au fond de la galerie d'avancement, et à 400 mètres de la tête de Saint-Clair, la température était d'environ 27° C., quelle que soit celle de l'extérieur.

Cette température était d'autant plus incommode que, malgré la ventilation, l'air était encore très vicié par la respiration et la transpiration des ouvriers et des chevaux, par la combustion des lampes et de la poudre, etc.

Mais lorsque les deux galeries ont été jointes, et la montagne percée de part en part, cette température au milieu du souterrain est descendue à 16° C., autour de laquelle elle oscille maintenant, à 5 ou 6° près, suivant la température extérieure.

ORIGINE DU JASPE ROUGE. — On connaît l'origine alpine de tous

les cailloux de la colline ; cependant, il y a une exception à faire pour le *jaspé rouge*.

M. le docteur Depéret regarde cette roche comme provenant des Vosges, et descendue par la Saône des hautes vallées de ce massif de montagnes.

Je crois, au contraire, que ce sont les Alpes qui nous ont fourni le jaspé rouge, parce que je l'ai vu en assez grande quantité à l'état de cailloux roulés dans les poudingues du Tertiaire moyen de la Savoie, et dans les alluvions actuelles du Rhône supérieur ; tandis que je n'en connais pas dans les mêmes alluvions de la Saône.

Dans le but d'éclaircir cette question d'origine, je me suis adressé à M. Pillet, si connu par ses importants travaux géologiques sur la Savoie. Cet auteur m'adressa aussitôt, avec un empressement dont je le remercie, un travail relatif à des recherches qu'il avait déjà faites sur le même objet dans la région qu'il habite. Dans ce travail, il désigne nos jaspés rouges, avec d'autres roches granitiques et porphyriques étrangères aux Alpes, sous le nom de *cailloux exotiques* ; et il constate leur présence dans les conglomérats de la molasse Helvétique.

D'après M. Pillet, le docteur Grépin ferait venir les jaspés du N. de Bâle, au delà du Rhin ; mais M. Daubrée combat cette opinion et exclut les jaspés en question de la Forêt-Noire, de l'Eifel et des Vosges. D'un autre côté M. Lory les croyait originaires du Plateau central de la France, d'où ils auraient été amenés en Dauphiné. M. Pillet semble se ranger à cet avis en admettant l'existence à l'époque Tertiaire d'un courant fluvial du S.-O. au N.-E. qui les aurait conduits jusqu'en Savoie.

Enfin M. Pareto (*Bull. Soc. géol. de France*, 1864-1865, page 216) croit avoir trouvé l'origine cherchée dans des bancs argileux Eocènes métamorphisés par des roches ophiolithiques, et qu'il a reconnus dans le pays de Gènes et jusque dans notre département des Basses-Alpes ; mais il ne dit pas comment les jaspés seraient remontés de là assez abondamment en Savoie et en Suisse. On le voit, cette question est encore pleine d'incertitudes.

AFFAISSEMENTS DE LA VOUTE. — J'ai exclu du présent opuscule toute question technique ; je dois cependant sortir un instant de la règle que je m'étais imposée à cet égard, en mentionnant deux accidents, parce qu'ils ont une grande connexion avec la géologie du souterrain. Il s'agit de l'affaissement de la partie supérieure de la voûte, ou *calotte*, sur deux points différents : le premier qui s'est opéré lentement, avec un maximum de 0<sup>m</sup>,80, en août 1888, vers l'hectomètre 24 et sur 84<sup>m</sup>,50 de longueur ; le second, survenu brusquement, le 19 novembre 1888, entre les hectomètres 38 et 39, avec un maximum de 1<sup>m</sup>,30 et sur une longueur de 41 mètres.

On remarque que les deux points indiqués correspondent à deux dépôts d'argile. La *calotte* était construite sur une grande longueur, et sur ces points on avait déjà commencé la construction de la partie inférieure de la voûte, ou *pièdes-droits* ; mais ces appuis d'abord isolés, trop frais et trop faibles, ont cédé sous le poids de la *calotte* en laissant de nouveau toute la charge sur les bancs d'argile. Ceux-ci affaiblis eux-mêmes par les fouilles voisines, ne tardèrent pas à être refoulés et chassés dans ces fouilles en s'affaisant.

Il n'y a, heureusement, pas eu mort d'homme dans ces deux accidents ; mais deux ouvriers y ont été blessés assez grièvement ayant les jambes serrées dans l'argile.

## R É S U M É

Après être entré dans tous les détails que j'ai regardés comme pouvant être de quelque intérêt pour les géologues, je crois bon de concentrer mon travail en rappelant succinctement les faits principaux que j'ai signalés et discutés.

La composition des terrains de la colline de Caluire, leur stratification et les diverses particularités que présentent ces terrains sont aujourd'hui connues au moyen des deux coteaux de la Saône et du Rhône; du souterrain proprement dit; de ses deux puits; des deux tranchées aux abords, et enfin, des fondations du pont sur la Saône.

Le substratum de la même colline est formé par des roches Jurassiques, calcaires et marnes, au lieu de l'être par le gneiss, comme le pensaient plusieurs géologues. L'un des étages de cette série a été entamé par le tunnel: c'est le Sinémurien *a*, Lias inférieur, ou calcaire à *gryphées arquées*. Les autres étages de la même série doivent être à une faible profondeur au-dessous du tunnel, mais cet ouvrage ne les a pas atteints. Comme dans le Mont-d'Or et aux environs de Semur (Côte-d'Or), la surface du Sinémurien est recouverte d'assez nombreux petits nodules de phosphate de chaux.

Sur le calcaire dont il vient d'être question, s'étale un reste de l'étage Miocène moyen ou Helvétien *b*, sous forme de conglomérat ferrugineux et fossilifère de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,60 d'épaisseur.

En suivant l'ordre chronologique ascendant, au delà du Sinémurien et sur 700 mètres de longueur, vient une mollasse argilo-sableuse *c*, grise ou jaune, sans fossiles et découpée par de petits bancs de grès gris-bleuâtres, inclinés vers le N.-E. d'une manière sensible.

Sur le Sinémurien et en avant de cet étage, vers Collonges, on a traversé sur une centaine de mètres des dépôts de marne ou argile très plastique et très fossilifères *d*, jaunâtre, grise ou bleuâtre, avec lits ondulés de lignite. Les géologues rattachent ce dépôt aux *Marnes de Hauterives (Drôme)*, et, on le retrouve dans la Bresse.

Avant ces marnes, du côté de Collonges, et s'étendant jusqu'au pont sur la Saône sur lequel cet ouvrage est fondé, se trouve un dépôt de sables dans lesquels l'entrée se fait en souterrain. Ces sables *e*, connus dans la géologie locale sous le nom de : *Sables de Trévoux*, sont fins et mollassiques, gris-blanchâtres à la base, jaunes à la partie supérieure, et alternant avec de petits lits inclinés de gravier souvent ferrugineux. Comme fossiles, ces sables ont donné beaucoup de bois silicifié, mais seulement deux coquilles terrestres.

Vient ensuite une couche de calloutis argileux et de poudingue qu'Elie de Beaumont a appelée : *Conglomérat bressan f*. Cette couche commence au-dessus de l'entrée du souterrain pour disparaître à 950 mètres plus loin, en s'enfonçant vers le Rhône, sous les dépôts supérieurs. Elle renferme beaucoup de cailloux quartzeux et granitiques décomposés, des amas de lignites et d'argiles broyées, de aétites, des blocs à peu près anguleux ; mais elle n'a fourni aucun fossile.

La couche de graviers et poudingue qui précède porte, d'une argile plastique jaune *g*, quelques lambeaux qui sont les restes d'une couche générale inclinée vers le Rhône, et se prolongeant jusqu'à la sortie du souterrain et sous la tranchée de Saint-Clair. Cette couche d'argile a subi de violentes érosions, lors de l'arrivée des matériaux du dépôt suivant.

Ici se présente la première formation *h* qui s'étend du coteau de de la Saône à celui du Rhône. Elle est composée d'assises de sable fin ou grossier, et de graviers agglomérés ou non ; au-dessus repose une couche d'argile sablonneuse retenant un important niveau d'eau qui s'est souvent épanché abondamment dans le souterrain, à la suite des dislocations de cette argile ; puis, cette formation se termine vers le haut par une couche également générale, inclinée vers

le N.-E. comme les couches subordonnées, et composée de sable fin mollassique. C'est elle que je considère comme le dernier terme des terrains Tertiaires, dont la surface a dû être profondément labourée par les courants Quaternaires.

Ces courants provenant de la fusion des glaciers, probablement encore éloignés de notre pays, ont amené les sables grossiers et les graviers qui affleurent sur les crêtes de la colline. Cette formation *i*, accuse un dépôt tumultueux; sa stratification est assez confuse et ses éléments sont de toutes grosseurs, depuis le sable jusqu'aux petits blocs roulés de 10 à 15 décimètres cubes. Elle renferme, sur une couche d'argile à peu près horizontale, un niveau qui alimente les puits des environs de Caluire et du Vernay.

Le plateau de la colline est recouvert en grande partie par une nappe de cailloux et de boue glaciaire *j*, avec blocs anguleux; quelques traces de stratification y apparaissent sur certains points.

Un dépôt assez intimement lié à ceux glaciaires est le *lehm k*, ou *terre à pisé*, sorte d'argile très calcaire, dont la formation résulte du ruissellement des eaux post-glaciaires sur les dépôts de ce nom. On sait que cette argile humectée, broyée et battue dans des sortes de moules, est très employée aux environs de Lyon pour la construction des murs.

Le *lehm* est peu abondant sur le plateau, près du souterrain; mais à la Croix-Rousse et à l'O. du camp de Sathonay, on en retrouve de larges et puissants dépôts. Sous forme sableuse, il existe en épais placards sur les pentes du coteau du Rhône, et c'est dans ces conditions qu'il apparaît dans la tranchée de Saint-Clair, où il a fourni, entre autres ossements fossiles, une notable portion de tête et bois de Renne qui a été offerte au Muséum de Lyon.

Enfin, je mentionnerai rapidement les alluvions anciennes de la Saône *l*; les argiles encore Quaternaires et très fossilifères *m*, qui recouvrent ces alluvions; et enfin, les éboulis et la terre végétale *n*, qui renferme des restes préhistoriques et romains de l'industrie humaine.

Je crois avoir établi que les couches inférieures et moyennes de la colline, et parmi elles celles qui retiennent un niveau d'eau, sont

inclinées vers le N.-E.; c'est-à-dire, vers le Rhône et vers la Pape. Cependant, on observe que les sources du coteau de la Saône sont beaucoup plus nombreuses et abondantes que du côté du Rhône. Cette objection n'est que spécieuse, à mon avis. La colline de Caluire ne reçoit pas ses eaux de la Dombes, comme plusieurs le pensent, à cause de la contre-inclinaison qui s'y oppose; d'ailleurs les pluies suffisent et bien au delà à l'alimentation de toutes les sources de cette colline. Celles du coteau de la Saône, tout abondantes qu'elles soient, ne proviennent que du déversement, sur les bords des couches imperméables, des eaux que retiennent ces couches, et dont la plus grande partie s'écoule souterrainement au Rhône, à une assez grande profondeur et recouvert par les placards de lehm et de glaciaire dont j'ai parlé.

C'est cet écoulement souterrain qui, à Saint-Clair, fournit l'eau de quelques puits situés presque à l'altitude du Rhône qui les alimente en temps de crue; mais lorsque le fleuve est bas, les puits conservent leur niveau normal (puits de MM. Chardiny et Seurre).

D'après mes constatations, une *faille*, ou cassure de l'écorce terrestre, existerait d'une manière à peu près rectiligne entre Fleurioux-sur-Saône et la place Saint-Clair, de Lyon; en passant sur la rive droite de la Saône vis-à-vis du souterrain, et sans que cette faille ait eu d'influence sur le cours de la rivière. Tout en conservant l'inclinaison des couches du Mont-d'Or, par dessous la colline de Caluire, la même faille, en rompant ces couches les a abaissées brusquement d'une centaine de mètres vers le N.-E.

Je pense qu'une autre faille s'est également produite à l'emplacement actuel du ravin de Sathonay, en abaissant vers Lyon les couches de la Dombes.

Dans les souterrains voûtés, on exécute généralement la première partie supérieure de la voûte. Sur deux points, où cette exécution ayant eu lieu, la voûte s'est trouvée reposer sur des bancs d'argile qui ont cédé, un fort affaissement de la voûte s'est produit, sur une longueur totale de 125<sup>m</sup>,50, et en occasionnant d'assez graves blessures à deux ouvriers.

#### 40 NOTICE GÉOLOGIQUE SUR LE SOUTERRAIN DE CALUIRE

Je ne m'étendrai pas sur la mention que j'ai faite en son temps de soufflards ou courants d'air qui ont été rencontrés dans les graviers sur divers points du souterrain. Je passerai plus rapidement encore sur les températures dans ce souterrain; et je terminerai en disant que les cailloux roulés de jaspé rouge que l'on trouve parmi les graviers de tout âge, dans la colline de Caluire, ont une origine à peu près inconnue, malgré les recherches faites à ce sujet.

## DISCUSSION

---

M. le docteur Depéret m'a fait l'honneur de m'adresser diverses observations critiques, au sujet du travail qui précède.

Ces observations sont d'ailleurs la reproduction de celles que m'ont formulées, depuis plusieurs années, M. Fontannes d'abord, ensuite M. l'Ingénieur en chef des mines Delafond, avec lequel j'ai eu la bonne fortune de faire plusieurs courses aux environs de Lyon. J'ajoute que l'opinion de tous ces messieurs est celle reçue dans le service de la carte géologique détaillée de la France; ce qui m'impose d'autant plus l'obligation de me défier de moi-même.

Les observations de M. Depéret sont les suivantes :

a) « Les argiles à lignites dites de Hauterives, que je regarde comme appartenant au Pliocène *inférieur*, sont à ranger dans le Pliocène *moyen*.

b) « Les graviers, sables et argiles *h* ne sont pas Pliocènes, mais bien Quaternaires.

c) « L'inclinaison de ces couches et de celles concomitantes est due à leur transport par les eaux et non à un mouvement du sol post-Tertiaire dont on ne connaît aucun exemple dans la région lyonnaise.

d) « Enfin la faille de la vallée de la Saône, entre Rochetaillée et la place Saint-Clair, à Lyon, avait été signalée par MM. Falsan et Locard bien avant mon travail. »

Sur ces points litigieux, je répondrai à M. Depéret :

a) Relativement aux argiles à lignites :

1° Dans le *Bulletin de Société géologique de France*, 1878, page 557, Fontannes écrivait: « Les argiles à lignites du Dauphiné appartiennent au groupe du Visan et sont par conséquent, plus anciennes que les marnes à *Potamides Basteroti*, de Montpellier qui rentrent dans le groupe de Saint-Ariès. Cette conclusion doit également s'appliquer aux tufs de Meximieux, dont le synchronisme avec les argiles à lignites de Hauterives ne paraît pas douteux et entraîne celui des sables supérieurs de la Bresse, avec les dépôts caractérisés par la faune mammalogique du mont Léberon, considérée par M. Gaudry comme *Miocène supérieure*. »

Ainsi, voici une classification bien assise; mais le même auteur la renverse plus tard dans ses *Études sur les Alluvions Pliocènes et Quaternaires de la Bresse*, septembre 1884, où il appelle sa précédente classification une *expression fâcheuse*, et où il remplace le mot Miocène par celui de Pliocène, mais sans préciser de niveau.

Sans doute, on peut, on doit reconnaître une erreur, mais pourvu que celle-ci soit bien établie. Fontannes était-il plus près de la vérité en 1884 qu'en 1878? Dans tous les cas, en 1884, les vues de Fontannes étaient en désaccord avec celles des géologues que je nommerai tout à l'heure, tous distingués chacun en sa spécialité, et dont les travaux sont encore assez récents pour être pris en considération par la géologie actuelle.

2° Dans une nouvelle étude des argiles de Hauterives, M. Fontannes ne trouvant pas son compte pour leur classification, les donna comme étant en stratification très discordantes avec les couches marines inférieures, à *Ostrea Falsani* et à *Nassa Michaudi*. C'est alors que M. Falsan (*Bull. Soc. géol. de France*, 3 février 1879), intéressé dans la question, fit ressortir judicieusement les côtés faibles des théories de M. Fontannes sur ces argiles. J'ajoute que M. Falsan était à ce sujet en communion d'idées avec MM. Lory, de Saporta, Tournoüer et Mayer.

3° Je termine en rappelant ce que j'ai déjà dit, que, dans le sou-

terrain de Caluire, le passage des argiles à lignites à la mollasse Tortonienne *c* est *absolument insensible et insaisissable* : ce qui me paraît établir que, si ces dépôts ne sont pas synchroniques, ils sont au moins immédiatement voisins et à placer assez bas dans le Pliocène.

*b)* En ce qui touche les sables, graviers et argiles *h* :

1° Dans son cours de géologie stratigraphique, page 411, M. Ch. Vélain, parlant d'un facies subappennin du *dernier terme du Pliocène*, dit : « Enfin les sables de l'Astesan sont couronnés par des dépôts détritiques : sables, graviers et conglomérats qui les ravinent et prennent tous les caractères d'une formation alluviale. » Ne sont-ce pas là les *sables, graviers et conglomérats h*, de ma coupe du souterrain ? Car nous avons été, à Lyon, comme tout autour des Alpes, sous l'influence directe des régimes géologique et météorologique de ces puissantes montagnes, qui nous ont envoyé presque toutes nos roches Tertiaires et Quaternaires, et jusqu'à nos glaciers !

Ensuite, M. Depéret, lui-même, me fournit un argument que j'ai déjà exposé, mais que je crois devoir reproduire en raison de la valeur que je lui attribue. Des ossements d'animaux ont été trouvés à Sathonay, dans une grotte que renferment les 50 mètres d'alluvions préglaciaires *i*, et M. Depéret a reconnu que ces fossiles se rapprochaient du *Quaternaire le plus ancien*. Il découle donc de ce fait que la même couche *i*, déjà antérieure aux fossiles, est la première que je puisse attribuer au Quaternaire inférieur ; et qu'alors, les couches *h* ne sauraient être que du Pliocène supérieur.

Enfin, je l'ai déjà dit, les couches *h*, à sables fins et à graviers gris sont en stratification inclinée si concordantes avec les couches inférieures, qu'il me paraît difficile de retirer de cet ensemble la partie supérieure pour la réunir aux dépôts chaotiques préglaciaires et glaciaires *i* et *j*, et en former le Quaternaire inférieur. Il est vrai que les preuves paléontologiques me manquent, mais elles manquent aussi à mon savant contradicteur ; et, alors, sans être affirmatif, je ne puis que me ranger à la plus grande probabilité

tirée du facies des dépôts, de leur mode de gisement, des conditions climatologiques qu'ils accusent, de leur position relative par rapport aux ossements fossiles dont je viens de parler, etc.

c) Pour expliquer l'inclinaison à contre-sens des couches *h*, le savant professeur de la Faculté a recours à l'hypothèse d'un contre-courant, d'un remous du Rhône. Mais à quelle distance vers le S., et à quelle altitude aurait dû être placé le coude changeant le courant ? Et quelle étendue n'eût pas eu ce contre-courant ? puisque les dépôts, objet de la discussion, nous sont connus sur plusieurs kilomètres de largeur. D'ailleurs ce contre-courant serait allé buter contre les falaises Tertiaires de Sathonay et de Miribel, en suivant un cours que l'inspection d'une carte ne permet pas de se figurer.

Fontannes avait vu les choses autrement ; car, de Miribel il faisait venir le Rhône battre contre le Mont-d'Or, en traversant la colline vers Sathonay.

Ne serait-ce pas aussi, un singulier hasard, que les eaux eussent déposé leurs alluvions suivant une inclinaison, non pas tout à fait concordante, mais dans le même sens que celle des bancs du Sinémurien ?

D'après M. de Lapparent, le dépôt d'une couche de sable fin à grains de 0,7 de millimètre correspond à l'inclinaison extrêmement faible d'environ 0<sup>m</sup>,05 par kilomètre avec une vitesse de courant de 0<sup>m</sup>,20 par seconde. Or le dépôt qui couronne les couches *h*, sur 15 mètres d'épaisseur, se trouve dans les conditions de grosseur d'éléments indiquées ci-dessus ; son gisement primitif a donc été presque horizontal, tandis que nous le voyons aujourd'hui avec une inclinaison de 0<sup>m</sup>,006 à 0<sup>m</sup>,010 par mètre.

Dans la *Notice sur les Mines à l'Exposition universelle de 1889*, page 94, publiée par le Service de la carte géologique détaillée de la France, on lit : « Les alluvions Pliocènes ont laissé au sommet des coteaux de Provence des amas puissants de cailloux roulés, souvent de grandes dimensions et toujours de provenance alpine. En amont de la vallée du Rhône, près de Lyon, ces cailloux atteignent la cote 400 ; et dans les vallées affluentes, ils remontent

encore plus haut ». Comment donc ces alluvions Pliocènes se trouvent-elles portées aussi haut, si ce n'est par un mouvement qui est postérieur à leur dépôt ?

Les terrassements des deux chemins de fer funiculaires de la Croix-Rousse ont mis à jour des argiles reconnues par Fontannes comme appartenant au Miocène supérieur, ou Tortonien. Ces argiles atteignent, là, la cote de 244 mètres ; tandis qu'au souterrain, à 4 kilomètres au N.-E., les argiles Pliocènes ne sont qu'à la cote 180 mètres. Je ne vois donc, alors, que deux alternatives : ou le Miocène supérieur a existé aussi au souterrain et ses mollasses, grès et argiles y ont subi une ablation d'environ 80 mètres ; ou bien il existe entre les deux points une faille dont l'âge est au moins postérieur au Tortonien. Entre les deux hypothèses, le choix me semble tout indiqué.

J'ai encore à rappeler l'attention sur le fait suivant, que j'ai déjà signalé. Au-dessous et à l'O. de Caluire, au bord du *chemin des Soldats* et près de la faille N.-S. dont il sera question tout à l'heure, se présentent des bancs de poudingue (et non des graviers éboulés, comme le dit M. Depéret) qui affleurent sur les micaschistes, avec un relèvement contre la montagne d'environ 40° sur l'horizontale. Or, ce relèvement est suffisant pour qu'on ne puisse l'attribuer qu'à un soulèvement qui ne peut être que Pliocène, puisque l'âge de ce poudingue remonte, tout au plus, au Tertiaire supérieur.

D'autres faits constatés autour des Alpes dont notre pays a subi l'influence, vont encore nous rajeunir le mouvement séismique qui nous occupe.

Au sujet de la géologie du Dauphiné, M. Lory dit (*Bull. Soc. géol. de France*, 1878, p. 469) : « Il me paraît difficile de comprendre le grand développement, en étendue et en épaisseur, que présentent les alluvions anciennes préglaciaires sur les deux versants des Alpes, sans admettre que cette partie de l'Europe a subi, dans le cours de la période Quaternaire, de grandes oscillations de niveaux, etc. »

Dans la *Géologie* de M. Lapparent, 2<sup>e</sup> édit., p. 1218, on lit que « les assises marines du Pliocène inférieur, y compris les alluvions

*des plateaux* ont été soulevées à Saint-Paul-Trois-Châteaux, à Bollène, à Hauterives et jusqu'à la Loire, près Givors. Il serait donc bien extraordinaire que les assises Pliocènes n'eussent pas été atteintes, à Lyon, par le même soulèvement.

Parlant des dépôts glaciaires des Alpes, M. de Lapparent dit (*Op. cit.* p. 1253) que ces dépôts reposent sur une nappe de cailloux roulés qui pourrait n'être pas Quaternaire, mais bien du Pliocène supérieur. Le savant auteur ajoute que cette nappe de cailloux est le résultat d'un phénomène très général, qui aurait amené la mer jusqu'au pied des Alpes ; et que, *plus tard, un relèvement se serait produit, etc.*

Pour expliquer la présence de cailloux, près de la citadelle de Besançon, MM. E. Benoît, J. Marcou, Vézian et Boyer n'ont pas craint d'invoquer l'influence de mouvements orographiques *récents* (A. Falsan, *La Période glaciaire*, p. 310).

M. Stapff a reconnu un soulèvement de l'époque *glaciaire* dans les alluvions de la vallée du Tessin (*Revue géologique suisse*, 1883).

Et si je m'occupais exclusivement de géologie, et que je fusse au courant de tout ce qui se publie sur cette science, combien d'autres exemples n'aurais-je pas à citer à l'appui de ma thèse ?

Telles sont les considérations qui m'ont empêché et m'empêchent encore de me rendre aux objections de M. Depéret, malgré la haute considération que j'ai pour sa science profonde. Il y a même une autre raison ; c'est que mes prévisions sur les terrains à rencontrer par le souterrain s'étant réalisées d'assez près, mes convictions sont d'autant plus difficiles à ébranler.

d) Il nous reste un point point à expliquer ; mais il est d'un ordre différent des précédents ; je veux parler de la faille N.-S., entre Fleurieu et Lyon (place Saint-Clair), dont M. Depéret me reproche de m'attribuer la découverte.

Je me suis déjà fait un devoir de reconnaître que c'est sur la carte géologique du Mont-d'Or, par MM. Falsan et Locard, que j'ai pris la première idée de cette faille. Mais je puis ajouter qu'elle n'est point tracée sur cette carte, et que, dans leur texte, les auteurs

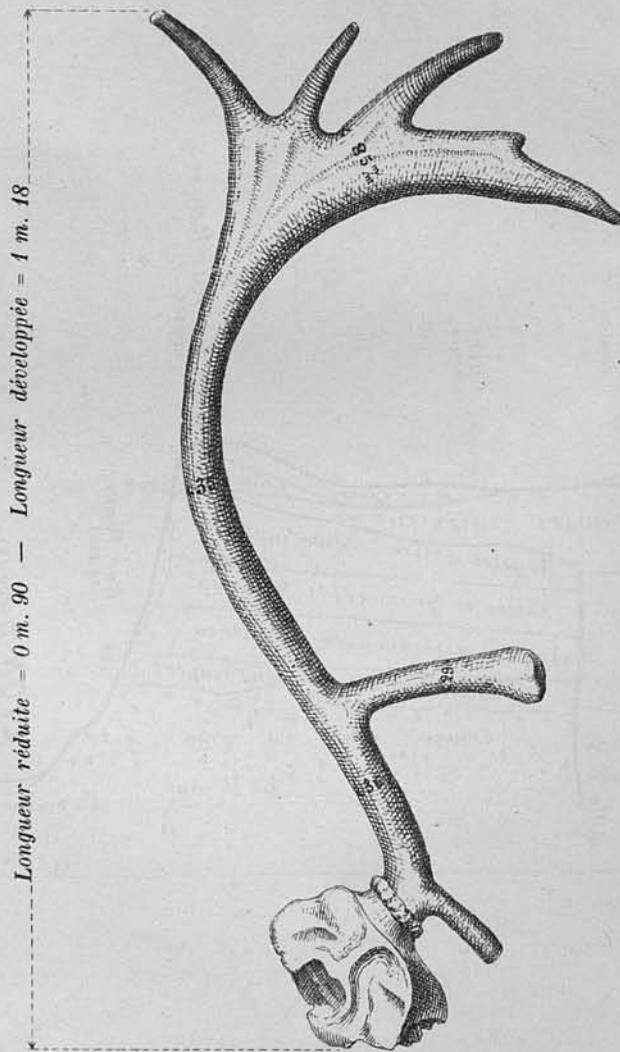
précités l'ont mentionnée d'une façon si dubitative qu'ils ont placé deux points de doute ( ?? ) à son sujet.

Quant à M. Fontannes, qui passait pour bien connaître la géologie de Lyon, il n'a pas soupçonné l'existence de la faille en question, puisqu'il ne l'indique pas sur deux coupes à angle droit, qu'il a données de la colline de Caluire.



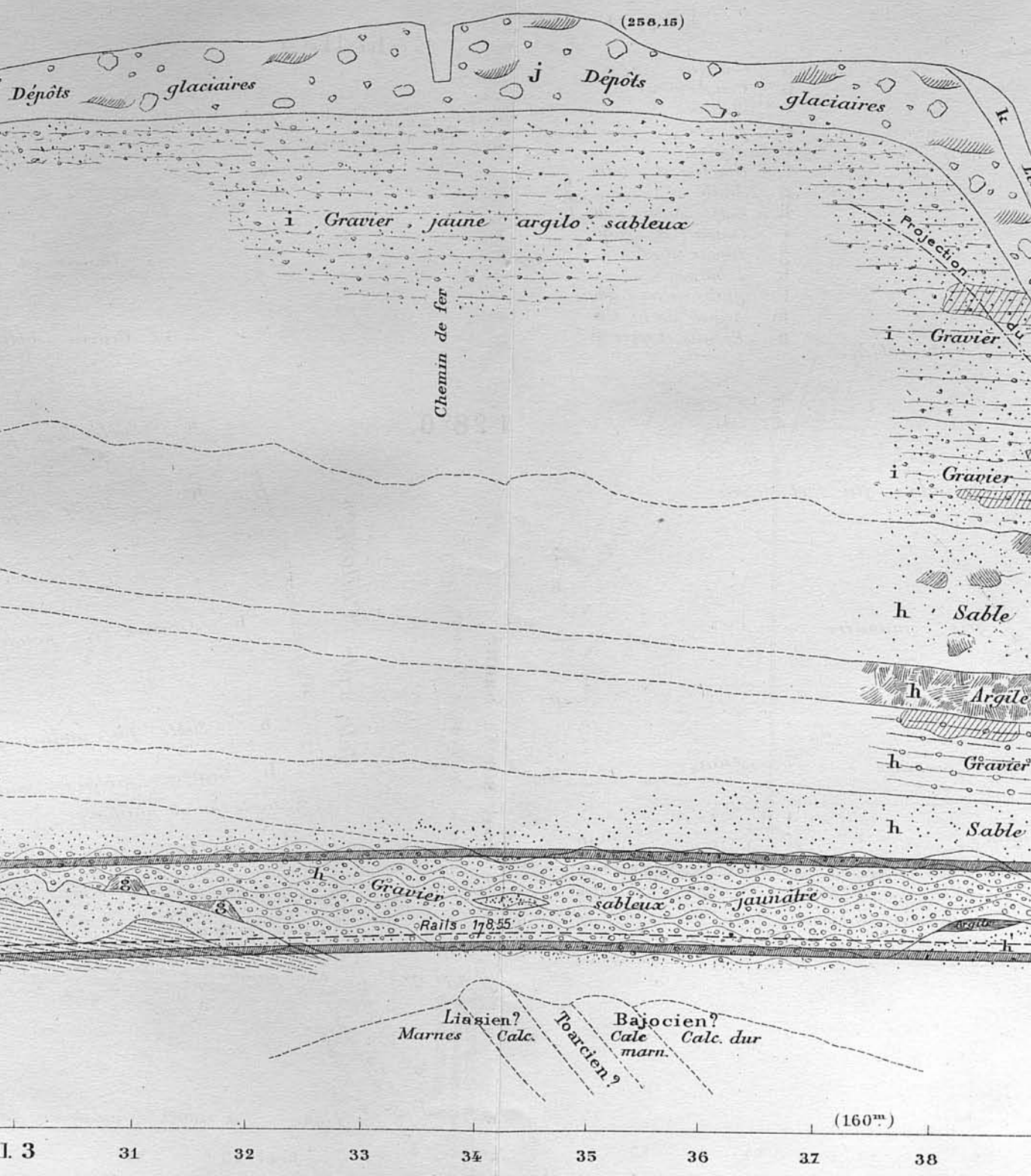
Portion de crâne et bois de Rennes (*Cervus et tarandus*, Linn.)

Trouvés dans le Lehm de la tranchée de St-Clair,  
en Octobre 1887



La portion de crâne se compose de l'occipital, du pariétal gauche et du frontal auquel est attaché le bois du même côté. L'andouiller inférieur était incomplet; mais la palme de l'andouiller médian, ainsi que la pointe des andouillers de l'empaumure, ont été perdues dans les déblais.

coupe GÉOLOGIQUE du SOUTERRAIN de CALU



# Coupe géologique de Sathonay à la Croix-Rousse (LYON)

Echelles  $\left\{ \begin{array}{l} \text{long}^{\text{rs}} = \frac{1}{40,000} \\ \text{haul}^{\text{rs}} = \frac{1}{2,000} \end{array} \right.$

