Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 34 (1905-1907)

Artikel: Mélanges géologiques sur le Jura Neuchâtelois et les régions limitrophes

Autor: Schardt, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-88533

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 14.10.2025

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

MÉLANGES GÉOLOGIQUES

sur le Jura Neuchâtelois et les régions limitrophes

PAR LE Dr H. SCHARDT, PROFESSEUR

Septième fascicule

(AVEC QUATORZE CLICHÉS ET UNE PLANCHE)

CONTENANT:

XXX. Sur le résultat de sondages dans le Néocomien au Vauseyon et le profil géologique d'une nouvelle percée pour le détournement du Seyon.
XXXI. Crevasses sidérolitiques avec nodules phosphatés et fossiles remaniés, dans la pierre jaune de Hauterive.
XXXII. Sur l'avenir de l'exploitation de la pierre jaune entre Neuchâtel et Saint-Blaise.
XXXIII. Notes sur la géologie du cirque de Saint-Sulpice.
XXXIV. Sur la géologie du Mont Vully.
XXXV. Sur un gisement de terrain tuffeux à Saint-Blaise.

XXX

Sur le résultat de sondages dans le Néocomien au Vauseyon et le profil géologique d'une nouvelle percée pour le détournement du Seyon.

Communiqué dans la séance du 5 janvier 1906.

Le projet à l'étude depuis plusieurs années visant une meilleure utilisation des terrains du vallon du Vauseyon, par le comblement de cette dépression

jusqu'au niveau des voies ferrées du Jura neuchâtelois et de la ligne Neuchâtel-Lausanne, a fait envisager l'éventualité d'un nouveau détournement en souterrain du Seyon par la percée d'un grand aqueduc, long de 500 m., entre le coude du Seyon au sortir de la cluse de Valangin et le lac de Neuchâtel, au lieu dit « Port-Roulant ».

Une première percée du Seyon fut pratiquée, comme on sait en 1844, entre les Prises du Vauseyon, en amont du lieu dit l'Ecluse et l'Evole au bord du lac de Neuchâtel. Cette galerie, longue de 250 m., traverse exclusivement les marnes hauteriviennes et la pierre jaune, en supprimant l'ancien lit à ciel ouvert qui traversait sur plus de 1100 m. divers quartiers de la ville de Neuchâtel.

La nouvelle percée supprimerait une longueur de près de 900 m. du lit naturel de la rivière, à moins que l'on ne se décidât à voûter entièrement cette longueur du chénal naturel, en conservant la trouée actuelle. Le nouveau projet prévoyant toutefois l'utilisation de celle-ci pour l'établissement d'une route mettant en communication la combe de l'Ecluse et le quartier de l'Evole, le percement d'un nouveau canal souterrain semble s'imposer réellement.

C'est en vue de se rendre compte des conditions géologiques de cet ouvrage souterrain que je fus chargé, par la Direction des travaux publics de la ville de Neuchâtel, de l'établissement d'un profil géologique le long du tracé prévu. (Voir la planche, fig. 1.) Les terrains de l'intérieur de la colline n'étant pas partout à découvert le long du profil superficiel du sol, et vu la grande échelle du profil original (1 : 500), il fallut faire une série de sondages à travers la cou-

verture de terrains superficiels morainiques et autres; de même la nécessité de connaître exactement le contact entre le Valangien supérieur et la marne hauterivienne a motivé le fonçage d'un puits jusqu'au niveau de ce contact.

Pour construire les parties intermédiaires du profil, j'avais à ma disposition des coupes stratigraphiques détaillées relevées le long de la route de l'Ecluse à Saint-Nicolas, pour ce qui concerne le groupe des calcaires marneux intermédiaire entre la marne hauterivienne et la pierre jaune. La gorge de la Serrière permet un relevé presque complet de la série des couches de la pierre jaune et de l'Urgonien; le contact de la pierre jaune avec la marne hauterivienne seul est incertain; mais il est possible de combler cette lacune d'après les données de deux des sondages. L'entrée de la cluse du Seyon permet le relevé d'une coupe presque complète du Valangien inférieur jusqu'au Purbeckien; le contact avec le Valangien supérieur est cependant invisible, de même que la totalité de l'épaisseur de ce sous-étage. Il est possible toutefois de suppléer à cette lacune par les renseignements que fournissent plusieurs affleurements de Valangien supérieur le long du vallon du Vauseyon, notamment près de la Prise Hirschy et en amont de la percée actuelle du Seyon. Bien que ces divers tronçons du profil du Néocomien n'aient pas été relevés sur la même ligne transversale, ils peuvent nous donner des renseignements préliminaires suffisants. Le but de cette étude préliminaire est donc de fournir des renseignements aussi approximatifs que possible sur la nature et les épaisseurs des terrains que la galerie de dérivation aura à traverser. Les distances qui séparent

les lieux d'observation de l'axe du profil, soit au S.E., soit au N.W. de celui-ci, ne sont pas assez considérables pour qu'il y ait lieu de supposer des changements bien appréciables dans les épaisseurs et la composition lithologique des couches interpolées de la sorte dans le profil. Ce dernier doit donc se rapprocher sensiblement de la réalité.

Sans nous arrêter spécialement à chacun des profils locaux partiels qui ont servi à la construction du grand profil d'ensemble, nous donnons dans ce qui suit la succession des couches du Néocomien entre le lac de Neuchâtel et l'entrée de la Gorge du Seyon dans le haut du vallon du Vauseyon, où doit se trouver l'entrée supérieure de la nouvelle dérivation de la rivière. Les travaux en tranchée ou en galerie ne devant pas atteindre le terrain purbeckien, nous laissons les terrains jurassiques entièrement en dehors de nos considérations. Ceux-ci constituent l'anticlinal de Chaumont, que coupe la Gorge du Seyon entre Valangin et le Vauseyon. Les deux flancs de cette gorge permettent d'observer de nombreux détails d'une façon extrêmement nette, en suivant, soit la route cantonale qui la traverse, soit le lit même de la rivière, lorsque celle-ci est presque à sec, ce qui se produit pendant bien des semaines à la fin de l'été ou pendant l'hiver. La route de Pierre-à-Bot à Valangin et à Fenin sur la rive gauche, ainsi que le chemin du Gibet sur la rive droite, fournissent également des données intéressantes sur la partie supérieure de ce profil.

Les six sondages, faits au moyen de puits sur l'axe du tracé de la galerie de dérivation, ont eu surtout pour but de déterminer l'épaisseur des terrains super-

ficiels. Le puits n° II qui fut poussé à 12m,50 de profondeur a traversé toute la base de la marne hauterivienne et atteint le sommet du Valangien supérieur, en donnant des détails très précis sur la position de la marne jaune à *Astieria*, qui se trouve sur la limite des deux étages.

Voici donc la succession des couches observées le long et à proximité du tracé du tunnel de dérivation :

1. Urgonien inférieur.

Calcaire oolitique et spatique jaunâtre alternant avec des zones marneuses ; visible au sommet de la falaise au bord du lac sur environ 4 m. d'épaisseur seulement. La percée de la galerie n'atteindrait pas ce terrain. C'est le faciès de la Russille, bien caractérisé, tel qu'il existe au Mail au N.E. de Neuchâtel et dans les environs de Serrières et d'Auvernier, avec sa faune habituelle, composée de Brachiopodes (*Rhynchonella lata*, Sow.), d'Echinides (*Goniopygus peltatus*, *Cidaris Lardyi*), etc.

2. Hauterivien supérieur.

a. Groupe du Château ou pierre jaune.

	Mètres
Calcaire oolitique jaune clair, à grain fin, en bancs épais, devenant vers le bas plus grossier et plus ou moins spatique, environ .	15,00
Marne jaune argileuse très délitable, sans fossiles	1,00
Calcaire jaune en bancs réguliers peu épais, à structure spatique (brèche échinodermique) contenant presque toujours des grains de glauciteon noirâtre ou vert foncé, environ . . .	23,00

b. Groupe de l'Ecluse ou calcaire marneux.

Ce groupe du Hauterivien a été distingué sous ce nom par Marcou (Roches de l'Ecluse); il atteint son maximum de développement au Mail près Neuchâtel, où MM. Baumberger et Moulin (*Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXVI, p. 203) lui attribuent une épaisseur de 12 m. Sur la route conduisant de l'Ecluse au quartier de Saint-Nicolas, localité classique de cette formation, j'en ai mesuré une épaisseur moyenne totale de 11 à 11^{m},50. Plusieurs couches sont assez fossilifères et contiennent *Rhynchonella multiformis*, *Terebratula acuta*, *Pholadomya elongata*, *Panopæa neocomiensis* et *Carteroni*, *Cardium peregrinum*, *Thetis Renevieri*, etc. Cette faune, ainsi que la présence de couches marneuses, a motivé de la part de plusieurs auteurs l'adjonction de ces bancs au sous-étage inférieur. Cependant il est plus logique de comprendre le groupe des Roches de l'Ecluse dans le Hauterivien supérieur, parce que, soit dans la direction du N. E., soit dans celle du S. W., cette zone calcaréo-marneuse passe manifestement au calcaire jaune. C'est ainsi que du côté de Saint-Blaise on ne trouve plus entre la pierre jaune et les marnes hauteriviennes qu'une zone de calcaire en bancs minces plus ou moins marneux ayant 8 m. d'épaisseur. A Cressier le calcaire jaune succède presque directement à la marne; il en est de même aux environs de Concise, Bonvillars, Chamblon, etc., où cette zone de calcaires marneux n'est indiquée que par quelques faibles lits marneux intercalés à la base de la pierre jaune. Quant à l'argument tiré de la faune, il ne faut pas l'exagérer; chaque couche marneuse intercalée dans la pierre jaune peut ren-

fermer des fossiles qui se retrouvent dans la marne de Hauterive. La subdivision de l'étage hauterivien en deux sous-étages n'est basée que sur la *différence de faciès;* je ne connais aucune différence paléontologique marquée entre ces deux faciès. De ce chef la limite entre les deux sous-étages est fort mobile et doit se déplacer avec les limites des faciès. Le faciès calcaire peut envahir tout l'étage, comme cela peut aussi être le cas du faciès marneux.

Voici la succession des couches dans ce groupe du Hauterivien, telle qu'on peut l'observer à l'Ecluse:

	Mètres
Calcaire plus ou moins marneux jaune, avec la plupart des fossiles indiqués plus haut . .	3,20
Trois lits de calcaire grenu spatique à glauconite, avec délits marneux.	0,80
Calcaire spatique en deux ou trois bancs, subdivisé chacun en 5 ou 6 lits	2,00
Calcaire grenu spatique, interrompu par plusieurs délits marneux	2,20
Alternances marno-calcaires en lits peu épais et irréguliers	3,00
Total . .	11,20

3. Hauterivien inférieur.

a. Marnes de Hauterive.

	Mètres
1. Marne jaunâtre ou grise avec concrétions calcaires	2,00
2. Marne grise grenue, suivie de marne grise et jaunâtre plus homogène, puis d'une nouvelle couche de marne grise grenue. . .	12,00
A reporter . .	14,00

	Mètres
Report . .	14,00
3. Marne compacte homogène gris foncé .	10,00
4. Banc calcaire dur concrétionné, gris verdâtre, avec nombreuses Rhynchonelles, etc. .	0,25
5. Lame de marne grise	0,05
Total . .	24,30

Les matériaux extraits des sondages II, III et IV qui ont traversé tout ou partie de ces couches, ont fourni un certain nombre de fossiles très bien conservés, surtout dans la marne compacte homogène que le sondage II a traversée de part en part. Dans cette couche ont été trouvés de beaux échantillons des espèces suivantes: *Hoplites Leopoldi*, d'Orb., *Ancyloceras Duvalii,* Leveil., *Pleurotomaria Bourgueti*, Pict., *Cyprina Deshayesi*, de Lor., *Cyprina bernensis, Desh. Sphæra corrugata,* Sow., *Lima Carteroni,* d'Orb., *Toxaster complanatus*, Ag., etc.

La présence dans les marnes hauteriviennes de l'*Ancycloceras Duvalii* est particulièrement intéressante. C'est la première fois que cette espèce a été rencontrée dans le Jura suisse. M. de Loriol cite un fragment mal conservé trouvé au Salève, lequel pourrait être rapporté à cette espèce. L'échantillon du Vauseyon est presque complet, mais à l'état de moule et adhérant à la roche. Il ne se distingue pas, ni par sa forme, ni par ses ornements, des échantillons figurés du Néocomien des Voirons et du Midi de la France. La comparaison avec un bon échantillon provenant de Castellane, ne laisse aucun doute quant à la détermination de cette espèce.

Le sondage II ayant atteint le sommet du Valangien supérieur et le sondage IV ayant rencontré sous la

moraine la marne à concrétions qui forme le dessus des marnes hauteriviennes, il est possible, d'après ces données, de fixer exactement l'épaisseur de ce complexe. Le chiffre de 24 m. doit être sensiblement conforme à la réalité.

b. Marne à Astieria.

Le résultat le plus important du sondage II (voir fig. 1) est la rencontre de la marne jaune signalée déjà par Desor et Gressly en 1859, sous le nom de Marne à *Ammonites Astierianus*. Les Ammonites de ce groupe, après avoir été classées dans le genre *Olcostephanus*, ont été séparées comme genre spécial sous le nom d'*Astieria*. Il convient donc d'appeler cette couche « Marne à *Astieria* ». Elle mérite d'ailleurs pleinement cette désignation par l'abondance d'une espèce de ce genre nommée par Pictet *Ammonites Astierianus,* d'Orb., type D et indiquée comme appartenant spécialement à la base des marnes hauteriviennes. Elle se rapproche beaucoup d'une Ammonite décrite par Neumayr et Uhlig sous le nom de *Olcostephanus multiplicatus,* (non *Olc. multiplicatus*, Rœm.). Elle ressemble d'autre part d'une manière tout à fait frappante à une espèce provenant de l'Afrique méridionale et qui fut décrite par Sharpe sous le nom d'*Ammonites Atherstoni* (*Transl. of the geol. Soc. of London,* 2me S. t. VII 1845-1856), si bien que M. Baumberger désigne notre espèce de la marne jaune sans autre sous le nom de *Astieria Atherstoni*, en l'identifiant avec la forme sud-africaine. L'espèce de la marne jaune à *Astieria* a ordinairement des côtes moins nombreuses, ce qui est également le cas de l'*Ast. multiplicata*, Neum. et Uhl. Ces deux formes me paraissent en tout cas identiques

et si la congruence avec l'*Astieria Atherstoni* doit être écartée, il conviendrait de donner à notre forme un nom nouveau, p. ex. *Astieria villersensis*, puisque c'est dans le gisement de Villers-le-Lac que Jaccard a découvert le plus grand nombre d'échantillons typiques. L'abondance de ce fossile est en tout cas un

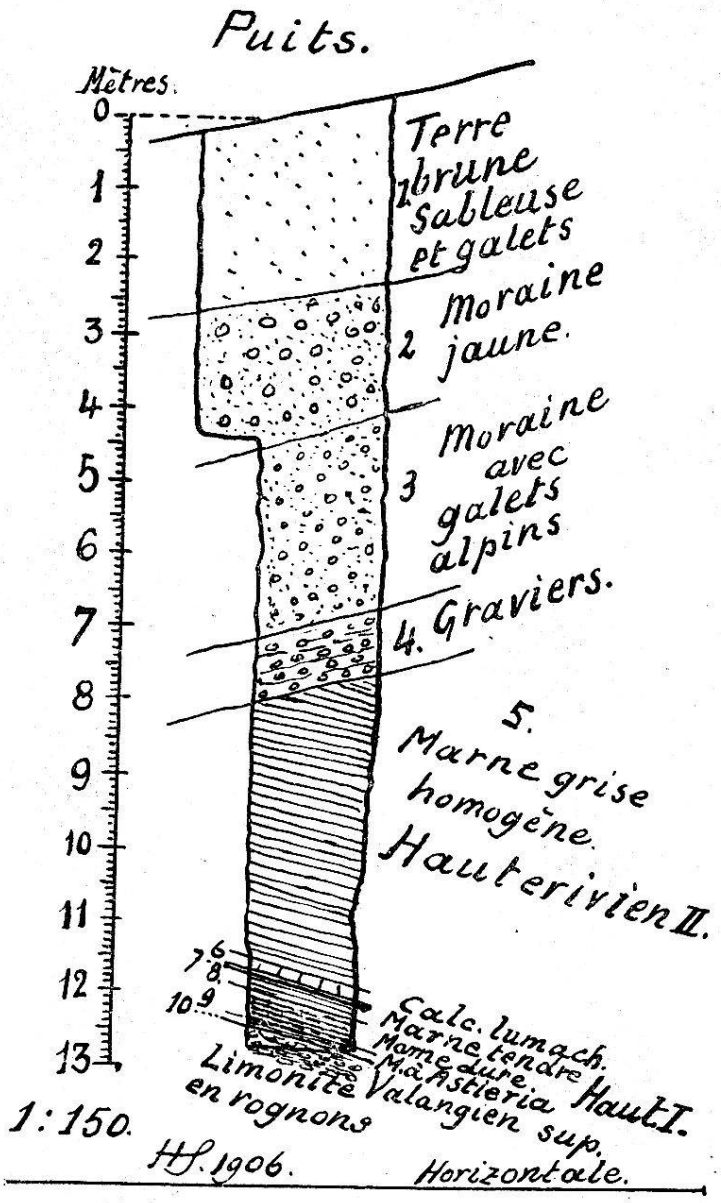


Fig. 1. Coupe du puits de sondage au Vauseyon.

Ce puits a mis à découvert le contact de la marne hauterivienne et du Valangien supérieur. Les couches 8 à 10 (1 à 3 dans le texte) forment le niveau des marnes jaunes à *Astieria*. Mais ce fossile ne se trouve cantonné que dans la couche 10.

fait des plus curieux. Le complexe marneux qui sépare les marnes grises hauteriviennes du Valangien supérieur ne mesure pas même un mètre d'épaisseur et c'est dans une mince zone de marne immédiatement superposée au calcaire limoniteux du Valangien supérieur que se trouve cantonnée cette profusion d'Ammonites. La surabondance de cette espèce spécialement ressort du fait que le puits II, n'ayant à sa partie la plus profonde qu'un peu plus de 2 m² de surface, n'a pas fourni moins de 7 exemplaires complets d'*Astieria* et plusieurs autres Ammonites, dont il va être question. Cette couche fut déjà mise à découvert lors de la percée du Seyon en 1844, juste en amont de l'entrée de la galerie. Une érosion sur la berge droite du Seyon, à la suite d'une forte crue l'a remise à découvert il y a quelques années. Elle est, comme dans le haut du vallon, en superposition directe sur le Valangien supérieur limoniteux. Disons encore que sur le versant N.W. de l'anticlinal de Chaumont, près de Valangin, MM. Baumberger et Moulin ont retrouvé cette même marne dans une situation absolument identique. Outre le gisement déjà mentionné de Villers-le-Lac, il faut encore citer celui de la Combe-aux-Epines (synclinal du Val-de-Travers - Rochefort - Val-de-Ruz) où déjà Gressly a trouvé la marne à *Astieria,* lors de la construction du chemin de fer Franco-Suisse.

Voici comment se présente la superposition des couches dans le complexe des marnes jaunes à *Astieria:*

	Mètre
1. Marne jaune tendre	0,30
2. Marno-calcaire jaune dur.	0,40
3. Marne jaune tendre	0,15
Total . .	0,85

C'est dans cette dernière marne que se trouvent cantonnées exclusivement les Ammonites, associées à *Exogyra Couloni*, de grandes dimensions, *Alectryonia rectangularis, Lima Carteroni, Galeolaria neocomiensis* et de divers fossiles hauteriviens. Ceux-ci se retrouvent cependant aussi dans les marnes et marno-calcaires superposés à la couche 3, mais plus sporadiques. Près de la Prise Hirschy, où ces marnes sont assez bien à découvert, il n'y a pas de fossiles.

Voici les espèces d'Ammonites qui ont été trouvées dans les déblais extraits du puits II, ou en place au fond de celui-ci :

Astieria multiplicata, Neum. et Uhl. (*Ast. Atherstoni*, Sharpe); 7 exemplaires.

Hoplites bissalensis, Karakasch; 1 exemplaire.

Hoplites cnf. *Schardti*, Baumb. Grand échantillon assez voisin de l'espèce nouvellement créée par M. Baumberger. (*Mém. Soc. pal. Suisse,* t. XXXIII, 1906.)

Il est surtout remarquable de constater que la faune de Pélecypodes, de Gastéropodes, de Brachiopodes et d'Echinides est exclusivement hauterivienne. Les Ammonites de même ne correspondent à aucun type pouvant justifier une autre classification que l'attribution de cette couche à l'étage Hauterivien. On n'en connaît jusqu'ici aucune espèce franchement valangienne; le genre prédominant *Astieria* est d'ailleurs un genre hauterivien par excellence. Il est de ce chef inadmissible de déplacer la limite admise jusqu'ici entre le Hauterivien et le Valangien, en la faisant passer *au-dessus* de la marne à *Astieria*. Le mode de contact entre le calcaire limoniteux du

Valangien supérieur et la marne à *Astieria* constitue d'ailleurs un argument très sérieux en faveur de l'attribution de cette dernière à l'étage Hauterivien. Le calcaire limoniteux est comme corrodé au contact avec la marne; il est décomposé en rognons informes que la marne superposée enveloppe en partie. Il y a donc eu manifestement au moment de l'établissement du faciès marneux une sorte de remaniement du sédiment limoniteux précédemment formé. Le changement de faciès marche donc de pair avec le changement de faune. Sauf quelques espèces ubiquistes dans le Néocomien, presque aucune des formes si communes dans le Valangien supérieur ne passe dans la marne à *Astieria*. Ce sont au contraire des espèces hauteriviennes qui font leur apparition dès l'établissement de cette nouvelle sédimentation qui met fin à la précipitation limoniteuse. La marne à *Astieria* est donc bien la première assise du Hauterivien!

4. Valangien supérieur.

Cette formation est presque entièrement visible à la Prise Hirschy. La base et le sommet de ce sous-étage sont seulement plus ou moins oblitérés par les matériaux éboulés; cet endroit est à proximité du tracé du tunnel projeté, en sorte que les données fournies par ce gisement, ainsi que celles tirées de plusieurs affleurements voisins, sont parfaitement applicables à notre coupe. Le puits II a d'ailleurs atteint la couche de rognons limoniteux du sommet du Valangien supérieur.

Voici quelles sont les couches dont se compose ce sous-étage:

	Mètres
1. Rognons limoniteux lités dans de la marne jaune avec nombreux fossiles valangiens : Brachiopodes, Gastéropodes, Echinides, etc. . .	0,40
2. Banc formé de gros rognons de calcaire limoniteux à gros grain, lités dans du sable limoniteux : peu de fossiles *(Pygurus rostratus)* .	1,00
3. Calcaire limoniteux irrégulièrement lité à grain fin, passant plus bas à des couches de calcaire limoniteux plus régulières, alternativement dures et tendres. Ces dernières se décomposent facilement en un sable limoniteux	3,00
4. Calcaire roux plus ou moins spatique ou oolitique en bancs minces, environ	9,00
5. Marno-calcaire jaune ou gris.	0,20
Total . .	13,60

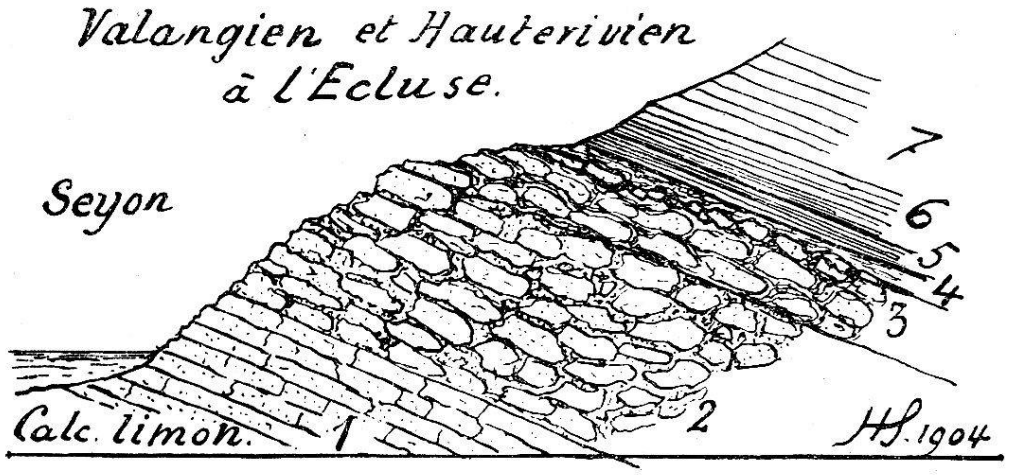


Fig. 2. Coupe du sommet du Valangien supérieur et de la base du Hauterivien inférieur à l'Ecluse, sur Neuchâtel.

LÉGENDE :

1. Calcaire limoniteux à grain fin, en bancs irréguliers, visible sur 0m50. 2. Couche formée de gros rognons de calcaire limoniteux grossier lités dans du sable limoniteux. 3. Rognons de calcaire limoniteux lités dans de la marne jaune avec nombreux fossiles du Valangien. 4. Mélange de marne grise et jaune avec quelques rognons de limonite et fossiles valangiens à la base (couche 1 du texte = couches 3 et 4 de cette figure). 5. Marne homogène jaune avec *Astieria multiplicata* et fossiles hauteriviens. 6. Marne grise homogène.

De même que sur le versant N.W. de l'anticlinal, où M. Moulin a recueilli, près de Valangin, une faune si remarquablement riche dans la couche de limonite en rognons, c'est également dans ce niveau (couche 1) que se rencontrent de très nombeux fossiles. Le puits de sondage n'ayant fait qu'effleurer cette couche, il n'a pas été possible de faire d'autre constatation que celle de l'identité des deux formations. Mais le gisement de la Prise Fornachon, près de l'entrée amont du tunnel du Seyon, ayant été mis à découvert à deux reprises par des crues du Seyon, il a été possible à M. Aug. Dubois et à moi de recueillir là une assez nombreuse collection de bons fossiles. En voici la liste :

Fossiles du Valangien supérieur de l'Ecluse.

GASTÉROPODES.

Columbellina brevis, Pict. et Camp.
Aporrhais Jaccardi, Pict. et Camp.
Tylostoma Laharpei, Pict. et Camp.
» *naticoide*, Pict. et Camp.
Natica valdensis, Pict. et Camp.
Pseudomelania Jaccardi, Pict. et Camp.
Scalaria spec.
Pleurotomaria Saleviana, de Lor.
Turbo villersensis, Pict. et Camp.
Actæon marullensis, d'Orb.

PÉLÉCYPODES.

Panopæa neocomiensis, d'Orb.
Pholadomya elongata, Münst.
Sphæra corrugata, Sow.
Cardium Cottaldi, d'Orb
Arca Gabrielis, d'Orb.
Astarte Germaini, Pict. et Camp.
Trigonia cincta, Ag.
Mytilus Sanctæ Crucis, Pict. et Camp.
Mytilus salevensis, Des.
Venus obesa, Pict. et Camp.
Pecten Cottaldi, d'Orb.
Lima dubisiensis, Pict. et Camp.
Vola atava, d'Orb.
» *valangiensis*, Pict. et Camp.
Perna Germaini, Pict. et Camp.
Spondylus bellulus, de Lor.

BRACHYOPODES.

Terebratula valdensis, de Lor.
» *Campichei*, Pict. et Camp.
» *latifrons*, Pict.
» *prælonga*, Sow.
Terebratula Carteroni, Sow.
» » variété lisse.
» *russilensis*, de Lor.

Waldheimia Moreana, d'Orb.
Waldheimia Collinaria, d'Orb.
Waldheimia aubersonensis, Pict.
» *villersensis*, de Lor.
» *globus*, Pict.
Eudesia Cruciana, Pict et Camp.
Terebratella neocomiensis, d'Orb.
Terebrirostra (Lyra) neocomiensis, d'Orb.
Rhynchonella valangiensis, de Lor.

ECHINIDES.

Pygurus rostratus, Ag.
Cidaris cf. *muricata*, Röm.

Nombreux Spongiaires, Bryozoaires et quelques Polypiers.

5. VALANGIEN INFÉRIEUR.

Ce sous-étage, qui contraste si fortement par sa nature lithologique avec le Valangien supérieur, offre une coupe presque complète à l'entrée inférieure de la gorge du Seyon au-dessous du Chanet; les parties du profil qui ne sont pas visibles à cet endroit peuvent être observées sur la rive opposée, où la carrière, dite de Casse-bras, exploitée par la commune de Neuchâtel, permet de faire des observations complémentaires. Voici la série de couches observables à l'entrée de la cluse du Seyon, le long de la route de Valangin:

	Epaisseurs Mètres
1. Calcaire jaunâtre grenu	0,50
2. Calcaire jaune et rosé, à texture grenue	0,95
Faible délit marneux.	
3. Massif calcaire homogène gris-jaune à cassure esquilleuse	0,65
Délit marno-calcaire.	
4. Massif calcaire jaunâtre finement grenu et spatique	0,75
Délit marno-calcaire.	
5. Calcaire compacte homogène	0,23
6. Calcaire jaune-roux plus ou moins oolitique, en deux bancs	1,87

7. Calcaire blanc homogène (marbre bâtard) . 1,20
8. Délit noduleux 0,05
9. Calcaire gris-blanc, passant au blanc vers la base. 0,80
10. Massif calcaire gris-blanc, taché de jaune clair 1,50
11. Calcaire jaune oolitique 0,60
12. Calcaire jaune-clair grenu 0,60
13. Calcaire blanc massif (marbre bâtard), passant vers le milieu à un calcaire coralligène, semblable au calcaire urgonien . 6,50
14. Marno-calcaire jaune laminé avec zones noduleuses en haut et en bas. *Terebratula valdensis* et *Toxaster granosus* 0,90
15. Marno-calcaire gris, plus ou moins délité . 0,80
16. Calcaire jaune compact, en 5 ou 6 bancs, à texture grenue 5,00
17. Calcaire jaune-clair grenu 2,20
Délit marno-calcaire — (quelques millimètres).
18. Calcaire jaune grenu 0,40
19. Calcaire gris-jaune grenu 0,30
20. Calcaire jaunâtre grenu 0,40
21. Marno-calcaire passant à une marne argileuse jaune, noduleuse au bas. . . . 0,55
22. Calcaire gris cendré 1,00
23. Marne compacte gris-jaune, visible sur . . 1,00
24. Probablement bancs calcaires (?) . . . . (?)
Marno-calcaire du Purbeckien (affleurant en dehors du contact avec le Valangien au bord de la route).

Le contact avec le Valangien supérieur n'est pas visible, ni celui des bancs inférieurs du Valangien

avec le Purbeckien. Il est difficile d'apprécier l'épaisseur des couches invisibles; elle ne doit cependant pas être bien considérable. L'ensemble des couches mesurables du Valangien inférieur se monte au total de 28m,75. En tenant compte des lacunes, il est permis d'arrondir ce chiffre à 35 m.

Si l'on cherche à rapporter les bancs de la coupe ci-dessus à ceux qui sont visibles dans la carrière de Casse-bras, on peut se repérer sur la couche marneuse n° 14 qui est à découvert sous l'escarpement en surplomb que forment les couches inférieures de la carrière. La corniche de cet escarpement qui surplombe le lit du Seyon est formée par les bancs calcaires de l'assise n° 12 et les bancs exploités appartiennent donc aux séries 1 à 11.

On voit plusieurs accidents tectoniques locaux dans les bancs du Valangien inférieur. Dans la coupe le long de la route il y a, entre les couches 6, 7 et 8, une faille suivant un plan de glissement oblique, incliné au S.E. d'environ 36°, suivant lequel les couches ont glissé du S.-E. au N.-W. de la très faible longueur de 2 m., en occasionnant un rejet vertical de 1 m. Un peu plus loin se trouve une toute petite faille verticale avec un rejet d'environ 0m,20. De la carrière de Casse-bras on voit sur la paroi de la gorge une faille oblique analogue à la première que nous venons de citer; elle affecte les couches du massif supérieur du Valangien inférieur dans le voisinage de la couche 8; cette fois ce sont les couches au-dessus du plan de glissement, lequel plonge d'environ 10° au N.W. qui ont glissé dans cette même direction. On retrouve cette faille horizontale dans la carrière de Casse-bras, où elle a laissé sa trace sous forme d'une

surface nettement couverte de stries de glissement et sur un point même se voit un amas de brèche de friction. D'autres parties de la gorge du Seyon offrent encore un bon nombre d'exemples analogues; mais je dois me borner ici à citer les cas qui concernent le Néocomien.

En résumé le Néocomien de la région du Vauseyon se compose des assises suivantes :

	Mètres
Urgonien supérieur : manque, enlevé par l'érosion.	
» inférieur : faible lambeau au sommet de la falaise au bord du lac, environ 4,00 à	5,00
Hauterivien supérieur, *a*) Pierre jaune . .	39,00
b) Calcaire marneux	11,20
» infér. *a*) Marne hauterivienne .	24,20
b) Marne à *Astieria* . .	0,85
Valangien supérieur	13,60
» inférieur	35,00

La répartition de ces terrains par rapport aux travaux souterrains projetés pour la dérivation du Seyon dépend naturellement du tracé qui sera choisi en définitive pour cet ouvrage.

En premier lieu on pensait faire partir le canal souterrain dès le niveau actuel du Seyon, à l'endroit où la rivière décrit un coude au sortir de la gorge creusée dans le Valangien inférieur, pour s'introduire dans la combe hauterivienne. Dans ce cas le tunnel n'aurait fait qu'effleurer le Valangien inférieur avant de s'introduire dans le Valangien supérieur qu'il devait traverser assez superficiellement sur environ 50 m. La longueur de la galerie traversant la marne hauterivienne était de 120 m., et le reste 340 m. aurait été dans la pierre jaune et le calcaire marneux.

Mais la différence de niveau entre le Seyon au Vauseyon et le lac de Neuchâtel, soit environ 50 m., avait fait prévoir une série de chutes ou gradins, à établir souterrainement dans la partie du canal traversant la pierre jaune, afin de pouvoir réduire la pente du canal à 3 ou 4 %.

En définitive on s'est arrêté à un tracé qui place les chutes au nombre de huit dans le Valangien inférieur, dans la partie amont de la nouvelle dérivation. La tête amont de la galerie se trouve placée de ce chef environ 25 m. plus bas que le lit actuel du Seyon. Ces gradins seraient situés dans une tranchée taillée dans le marbre bâtard entre la carrière de Casse-bras et le pont du chemin de fer du J.-N. Cette tranchée aurait une longueur de 80 m. Le reste, entièrement en galerie, traverserait les couches du Valangien et du Hauterivien, dont les longueurs ont été mesurées sur le seuil de la galerie projetée. Les mensurations appliquées au plafond de la galerie donneraient une diminution de 32 m. de la longueur du trajet dans le Valangien inférieur et une augmentation de 37 m. pour la longueur dans la pierre jaune; la hauteur de la galerie mesurée à l'extérieur de la maçonnerie, est de 7m,50. Voici ces chiffres :

	Au seuil Mètres	Au plafond Mètres
Valangien inférieur.	147,5	115,5
Valangien supérieur	57,5	56,5
Hauterivien inférieur	123,0	119,5
Hauterivien supérieur :		
a. Calcaire marneux. . . .	49,5	50,0
b. Pierre jaune	154,0	191,0
Totaux	531,5	532,5

Les différences des chiffres intermédiaires proviennent du fait que le plongement des couches n'est pas le même dans la partie supérieure que dans la région proche du lac. Il est de 14 à 15° au Vauseyon et de 10 à 12 seulement à Port-Roulant au bord du lac.

Le profil I de la planche annexe à ce fascicule donne une réduction du profil construit au 1 : 500.

XXXI

Crevasses sidérolitiques avec nodules phosphatés et fossiles remaniés dans la pierre jaune de Hauterive (Neuchâtel).

Communiqué dans la séance du 23 mars 1906.

J'ai décrit, en 1899[1], sous le titre de *remplissages sidérolitiques,* des filons de grès vert accompagnés d'argile ou bolus rouge-brunâtre ou jaunâtre qui occupent des crevasses, visiblement corrodées sur leurs parois, dans la pierre jaune du Hauterivien supérieur qui forme la colline de Belles-Roches près de Neuchâtel.

J'ai attiré l'attention sur l'origine probable de cette formation qui n'a en réalité de commun avec le Sidérolitique du Jura bernois que son mode de gisement, c'est-à-dire de remplir des crevasses dans le calcaire néocomien, tout comme un grand nombre de gisements sidérolitiques du Jura septentrional occupent des fissures, cheminées, etc., dans les calcaires jurassiques. J'ai indiqué alors la relation étroite qui existe

[1] Note sur des remplissages sidérolitiques dans une carrière sous Belles-Roches près Gibraltar (Neuchâtel). *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXVII, 1898-1899.

entre les sables et les bolus en question et la roche encaissante rapprochée ou plus éloignée, dont la dissolution, sous l'influence d'eaux souterraines, a dû laisser subsister un résidu, une sorte de *terra rossa;* la sédimentation de celle-ci, dans des crevasses abandonnées par l'eau en mouvement, constitue précisément les remplissages dits sidérolitiques. Les traces de corrosion, visibles sur les parois de telles crevasses remplies de formations dites sidérolitiques sont des indications trop éloquentes pour laisser subsister le moindre doute quant à cette relation.

La ressemblance des grès verts et les argiles multicolores de ce Sidérolitique avec les sédiments de l'étage albien m'ont fait conjecturer alors que cette dernière formation pourrait bien être, quant à l'origine de ses matériaux terrigènes, une sorte de *terra rossa*, sédimentée dans la mer par d'abondantes émissions d'eaux souterraines corrosives.

Frappé également par cette ressemblance, M. Rollier a de son côté décrit le dit gisement sous le nom de *Poches d'Albien*[1].

Depuis lors, j'ai eu l'occasion de signaler la présence d'un assez important dépôt d'Albien fossilifère près de La Coudre, au N.E. de Neuchâtel[2]. Les sables à nodules phosphatés et les argiles multicolores de cette formation sont manifestement en relation avec des fissures et cheminées pénétrant fort loin dans le calcaire urgonien sous-jacent, dont la surface est en outre très visiblement corrodée. La question devait

[1] L. Rollier. Poches d'Albien dans le Néocomien de Neuchâtel. *Eclogæ geol. helv.*, t. V, p. 521, 1898.

[2] H. Schardt. Nouveau gisement d'Albien. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXIX, p. 119, 1901.

donc se poser, si ces cheminées peuvent être considérées comme ayant amené à la surface les matériaux de l'Albien en servant de voies d'émission aux matériaux résiduants de la corrosion des calcaires parcourus par des eaux souterraines, ainsi que cela paraissait démontré pour les crevasses de Belles-Roches, ou bien si elles ne sont que des remplissages opérés par en haut par des sédiments albiens dont les matériaux proviendraient de plus loin et auraient été déposés sur la surface du calcaire urgonien péalablement corrodé au cours d'une phase d'émersion.

La découverte dans la pierre jaune de la combe des Fahys, à Neuchâtel, d'une poche dite sidérolitique contenant dans son remplissage d'argile rouge et verte des fossiles albiens et des fragments de calcaire rotomagien, ainsi que celle d'une crevasse creusée dans le Valangien au Goldberg près Bienne, contenant dans un milieu analogue des fossiles albiens et néocomiens manifestement remaniés, a de nouveau soulevé cette question[1], à savoir si les remplissages sidérolitiques ne sont autre chose que des crevasses dans lesquelles sont venus s'engouffrer, à diverses époques, des terrains préalablement déposés à la surface et qui furent remaniés par les eaux. Il s'agirait dans ce cas surtout de sédiments albiens remaniés.

Il est évident que les poches des Fahys et du Goldberg ne peuvent en aucun cas avoir la même origine que celle précédemment décrite de Belles-Roches. Elles ont été remplies par de l'Albien remanié, charrié

[1] L. Rollier. Sur une nouvelle poche sidérolitique. *Archives Genève*, t. XIV, p. 59, 1902.

H. Schardt. Sur divers gisements anormaux du Crétacique. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXXII, p. 86, 1904.

en partie par les eaux, ou tout simplement effondré dans un puits, dû à la corrosion souterraine. La présence simultanée de fossiles albiens et néocomiens le prouve à satiété. Il est de même toujours admissible, malgré la connexité des gisements, que les crevasses et cheminées remplies de sable et d'argile qui se trouvent dans l'Urgonien, sous le dépôt albien de La Coudre, aient été remplies par en haut, au moment de la sédimentation de l'Albien après avoir fonctionné auparavant comme cheminées de circulation à des eaux souterraines. Elles pourraient également avoir été creusées plus tard, par des eaux souterraines; les sables et argiles albiennes superposés à l'Urgonien y seraient tombés ensuite, grâce à leur plasticité.

Il résulte tout simplement de ces rapprochements qu'on aurait tort de vouloir attribuer toutes les formations, réunies sous la dénomination collective de *sidérolitique,* à un seul et même processus de genèse. Il y a des crevasses sidérolitiques qui sont, comme celles de Belles-Roches, dues à un remplissage par sédimentation souterraine dans des cheminées de corrosion devenues inactives. D'autres, comme celles des Fahys et du Goldberg, ont certainement été remplies par en haut par des matériaux qui furent sédimentés antérieurement à la surface. Celles de la Coudre enfin peuvent avoir été remplies au cours de la sédimentation albienne.

Une autre question devrait être introduite ici; c'est celle de l'époque de ces formations. Ces formations peuvent avoir pris naissance pendant l'époque albienne, ainsi que le prouve le remplissage de cheminées sous le dépôt albien de La Coudre. D'autres sont certainement tertiaires, soit éocènes ou oligocènes; d'autres

peuvent même être plus récentes encore. Il est dans la plupart des cas presque impossible de trancher la question de l'âge. Elle n'est d'ailleurs pas nécessaire pour l'établissement de leur mode de formation.

Après cette introduction, nous pouvons aborder l'objet spécial de cette note, qui est de faire connaître un certain nombre de gisements offrant un caractère spécial que je n'ai pas rencontré jusqu'ici dans la catégorie des crevasses dites *sidérolitiques*.

I. Fréquence des remplissages sidérolitiques dans le Néocomien.

Il n'est presque aucune carrière dans les environs de Neuchâtel, ou bien le long du flanc d'un pli quelconque du Jura, qui ne présente des fissures ou cheminées remplies de matières argileuses ou sableuses diversement colorées. On peut constater en outre que presque dans tous les cas les parois de ces cheminées offrent des traces indéniables de corrosion. Ces fissures sont bien souvent ramifiées, formant dans la roche un véritable réseau, si bien que sur une étendue plus ou moins grande, la roche, au lieu d'être saine et compacte, se trouve dans un état complet de décomposition. Dans un enchevêtrement de veines plus ou moins épaisses, formées de matériaux argileux et sableux de couleur rouge, jaune, brune, verdâtre, bleuâtre, etc., gisent les paquets de calcaire à surface corrodée, parfois réduits en masses informes ou lenticulaires dont la surface est colorée par la matière ambiante. Les carriers qui exploitent la pierre jaune aux environs de Hauterive connaissent très bien ce phénomène et le redoutent, car la pierre atteinte de

ce genre d'avarie est absolument impropre pour servir de pierre de construction et doit être déblayée. Ils appliquent à ces parties décomposées le nom très significatif de *chancre*. Et de fait la pierre paraît littéralement rongée, comme atteinte par une maladie qui aurait supprimé à la fois sa consistance et sa couleur normale.

Le fait le plus singulier réside dans la circonstance que ces *chancres* ne sont absolument pas un phénomène superficiel. On peut en rencontrer à une profondeur très considérable, au-dessous de couches absolument saines, ne trahissant aucune trace de corrosion. D'autres fois une cheminée étroite, traversant dès la surface un massif de calcaire sain, conduit à une certaine profondeur dans une zone où la roche est profondément *chancrée* et sur une grande étendue impropre à l'exploitation.

Pour expliquer ce phénomène, il faut admettre que les eaux souterraines ont circulé à travers les fissures d'abord capillaires de la roche, en les élargissant peu à peu; puis en y déposant les matériaux insolubles provenant de la dissolution du calcaire impur ferrugineux ou glauconiteux, parfois siliceux du Hauterivien ou même du Valangien supérieur. Il est même possible que certaines parties de ces remplissages argilo-sableux soient de provenance superficielle, ainsi que le prouveraient deux des exemples que nous aurons à décrire.

Il est évident que ce n'est pas seulement dans les carrières de pierre jaune que se rencontrent les *chancres*, mais c'est surtout dans ces exploitations, poursuivies depuis des siècles, que l'on en a mis à découvert le plus grand nombre, grâce aux milliers de

mètres cubes de roche qui ont été successivement exploités.

Dans la région de Neuchâtel, le Sidérolitique n'est que rarement représenté par du fer pisolitique; ce n'est qu'exceptionnellement qu'on rencontre le bolus rouge-brun avec fer en grains. Les matières argileuses multicolores et des sables siliceux glauconiteux ou bruns et jaunâtres prédominent presque partout. Ils sont souvent très nettement stratifiés parallèlement aux parois des filons; ou bien ils sont rubanés, dessinant des contournements et des enchevêtrements très singuliers.

Nous examinerons successivement les divers gisements, sur lesquels il m'a été possible de faire des observations nouvelles.

II. Carrière des Longs-Champs à l'ouest de Hauterive.

Cette carrière a été ouverte vers 1896 au S.W. du village de Hauterive, dans un affleurement de pierre jaune qui paraissait parfaitement saine et propre à l'exploitation comme pierre de taille. Mais peu de temps après l'ouverture on a rencontré dans la partie N.W. de la carrière un vaste *chancre*. Sur une surface de près de 15 m. de longueur et une largeur indéterminée il n'y avait que du rocher corrodé, parcouru de nombreux filons argileux et sableux, si bien que l'ensemble pouvait être comparé à une véritable *injection* sidérolitique. Ce terme n'a vraiment rien d'exagéré. L'action des eaux corrosives pénétrant dans les fissures capillaires et les élargissant graduellement, pour les remplir ensuite des résidus de la corrosion souterraine, pouvait s'observer là d'une manière tan-

gible, surtout au cours de l'enlèvement de ce cube important de matériel décomposé. Il est à remarquer que plusieurs de ces foyers de corrosion peuvent être en relation les uns avec les autres. C'est ainsi que dans cette même carrière l'enfoncement de l'exploitation du côté S.E. a rencontré un nouveau foyer d'injection sidérolitique, à peine visible dans la roche superficielle et qui paraissait s'enfoncer à une assez grande profondeur. Un puits d'exploration s'y trouvait en plein à 8 m. de profondeur. Il ne me paraît donc guère douteux que ces diverses injections sidérolitiques ne soient en relation plus ou moins directe les unes avec les autres, comme le sont des sources plus ou moins rapprochées jaillissant d'une roche très fissurée. Aucune roche n'est d'ailleurs aussi constamment parcourue de fissures et lithoclases plus ou moins apparentes que la pierre jaune de Hauterive. C'est en suivant ces fissures que les ouvriers nomment *poils* lorsqu'elles sont peu apparentes ou *coupes* lorsqu'elles sont bien ouvertes, que l'on prépare l'extraction de la pierre. Ces mêmes joints ont dû servir de voies de passage aux anciennes eaux souterraines qui ont corrodé la roche pendant l'émersion tertiaire éocène et oligocène ancienne et probablement déjà auparavant, pendant une partie des temps crétaciques. Aujourd'hui ces anciens canaux sont entièrement abandonnés par les eaux. Cependant leurs allures sont tout à fait celles de voies ayant été élargies par la corrosion des eaux souterraines et cela jusque dans les moindres détails. C'est souvent aussi autour d'une fissure maîtresse que se groupent les canaux de moindre importance, lesquels s'anastomosent en constituant précisément les zones d'injection ou d'infiltration sidérolitique.

La disposition des couches de terrain et leur perméabilité relative ont naturellement une grande influence sur le développement des corrosions et remplissages sidérolitiques. C'est ainsi que dans la carrière des Longs-Champs ce phénomène se développe souvent le long des délits de stratification de certains bancs. J'ai déjà relevé un fait analogue à propos du Sidérolitique du Mont de Chamblon, qui offre des zones de corrosion le long de la surface *inférieure* d'une couche de marne; il en ressort ainsi que la poussée de l'eau a eu lieu de bas en haut vers la surface. Il est évident que c'est le contraire qui peut avoir lieu tout aussi bien lorsque l'eau pénètre dans le rocher de haut en bas. Dans le cas qui nous occupe, c'est bien plutôt cette dernière alternative qui paraît la plus probable, en ce sens que les injections sidérolitiques en question se sont développées le long de voies d'eau pénétrant par un système de fissures *jusqu'à* une couche peu perméable, comme l'est le calcaire marneux surmontant les marnes hauteriviennes et qui supporte lui-même les bancs de pierre de taille exploitable.

Une troisième zone d'injection sidérolitique a été découverte dans cette même carrière des Longs-Champs lors de l'établissement d'une grande tranchée d'attaque et le creusement d'une galerie pour le transport des matériaux exploités au bord du lac. Le fond de la tranchée se trouve à 20 m. au-dessous de la surface primitive du terrain au niveau du calcaire marneux et en plaquettes qui recouvre la marne hauterivienne. Cette nouvelle zone d'injection est probablement en relation avec la précédente, car elle commence déjà au niveau de la plateforme de l'ancienne exploitation, en forme de cheminée zigzaguée, envoyant des apophyses entre

les délits des couches. Grâce à ce travail d'exploitation on pouvait suivre en détail toutes les particularités de ce gisement remarquable (fig. 3). Dans la partie supérieure la cheminée s'ouvrait en forme d'entonnoir, contenant, sur plus de 3 m. de largeur, du bolus rouge et brun englobant d'innombrables blocs de pierre jaune à surface corrodée. Une certaine partie de ceux-ci paraissaient être tombés comme par un effondrement ou un affaissement dans une cavité sous-jacente. C'est ainsi qu'en devenant plus étroite vers le bas, cette cheminée s'enfonce encore à 12 m. de profondeur au-dessous de la plateforme de l'ancienne carrière, jusqu'à la surface du calcaire marneux. Elle se ramifie même, en envoyant de nombreuses apophyses dans le calcaire ambiant. Près de la base de la pierre de taille, les injections sidérolitiques s'élargissent notablement et se développent le long du délit de contact entre la pierre jaune et le calcaire marneux, sur au moins une dizaine de mètres, comme si la présence de la couche moins perméable sous-jacente avait mis obstacle à la pénétration plus profonde de la corrosion puis du remplissage sidérolitique.

Le cliché fig. 3 montre cette situation aussi bien qu'il a été possible de la relever. Jusque dans la partie la plus profonde de cette zone d'injection il y a constamment, dans l'intérieur des remplissages argilo-sableux, des blocs de calcaire à surface corrodée. De même les parois des cavités sont toujours nettement corrodées. Il a été impossible de faire figurer dans le croquis tous les détails de cet intéressant gisement. Outre les détails du mode de remplissage et de contact entre la pierre jaune et le remplissage sidérolitique, il y a lieu de constater la remarquable situation

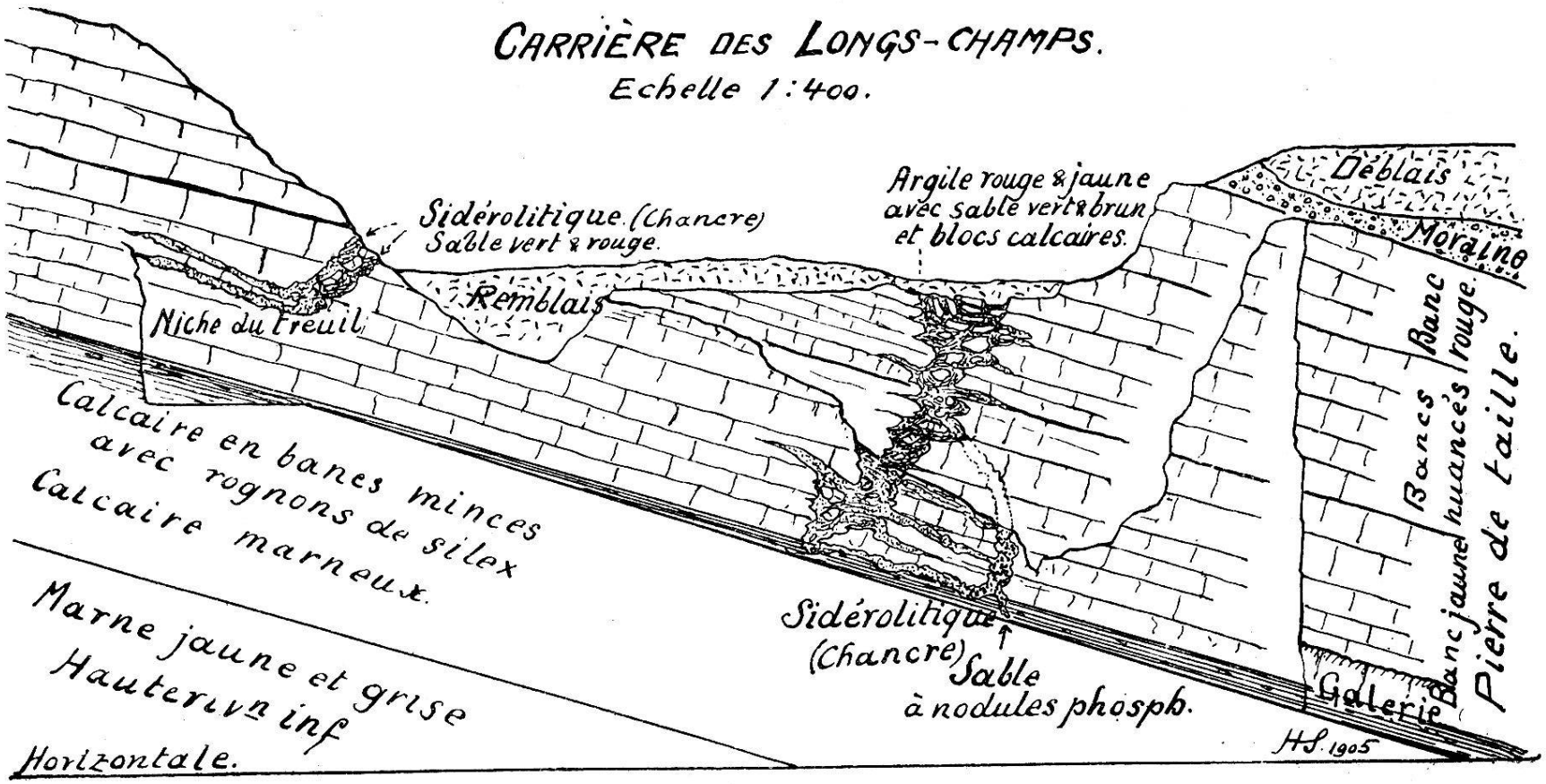


Fig. 3. Remplissages sidérolitiques (chancres)
dans la carrière de pierre de taille des Longs-Champs, près Hauterive.

générale en forme de cheminée traversant irrégulièrement la pierre jaune. Dans le cas particulier il ne s'agit pas d'une cheminée creusée le long d'une fissure simple, comme le serait une diaclase ou paraclase, mais c'est évidemment une fente irrégulière qui a été peu à peu élargie, pendant que la corrosion, profitant des délits des bancs et des leptoclases toujours fréquentes dans les roches calcaires, a produit les innombrables apophyses. On ne saurait autrement s'expliquer la forme si compliquée et la situation de ce gisement. Son remplissage par pénétration du haut en bas paraît fortement attesté par l'arrêt de la zone d'injection à la surface du calcaire marneux. Ce sont des eaux corrosives descendant de haut en bas qui ont créé la cheminée primitive et ses apophyses, dans lesquelles ont ensuite été sédimentés les matériaux sidérolitiques; ceux-ci sont attribuables en partie à des résidus insolubles provenant de calcaire corrodé, mais une certaine part en revient aussi à des remaniements de terrains préexistants à la surface qui ont pu suivre, entraînés par les eaux, les canaux contournés du réseau. Aux matériaux provenant des résidus insolubles, donc d'origine endogène, s'associent des éléments provenant de la surface. Cela est prouvé par la découverte, dans la partie la plus profonde de la tranchée, d'un amas de sable noirâtre mêlé d'argile contenant des *nodules phosphatés*.

Remplissage à nodules phosphatés. — Il occupe une apophyse ou canal du côté E. de la zone d'injection sidérolitique. C'est un amas de sable brun-noir peu argileux, englobant de nombreux nodules brun-noir ou gris-noir, comme le sont parfois les nodules phosphatés de l'Albien (par exemple à la Presta et à

Morteau). Quelques-uns présentent aussi une teinte gris-clair analogue à celle des nodules phosphatés de l'Albien de La Coudre.

La ressemblance est si frappante que j'ai tout de suite supposé qu'il s'agissait d'un remplissage de sédiments albiens, formé, soit en contemporanéité avec l'époque albienne, comme à La Coudre, ou bien plus tard, après remaniement de ces sédiments. Cette supposition fut immédiatement confirmée par la découverte de quelques débris de fossiles albiens incontestables.

Dans le but de trouver un nombre plus considérable de ces restes, et en vue de mieux étudier la composition de ce remplissage si curieux, j'ai soumis une certaine quantité de sable à nodules à un triage soigneux après lévigation.

Voici ce qui résulte de cette étude:

Les nodules phosphatés, de formes et de dimensions variées, sont disséminés dans un sable composé de grains quartzeux translucides et de teintes diverses, blancs, rosés ou jaunâtres, parfois noirs, opaques. La quantité de matière argileuse rouge, verte ou brune est plutôt faible. On rencontre par-ci par-là quelques grains sphériques de fer pisolitique, identiques aux grains contenus dans le minerai de fer sidérolitique du Jura septentrional. Ils offrent sur la cassure une couleur plus claire et des craquelures remplies d'un enduit bleu-clair (vivianite?).

Les restes de fossiles albiens sont ordinairement à l'état de *fragments* de moules intérieurs et portent *extérieurement des traces indéniables de corrosion*. Ces mêmes traces se voient également sur les nodules phosphatés, qui sont luisants comme de gros grains de poudre à mine.

Ces observations conduisent à la conclusion qu'il s'agit d'un remplissage introduit dans son gisement actuel par en haut, après remaniement de sédiments albiens primitifs. Au cours de ce remaniement les eaux corrosives charriant ces débris exerçaient leur action soit sur les fossiles, soit sur les nodules phosphatés. Les premiers : des chambres d'ammonites aux lobes émoussés, des gastéropodes ou des débris de moules de bivalves, etc., ont des formes presque méconnaissables, tant la corrosion en a effacé les ornements ou même les contours caractéristiques.

Voici d'ailleurs la liste des espèces qu'il a été possible d'identifier ou du moins reconnaître génériquement :

Odontaspis gracilis, Ag., 1 exemplaire bien conservé.

Hoplites interruptus, Brugn., fragment corrodé et arrondi.

Diverses chambres d'ammonites corrodées.

Avellana subincrassata, d'Orb., échantillon bien conservé et peu corrodé.

Trochus conoideus, Sow., échantillon (moule) bien conservé, à peine corrodé.

Aporrhais, 1 fragment (moule) fortement corrodé.

Solarium, 1 fragment et une empreinte d'ombilic fortement corrodés.

Dentalium Rhodani, Pict. et Roux, 8 fragments corrodés et arrondis.

Corbula gaultina, Pict. et Camp., 1 échantillon peu corrodé.

Arca obesa, Pict. et Camp., 1 fragment corrodé.

Trigonia aliformis, Park., fragment corrodé, presque méconnaissable (moule).

Inoceramus sulcatus, Park., fragment corrodé, presque méconnaissable (moule).

Inoceramus concentricus, Park., fragment (moule) corrodé et arrondi.

Exogyra arduennensis, Sow., moule corrodé.

Il ne peut donc pas subsister de doute qu'il s'agisse bien d'un remaniement de sédiment de l'époque albienne, qui a été entraîné à plus de 20 m. de profondeur dans le fond d'une cheminée sidérolitique, fort tortueuse, par les eaux mêmes qui ont contribué par leur effet corrosif au creusement de cette voie souterraine. La corrosion des moules et des nodules phosphatés le prouve en surabondance. Cette introduction de matériaux empruntés au terrain albien est certainement *bien postérieure à l'époque de la sédimentation de ce terrain,* puisque ce ne sont pas les coquilles, mais des *moules phosphatés* que nous trouvons dans la crevasse sidérolitique.

La présence de grains de fer sidérolitiques ne pourrait pas être invoquée comme un argument en faveur de la contemporanéité entre ce remplissage et le Sidérolitique à fossiles oligocènes et éocènes du Jura bernois. Il y a en effet parfois, dans les grès albiens, des grains ferrugineux sphériques identiques à ceux du minerai sidérolitique. Les grains de quartz translucides multicolores ou noir opaque, si répandus dans le Sidérolitique, se retrouvent également dans les sables grossiers de l'Albien. Dans le cas présent, on ne peut voir dans ce gisement que le produit d'un remaniement de l'Albien à une époque postérieure à sa formation, et le mélange de ses matériaux aux résidus de la corrosion des eaux souterraines de l'époque. Cette époque doit, pour ce qui concerne

notre gisement, être comprise entre le Crétacique supérieur et l'Oligocène supérieur (Aquitanien). C'est dans cette même période que se placent aussi les plus nombreux gisements sidérolitiques du Jura.

Il est intéressant de mentionner ici la teneur en acide phosphorique des nodules. Il en ressort leur parfaite identité avec ceux de l'Albien; le fait de leur corrosion prouve clairement qu'ils n'ont pas pu se former dans le gisement et doivent provenir, comme les fossiles phosphatés, de l'Albien remanié. M. J. Burmann, assistant au laboratoire de chimie de l'Académie de Neuchâtel, a bien voulu faire un dosage de la quantité d'acide phosphorique. Je lui en témoigne ici toute ma reconnaissance.

Le dosage avec la méthode citro-magnésienne a donné dans les nodules noirs: P_2O_5 25,3 %: calculé comme $Ca_3P_2O_8$: 55,1 %.

Il y a en outre 4 % de $Fe(OH)_3$.

Dans la même carrière des Longs-Champs se trouve une quatrième zone d'injection sidérolitique assez différente de la précédente. Elle a été mise à découvert par le creusement de la niche destinée à recevoir le treuil devant actionner le transporteur funiculaire qui fait communiquer la carrière avec le bord du lac.

Il y a là plusieurs filons irréguliers, traversant les bancs inférieurs de pierre de taille, et qui se développent ensuite parallèlement à la stratification du calcaire marneux sous-jacent. Ces filons contiennent du sable bleu clair ou verdâtre, tout-à-fait semblable à celui qui remplissait en partie les filons de la carrière de Belles-Roches, citée plus haut. Ce grès est nettement stratifié et associé, comme là, à du bolus brun ou rouge souvent rubané.

Il me reste à mentionner encore une autre obser-

vation fort remarquable, concernant l'action des eaux sidérolitiques sur la roche encaissante. Cette action, avons-nous dit plus haut, est avant tout une action corrosive, dont d'ailleurs les traces les plus indéniables peuvent êtres constatées à chaque pas. Il y a cependant plusieurs points de cette carrière, où l'on voit, sur le contact entre le remplissage de *bolus ferrugineux rouge ou brun* et la pierre jaune, que cette dernière est visiblement *imprégnée d'oxyde de fer.* La roche paraît comme métamorphosée et présente également une densité sensiblement plus grande. Non seulement la surface, mais aussi l'intérieur est pénétré par la matière ferrugineuse.

Je ne puis pour l'instant que mentionner ce fait qui mériterait une étude approfondie en vue de déterminer d'abord jusqu'à quel point la pierre jaune a été imprégnée de matière ferrugineuse. Cela acquis, il y aurait lieu de rechercher de quelle manière la pénétration de l'oxyde de fer a pu se produire et éventuellement à quelle époque cela peut avoir eu lieu. Il est en effet peu probable que cette pénétration soit due à une action contemporaine à la circulation des eaux sidérolitiques, c'est-à-dire simultanément à la corrosion. Cela supposerait des eaux fortement chargées de fer en dissolution et non corrosives, capables de substituer au carbonate de chaux de l'hydrate de fer. Mais il est d'un autre côté possible que cette minéralisation du calcaire ait eu lieu longtemps *après le remplissage*, par un effet de contact prolongé et sous l'influence de l'eau de carrrière servant de véhicule à l'échange des matières chimiques. Cela est d'autant plus probable qu'elle n'a lieu qu'au contact du bolus ferrugineux rouge ou brun. Il y aurait là une étude intéressante de géologie chimique à entreprendre.

III. Galerie d'accès à la carrière des Longs-champs.

(Voir la planche fig. III.)

Cette galerie, qui a donné une excellente coupe du Néocomien entre la carrière et l'ancienne falaise au bord de la route cantonale, a également fourni plusieurs exemples d'injections sidérolitiques. Elle a une longueur de 306 m. entre l'entrée en rocher et la tranchée dans la carrière. Les premiers 70 m. traversent l'Urgonien supérieur, formé de bancs de calcaire blanc jaunâtre fortement fissuré et rocailleux. Il est interrompu par deux faibles couches de calcaire marneux. Vers la base de ce sous-étage, la roche est sur 4 m. d'épaisseur complètement injectée de matière argileuse bleu-pâle. La galerie traverse cette roche sur une vingtaine de mètres. Il ne peut guère être douteux que ces infiltrations argileuses ne soient le résultat de la pénétration d'eaux souterraines ayant abandonné le résidu de dissolution du calcaire traversé qui est dans ce cas particulier le calcaire blanc urgonien supérieur. Le phénomène cesse avec l'Urgonien inférieur que la galerie traverse sur 42 m. Dans la pierre jaune, dite rocaille, superposée aux bancs de pierre de taille se montre près du puits B, au point 185 m., un *chancre* insignifiant sous forme de craquelures remplies de bolus jaune, rouge et parfois bleuâtre. Ce bolus présente un éclat particulier par suite de la compression que les couches ont évidemment eu à subir après la formation de ces remplissages. La présence de la matière argileuse a permis des glissements d'ailleurs très limités, au cours desquels elle a fonctionné comme lubrifiant et a donné

aux surfaces de contact un éclat très apparent; nous avons déjà constaté le même fait dans les filons sidérolitiques de Belles-Roches.

Près du puits C, entre 260 et 272 m. de l'entrée inférieure, se trouve une zone fortement infiltrée de matériaux sidérolitiques. Ce sont d'innombrables veinules remplies de sable et de bolus verdâtres, jaunes ou bruns. Ce *chancre* est situé dans la même zone que ceux de la carrière, soit au-dessus du calcaire marneux, à la base des couches de pierre de taille. Il n'est cependant pas certain qu'il soit en connexion directe avec ceux-ci; si c'était le cas, ce serait nécessairement par un canal fort tortueux, car il n'y a dans le prolongement de la galerie aucune communication visible entre les deux gisements.

IV. Carrière Perrier au N.E. de Hauterive.

On exploite, dans le village même de Hauterive, une carrière de pierre jaune, dans laquelle on a mis à découvert, il y a deux ans, un *chancre* considérable, après que pendant nombre d'années la roche avait paru bonne et saine. (Voir fig. 4 et 5.)

C'est à proximité de deux diaclases verticales que se présentent les injections sidérolitiques, avec les mêmes allures que dans la carrière des Longs-Champs. On a exploité toute la pierre qui se trouvait appliquée contre l'une des diaclases, en sorte que l'on voit sur celle-ci admirablement les traces de la corrosion. Ce sont évidemment les deux grandes fissures verticales qui ont été les canaux par lesquels circulaient les eaux souterraines. A proximité de la base des couches de pierre de taille, les remplissages sidérolitiques, qui

s'étaient réduits jusqu'alors aux deux fissures verticales, gagnent considérablement en largeur. Ils s'étalent horizontalement ou plutôt parallèlement aux bancs, en occupant dans l'intérieur de ceux-ci des espaces très considérables, au détriment de la pierre exploitable.

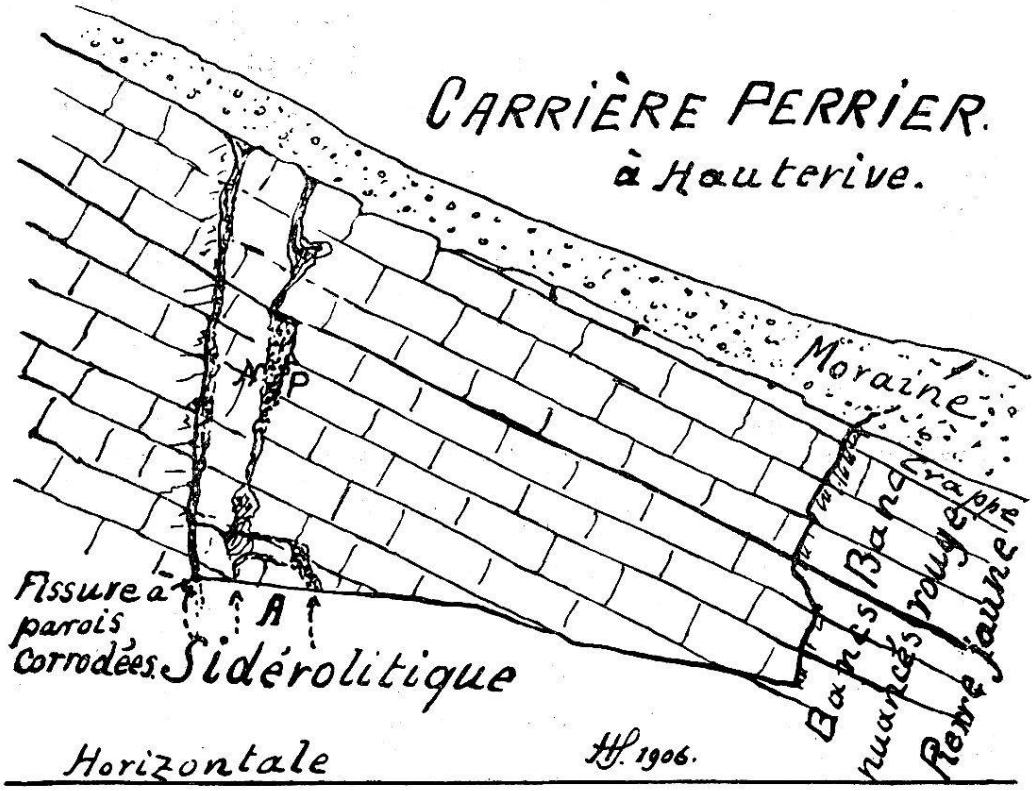


Fig. 4. Front d'attaque de la carrière Perrier à Hauterive.

LÉGENDE:

N P, remplissage de sable vert-foncé à nodules phosphatés; *A*, point représenté par la fig. 5.

Les deux croquis 4 et 5 donnent la situation de ce gisement très curieux. La fissure verticale du côté W. n'est remplie que de bolus brun; mais celle du côté E. montre, à côté d'argiles bleues, en filons peu ramifiés, aussi du sable grossier avec nombreux *nodules phosphatés brillants*, identiques à ceux de la carrière des Longs-Champs. Cependant c'est en vain

que j'ai cherché à découvrir quelque vestige de fossiles de l'Albien. Il est toutefois indubitable qu'il s'agit du même terrain et du même mode de formation. La ressemblance entre les échantillons provenant des deux gisements est si parfaite qu'on ne pourrait les distinguer. Il y a donc lieu d'admettre ici de même un remplissage par en haut, par suite du remaniement d'un dépôt d'Albien ayant existé primitivement à la surface. Les nodules phosphatés sont luisants et présentent des traces très nettes de corrosion.

La situation de la partie élargie du *chancre* est tout particulièrement intéressante. Tandis que la diaclase W. reste étroite, celle de l'E. s'élargit entre deux bancs et forme entre les délits de ceux-ci plusieurs chambres en chapelet, remplies de sables stratifiés. La couleur de ceux-ci est tantôt gris-bleu, tantôt verdâtre avec parties jaunâtres. L'alternance des diverses teintes fait paraître la roche nettement rubanée. La situation de cette partie du gisement est représentée par le croquis fig. 5. En remettant par la pensée en place la masse de pierre enlevée au cours de l'exploitation, on peut se rendre fort bien compte qu'à un moment donné il y a dû y avoir plusieurs cavités assez spacieuses, dans lesquelles, par suite d'un changement de direction du cours des eaux corrodantes, sont venus se déposer les sédiments qui les remplissent actuellement. Ces dépôts ont naturellement dû se sédimenter plus ou moins horizontalement. Si la situation actuelle n'est plus ce qu'elle a dû être primitivement, c'est que depuis lors les couches de pierre jaune qui recèlent les remplissages en question, ont subi divers bouleversements. Outre le relèvement des bancs à un plongement voisin de 22°, ceux-ci

ont subi certainement encore l'effet d'une compression générale, dont les traces sont visibles dans les nombreux plans de glissements qui parcourent presque tous les terrains du Jura. La présence des cavités remplies de dépôts sidérolitiques a dû être un motif pour faire jouer ces mouvements intérieurs des couches surtout le long de ces crevasses et cheminées remplies de matières meubles. C'est pourquoi on constate si souvent des plans de glissement et des

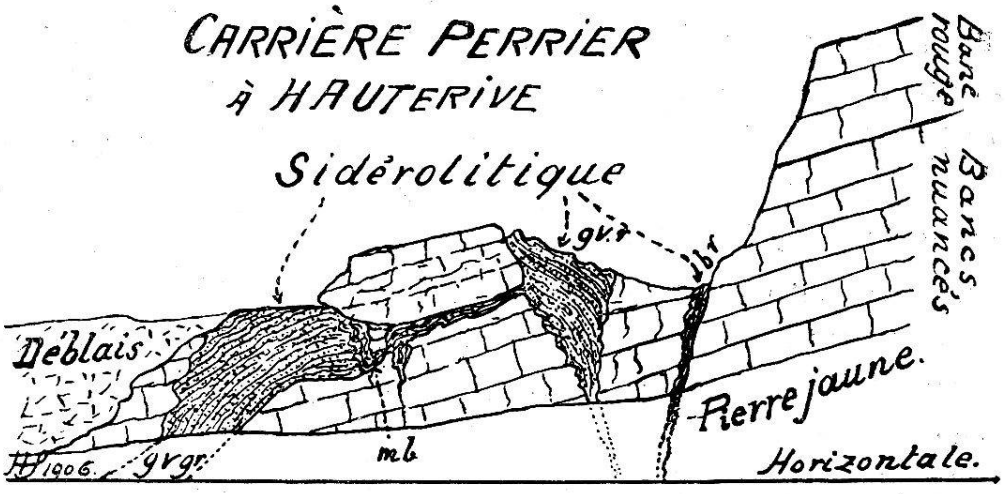


Fig. 5. Détails de la partie inférieure des crevasses sidérolitiques dans la carrière Perrier.

LÉGENDE :

br. Bolus rouge et brun; *gvr.* Grès vert rubané; *gvgr.* Grès grossier vert ou jaunâtre par altération; *mb.* Marne argileuse bleue.

miroirs dans l'intérieur et sur les bords de ces remplissages, si bien que parfois les surfaces de corrosion sont remplacées par des surfaces de glissement lubréfiées par un empâtement d'argile sidérolitique. L'enlèvement de cet enduit fait réapparaître les sculptures de la corrosion que l'argile n'a fait que recouvrir sans l'oblitérer. Les contournements que présentent les sables et bolus rubanés doivent être attribués à ces mêmes effets de compression.

Conclusion.

Il résulte de cette étude que les formations connues sous le nom de sidérolitiques ne doivent pas toutes être considérées comme le résultat d'une sédimentation souterraine, due exclusivement aux résidus de la dissolution du calcaire corrodé par les eaux ayant circulé sous terre pendant les temps tertiaires anciens ou même crétaciques supérieurs. Une partie des matériaux peut parfaitement avoir été empruntée aux sédiments préexistants à la surface du sol et qui furent entraînés, même à une très grande profondeur, dans des cheminées et filons ramifiés qui finirent ainsi par se combler. Il est cependant très difficile parfois de déterminer la part qui revient à l'une et à l'autre de ces influences, les matériaux mis en mouvement étant dans les deux cas de composition très analogue. Les deux phénomènes peuvent d'ailleurs avoir agi soit simultanément, soit séparément. En qualifiant les formations sidérolitiques de « terra rossa » infra-tertiaire ou supra-crétacique, on se trouve probablement assez près de la vérité, pour ce qui concerne les éléments résiduants de la corrosion; d'autres peuvent avoir été amenés de la surface par suite du remaniement de terrains préexistants : Aptien, Albien, Cénomanien.

XXXII

Sur l'avenir de l'exploitation de la pierre jaune entre Neuchâtel et Saint-Blaise.

Communiqué dans la séance du 27 avril 1906.

1. Nature lithologique et stratigraphique.

La pierre jaune de Neuchâtel est un calcaire qui se prête admirablement à la taille pour être ouvragé comme pierre architecturale. Elle rentre dans la catégorie des *pierres de taille tendres*. Au point de vue lithologique, c'est un calcaire zoogène; c'est-à-dire une roche sédimentaire marine, dont divers animaux ont fourni les composants. On y reconnaît sans aucune difficulté des débris d'Echinodermes (fragments de bras et de tiges de Crinoïdes, de carapaces de Stellerides, d'Oursins et de leurs piquants), de Bryozoaires, des fragments de coquilles triturées, etc. La pierre jaune de Neuchâtel est parfois, mais plus rarement, exclusivement oolitique, c'est-à-dire composée de petits grains calcaires arrondis, dans lesquels on peut reconnaître tantôt des débris roulés de coquilles, Bryozoaires, etc., en un mot un sable d'origine zoogène, tantôt des concrétions calcaires d'origine non organique. Ce dernier cas ne se présente cependant guère pour les oolites du Néocomien.

Les couches que l'on exploite comme pierre de taille ont un grain plutôt grossier ou moyen et l'on y constate à la fois des débris d'Echinodermes, reconnaissables à leurs surfaces de clivage, des débris de

coquilles et de Bryozoaires, associés à des sables oolitiques. C'est donc un calcaire à la fois spatique, lumachellique et oolitique. La part des uns et des autres de ces éléments peut varier quelque peu suivant les couches.

Le caractère essentiel de cette roche est l'absence de matériaux siliceux, ce qui facilite non seulement la taille à la boucharde, mais permet, grâce à la nature assez poreuse de la roche, de la raboter, comme les grès mollassiques tendres.

La ressemblance de la structure avec les grès mollassiques est encore augmentée par la présence dans ces couches de pierre jaune de la *stratification croisée*, accusée dans le grain de la roche par une sorte de striation oblique aux délits des bancs et dont l'inclinaison peut non seulement changer de valeur, mais encore de direction dans l'intérieur du même banc; à plus forte raison cela peut-il avoir lieu d'un banc à l'autre. Il en résulte ainsi une fausse stratification, parfois si fortement prononcée que le banc se divise lui-même en couches plus minces dont l'inclinaison est oblique à ses propres délits. Cette stratification croisée est très générale dans les couches de grès de la mollasse où elle est causée par l'influence des courants qui ont transporté les grains de sable entassés sous forme de couches plus ou moins épaisses. Dans le cas de la pierre jaune, c'est aux courants marins qu'il faut attribuer cette particularité. Agissant dans le transport à l'instar du courant d'une rivière charriant du sable, les courants marins, se déplaçant à diverses profondeurs, transportent le long du fond des débris minéraux empruntés aux coquilles et squelettes des innombrables animaux marins qui

peuplent le fond de la mer, surtout près des côtes; les dépouilles de ceux-ci sont enlevées au fur et à mesure de leur dépérissement et deviennent ainsi un sable *organique* quoique de composition minérale. Ces mêmes courants se chargent ensuite de l'entassement de ces matériaux à une distance plus ou moins grande, comme le ferait une rivière à son embouchure dans un lac ou dans la mer, en édifiant son delta. C'est pourquoi ces débris minéraux de provenance organogène sont souvent manifestement usés par le roulage qui s'opère au cours de ce transport. Mais tout comme les courants des rivières se déplacent au milieu du delta, les courants marins changent aussi souvent de place par des influences diverses. Pour ce motif la stratification, oblique à l'intérieur des bancs organogènes, se modifie parfois subitement. Les surfaces érodées par le délitement superficiel montrent souvent des exemples superbes de cette structure si curieuse des sédiments marins organogènes, qu'il s'agisse de calcaires oolitiques, échinodermiques ou lumachelliques, ou de roches ayant les trois caractères simultanément, comme c'est le cas de la pierre jaune de Neuchâtel. Remarquons encore que cette stratification croisée se retrouve tout aussi bien dans la pierre de taille que dans le calcaire jaune, dit crappe, pierre de maçonnerie ou rocaille. Mais c'est dans la première qu'elle ressort avec le plus de netteté.

2. Les bancs de pierre de taille.

La qualité de pierre de taille exige que la roche forme des bancs d'une certaine épaisseur et que dans chaque banc il n'y ait pas trop de fissures ou *poils*,

comme s'expriment les carriers, de manière à pouvoir extraire des blocs d'assez grandes dimensions en vue de leur utilisation pour des travaux d'architecture. Ces diverses conditions ne sont cependant que très rarement réalisées d'une façon satisfaisante. Souvent la roche, fort belle comme apparence et par son grain, renferme trop de silice pour se prêter facilement à la taille. Mais le défaut le plus fréquent est la fissuration. C'est ainsi que dans la gorge de la Serrière et dans celle des Clées sur le cours de l'Areuse, se voient de superbes calcaires oolitiques ou plus ou moins spatiques d'un grain magnifique; mais ils sont à tel point parcourus de fissures qu'il est absolument impossible d'en extraire même de simples mœllons bruts. La qualité de pierre de taille est une exception dans le massif calcaire du Hauterivien supérieur et lors même que ce sous-étage a reçu le nom de groupe de la *Pierre jaune de Neuchâtel*, cela veut dire tout simplement que cette roche se distingue dans nos environs par sa couleur jaune, mais non qu'elle soit toujours propre à fournir la pierre architecturale connue sous ce nom.

Les couches de pierre de taille se trouvent à la base de l'étage Hauterivien supérieur, séparées de la marne hauterivienne par seulement 8 à 10 m. de calcaire plus ou moins marneux en bancs minces, lequel contient parfois des rognons de silex. Le toit du massif exploitable est formé par 3 à 4 m. de calcaire ayant tout à fait le grain de la pierre de taille, mais la présence de nombreuses fissures et la faible épaisseur des lits le rend impropre à être ouvragé; les ouvriers nomment cette assise *crappe*. Une couche marno-calcaire contenant des rognons durs lités dans une masse

marneuse oolitique recouvre la crappe. C'est un horizon très constant dans toute la région où existe le niveau de la pierre de taille. Ses caractères lithologiques le font reconnaître très facilement; mais il est remarquable surtout par la présence de nombreux fossiles, en général de petite taille, parmi lesquels les Spongiaires et Bryozoaires sont en prédominance. Dans l'une des carrières au N. du village de Hauterive on y trouve cependant un grand nombre de Spongiaires assez gros; ils sont de forme globuleux ou ovoïde, parfois lenticulaires, associés à d'innombrables Bryozoaires ramifiés, à des Spongiaires cupuliformes ou digités plus petits et des piquants d'oursin très gracieux *(Peltastes stellulatus)*. Ces mêmes fossiles, moins les gros Spongiaires, se retrouvent au-dessus de la *crappe* dans les carrières des Grands-Creux sur Saint-Blaise; elle est de même très nettement accusée dans l'exploitation des Longs-Champs et à la Favarge. Cette couche à Spongiaires et Bryozoaires correspond par sa situation et ses caractères paléontologiques à la Marne à Spongiaires du Landeron, décrite par Gilliéron[1], laquelle n'a pas fourni moins de trente espèces appartenant à ces deux groupes. Mais, dans ce dernier gisement, cette marne renferme encore un grand nombre d'autres fossiles, tels que Gastéropodes, Pélécypodes, Echinides et surtout de nombreux Brachiopodes, fossiles qui sont plutôt rares dans la marne à Spongiaires de Hauterive. Cependant la puissance des couches de pierre jaune qui séparent le niveau marneux du Hauterivien infé-

[1] DE LORIOL et GILLIÉRON. Etage Urgonien inférieur du Landeron. *Mém. Soc. helv. Sc. nat.*, t. XXIII, 1869.

rieur est à peu près la même dans les deux gisements ; il y a donc équivalence stratigraphique assez complète.

On distingue dans les diverses carrières entre Saint-Blaise et la Favarge une succession assez régulière de bancs de teintes variées dans le massif de pierre de taille, dont l'épaisseur totale oscille entre 15 et 20 m.

Voici la série que l'on indique dans la carrière la plus septentrionale, située au N.W. du village de Saint-Blaise (carrière Noséda) :

		Mètres
Pierre de maçonnerie (crappe).		4,00
Pierre de taille	Banc rouge	3,00
	Banc blanc ou banc dur . .	2,00
	Banc de noyer	2,50
	Banc bleu.	3,00
	Banc dit de 20 pieds (banc jaune)	4,00
	Total . . .	14,50

Calcaire marneux en bancs minces.

Dans les carrières dites des Grands-Creux, la succession des divers bancs est la suivante :

D'après le contre-maître l'Epée.

		Mètres
Pierre de taille	Banc rouge	5,00
	Banc blanc	1,50
	Banc noyer	3,00
	Banc bleu.	5,00
	Banc de 20 pieds ou banc jaune	7,00
	Total . . .	21,50

D'après M. N. Convert, ingénieur:

		Mètres
Pierre de taille	Banc rouge	3,00
	Banc blanc	2,00
	Banc noyer	3,00
	Banc bleu.	2,00
	Banc jaune	6,00
	Total . . .	16,00

Dans la carrière Perrier à Hauterive la succession est indiquée comme étant sensiblement la même.

Plus au S.W., la nouvelle carrière des Longs-Champs donne le profil suivant:

		Mètres
Pierre de taille	Banc rouge	4,00
	Banc nuancé (blanc, noyer, bleu)	7,00
	Banc jaune	5,00
	Total . . .	16,00

La carrière de la Favarge, la plus rapprochée de Neuchâtel, offre un magnifique massif de pierre de taille, ayant la composition suivante:

		Mètres
Pierre de taille	Banc rouge	5,50
	Bancs nuancés confondus .	6,50
	Banc jaune	6,00
	Total . . .	18,00

Il y a donc, selon les indications fournies par les exploitants, des divergences assez notables surtout quant à l'épaisseur des divers bancs. La seule concordance qui existe est celle de la succession de trois niveaux, Banc rouge, Bancs nuancés et Banc jaune.

Il est d'ailleurs assez difficile de se reconnaître dans l'ensemble de ces diverses couches, lorsqu'on les voit

à découvert dans la carrière. Cela provient du fait que toutes sont sensiblement analogues au point de vue du grain. Les diverses nuances, tant qu'elles ne sortent pas du jaune au roux, ne tranchent jamais énormément, du moins pas assez pour bien frapper l'œil, en sorte que dans les constructions, on les utilise indistinctement pour la composition des mêmes ouvrages, façades, pilastres, etc. Le Banc bleu est seul à faire tache au milieu des couches de pierre jaune. Son grain est tout à fait le même que celui des autres bancs, mais il tranche par une couleur bleu-verdâtre, due à la présence de nombreux grains de glauconite et de matière grisâtre argileuse.

La place qu'on lui assigne n'est pas absolument invariable, pas plus que les limites des autres niveaux. C'est ainsi que dans la carrière Zumbach, récemment ouverte au-dessus de la gare de Saint-Blaise, il y a, à la base du Banc rouge, une zone ayant tout à fait la nuance du Banc bleu. Ce n'est pas d'ailleurs un *banc* dans le sens propre du mot; mais on voit la couleur gris-bleu ou bleu-verdâtre s'étendre d'une façon tout à fait irrégulière, comme le feraient des taches d'huile. Cela se produit ici par une substitution de la nuance bleu-verdâtre à la couleur normale de la pierre jaune, sous forme de larges taches qui apparaissent et qui disparaissent. Un même bloc peut être en partie jaune et en partie bleu-vert. C'est de la même manière que se comporte la teinte bleuâtre dans le véritable *Banc bleu* qui se trouve ordinairement au-dessus du Banc jaune. Il y aurait donc, au-dessus de Saint-Blaise, un deuxième Banc bleu à la base du Banc rouge; cela n'empêche pas que les carriers continuent à attribuer ce niveau au Banc rouge.

J'ai l'impression que ces distinctions sont essentiellement conventionnelles. En résumé, on peut admettre comme certain que dans le massif des bancs de pierre de taille des environs de Hauterive, il y a lieu de distinguer trois niveaux :

1. Dans le haut, le BANC ROUGE, qui se remarque par une teinte un peu plus foncée et aussi par un grain un peu plus grossier. Epaisseur 3 à 5 m.

2. Le milieu est formé par les BANCS NUANCÉS, dont le haut commence par une couche plus claire, dite *Banc blanc*, ayant une dureté un peu plus grande, avec une fissilité plus accusée. Le *Banc noyer* se distingue par la présence de particules ferrugineuses, couleur ocre-brun, qui dessinent parfois des veines contournées et onduleuses pareilles à celles du bois de noyer, d'où le nom de ce niveau. Mais pas plus que le type Banc bleu, cette variété Banc noyer n'occupe une position invariable dans la série. J'ai vu à Saint-Blaise des blocs ayant le caractère Banc noyer d'une façon on ne peut plus nette, provenant cependant du Banc rouge. On a vu que le caractère du *Banc bleu* se retrouve aussi à la base du Banc rouge ; rien n'empêche d'ailleurs qu'une quelconque de ces nuances qui sont absolument accidentelles, ne se rencontre à un niveau quelconque du massif.

3. Le BANC JAUNE est caractérisé par une teinte plus claire et par un grain souvent plus fin et plus oolitique avec moins d'éléments spatiques que le Banc rouge. C'est le plus tendre et le plus facile à tailler.

Les variations d'épaisseur que présentent ces différentes zones, notamment l'impossibilité de reconnaître toujours une succession bien nette dans la série des bancs nuancés, résultent du fait que les

modifications, dans la composition de la pierre, qui en sont la cause, se produisent irrégulièrement dans le sens vertical, soit de la superposition des lits. Il s'en suit donc que l'une ou l'autre des variétés qui en résultent, peut se rencontrer à une tout autre place que celle où précédemment on avait l'habitude de la trouver. C'est ainsi que l'apparition d'un calcaire du type Banc bleu, ou Banc noyer à la base du Banc rouge indique tout simplement que la zone des bancs nuancés empiète sur l'épaisseur du Banc rouge comme aussi des lits ayant le caractère du Banc rouge peuvent se retrouver dans le niveau du Banc jaune.

Les QUALITÉS de ces bancs au point de vue de leur emploi architectural ne sont pas fortement influencées par les différences que nous venons de mettre en lumière. Par contre, le rendement en pierre utilisable n'est pas le même de la part de chacune de ces couches. C'est le Banc rouge qui passe pour donner le meilleur rendement en pierre de taille. C'est lui qui offre le moins de fissures et de *poils*. Dans les bonnes parties il peut donner environ $^1/_3$ de déchet seulement et $^2/_3$ de pierre utilisable pour la taille. La proportion est à peu près l'inverse en ce qui concerne le haut des bancs nuancés, le Banc dur, qui ne fournit ordinairement que $^1/_3$ de bonne pierre. Les autres couches nuancées sont, sous le rapport du rendement, intermédiaires entre les deux et fournissent à peu près autant de pierre de taille que de déchet. Le Banc jaune de son côté est sous ce rapport fort analogue au Banc rouge, par un rendement en bonne pierre de près des $^2/_3$ de son volume.

On peut admettre, sans sortir des probabilités, que normalement les bancs de pierre de Hauterive fournissent 50 $^0/_0$ de pierre de taille.

3. Extension.

La seule région où l'on a pu exploiter d'une façon suivie de la pierre de taille ayant les qualités requises, se trouve comprise entre Neuchâtel et Saint-Blaise, plus spécialement entre la faille de Monruz (La Favarge) et Saint-Blaise. C'est sur ce coteau probablement que déjà les Romains exploitaient la pierre jaune ayant servi à leurs constructions d'Aventicum. Depuis lors c'est de cette région presque exclusivement qu'ont été extraites toutes les pierres de taille qui depuis des siècles ont servi aux constructions dans les environs de Neuchâtel et dans un rayon limitrophe assez vaste.

Au S.W. de la faille de Monruz-Fontaine-Saint-André, où la colline du Mail et de Belles-Roches offre des affleurements très favorablement situés, on n'a jamais trouvé de couches suffisamment massives pour fournir de la pierre de taille. Les nombreuses carrières qui ont été ouvertes dans les diverses parties de cette colline, n'ont produit que du petit matériel à moëllons ou de la *rocaille*. Les tranchées de route et surtout le déblaiement pratiqué sur une grande échelle du sommet du Crêt Taconnet près de la gare de Neuchâtel, en 1878, ont montré jusqu'à l'évidence que dans toute la région, dès le ravin de Monruz au S.W., la pierre jaune de Neuchâtel n'a pas la qualité de pierre de taille. Il est possible d'en indiquer la cause probable. Elle doit résider dans le fait que la partie de la bordure néocomienne qui se trouve au S.W. de la dite faille, a été déplacée le long de la rupture d'une valeur horizontale d'environ 500 m. C'est au

cours de ce déplacement que la dislocation des bancs a produit une fissuration telle que les calcaires du niveau de la pierre de taille ont perdu leurs précieuses qualités. Leur grain et les autres caractères lithologiques sont cependant restés les mêmes.

Du côté du N.E. de la région indiquée, à l'approche du vallon de Voëns, nous voyons de même les bancs de pierre de taille passer à des calcaires fissurés tout à fait inutilisables. Sur l'emplacement du réservoir d'eau de la commune de Saint-Blaise on a mis à découvert, au cours du creusement de cette excavation, des bancs de calcaires ayant bien la nature lithologique des bancs de pierre de taille de Hauterive; ils en occupent d'ailleurs le niveau stratigraphique, mais dans un état de fissuration complet, donc inutilisables pour la taille.

Dans la carrière Noséda, qui est la plus septentrionale des exploitations, la pierre de taille qui pouvait au début atteindre la proportion normale que nous avons indiquée plus haut, commence à diminuer sensiblement depuis que l'exploitation se développe plutôt du côté du N.E., après l'épuisement complet des parties au S.W. C'est là une indication qui permet de conclure que la propriété des bancs de Hauterive d'être de la pierre de taille se perd graduellement dans cette direction et que vers l'emplacement du réservoir d'eau de Saint-Blaise elle n'existe plus. Cela ne veut cependant pas dire que les terrains encore vierges qui se trouvent au N.E. de cette carrière sur le prolongement de l'affleurement de la tête des couches du massif de la pierre de taille, ne puissent pas fournir encore une notable quantité de pierre de taille; mais il faut prévoir que la proportion de la pierre utilisable diminuera rapidement.

Ici encore il faut attribuer à l'influence de la dislocation du sol la déperdition de la nature compacte de la pierre. C'est en effet à la hauteur de Saint-Blaise que les couches du Néocomien qui s'abaissaient jusqu'alors uniformément vers le lac de Neuchâtel, commencent à se relever pour s'adosser contre le petit anticlinal de Châtollion qui surgit subitement entre le flanc de Chaumont et la dépression du lac de Neuchâtel. Entre deux, le Néocomien se replie sous forme d'une cuvette synclinale, le vallon de Voëns; au milieu de ce synclinal il y a même un bombement anticlinal. Cela suffit pour motiver dans les couches qui en sont affectées une fissuration telle que leur nature compacte est complètement supprimée.

4. Exploitation de la pierre jaune.

Ainsi que le font voir les profils II et III de la planche, les exploitations se trouvent sur l'affleurement de couches plongeant de 20 à 30° au S.E. Reposant peu au-dessus des marnes hauteriviennes, les bancs exploitables sont recouverts en grande épaisseur de couches impropres à servir de pierre de taille. Le puits creusé sur l'emplacement de la carrière Zumbach donne la coupe de ces bancs (voir cliché 6). Ce puits a traversé presque toute l'épaisseur de la pierre jaune fissurée, superposée à la pierre de taille. L'exploitation est donc forcément limitée à la partie des bancs que l'on peut enlever sans avoir à déblayer une trop grande épaisseur de terrain improductif. D'autre part, plus d'une fois l'accumulation de l'eau dans les cavités d'extraction a présenté d'assez sérieux inconvénients.

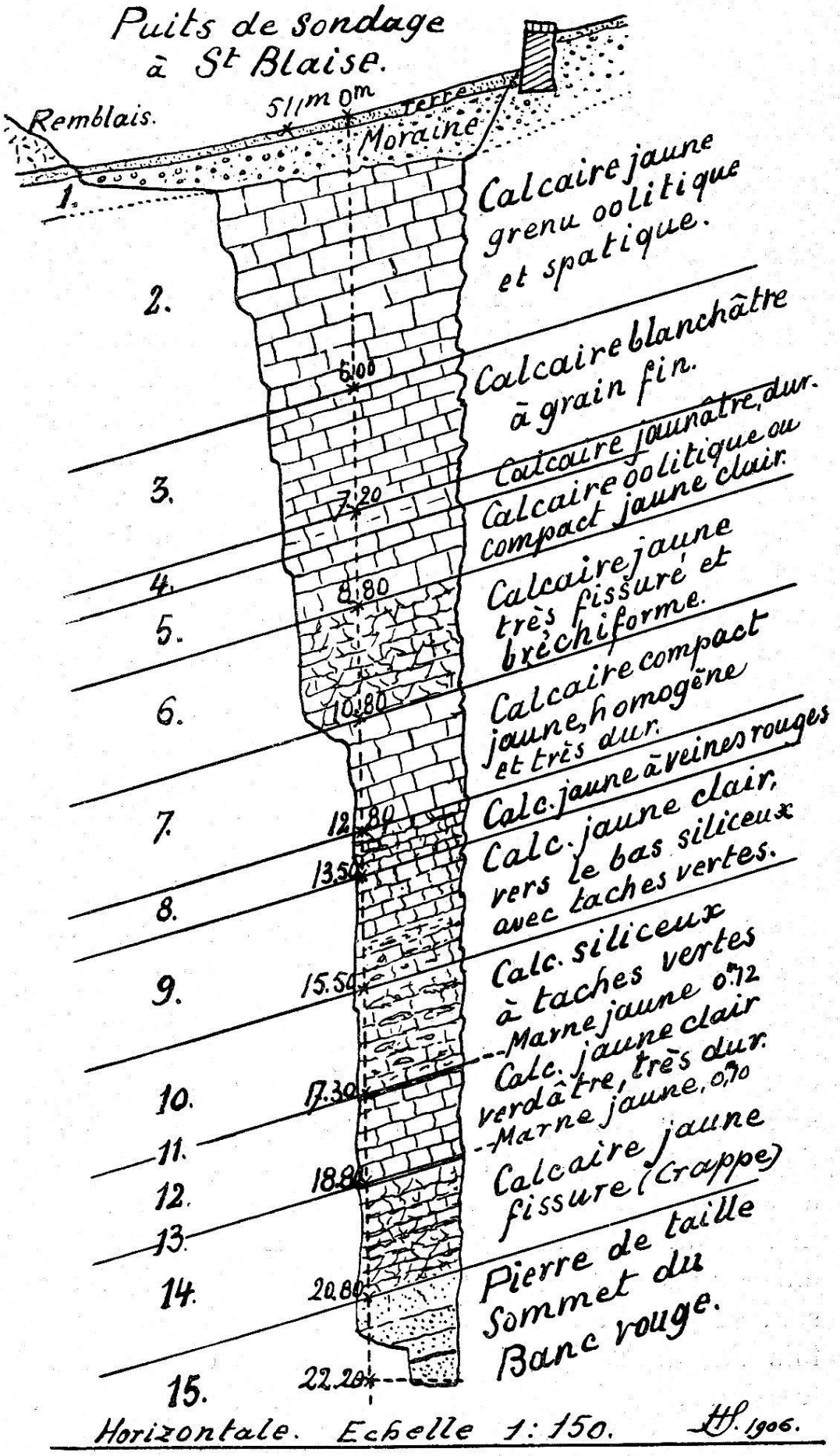


Fig. 6. Coupe du puits de sondage de la carrière Zumbach, à Saint-Blaise.

Sans l'introduction de la pierre artificielle au ciment, les carrières de pierre de taille des environs de Neuchâtel seraient depuis longtemps, non seulement incapables de suffire aux besoins les plus urgents, mais leur épuisement — en se bornant à la méthode d'exploitation pratiquée jusqu'ici — serait chose accomplie. Déjà actuellement plus d'une fourniture conclue n'a pu être exécutée qu'en important des environs de Metz des calcaires bathoniens (pierre de Jaumont), dont la couleur est assez semblable à la roche de Neuchâtel, pour que l'on puisse l'associer à cette dernière, sans que la substitution devienne apparente. Mais cette pierre est bien plus poreuse que la pierre de Hauterive. Un autre inconvénient de cette substitution réside dans le fait que la pierre de Jaumont revient environ deux fois plus cher.

Il était néanmoins évident que les carrières de pierre de taille de Neuchâtel devaient infailliblement marcher vers leur épuisement, tant que la méthode d'exploitation restait la même, c'est-à-dire consistait à attaquer le gisement par la tête des couches, sans s'occuper des moyens d'évacuation facile des eaux et des déblais, soit de la pierre de découverte impropre à la taille. Cette dernière devait forcément augmenter de plus en plus au fur et à mesure de l'enfoncement de l'exploitation, jusqu'au moment où les frais de son enlèvement contrebalançaient le bénéfice de la pierre vendable; en ce moment les carrières devaient être considérées comme virtuellement épuisées.

Cela est-il réellement le cas? C'est la question que j'avais à me poser lorsque je fus consulté par plusieurs propriétaires de carrières aux environs de Hauterive et de Saint-Blaise, sur les moyens à mettre

en pratique pour retrouver de nouveaux gisements de pierre jaune; les carrières actuelles, disaient-ils, marchant vers un rapide épuisement.

La question posée était dans tous les cas la même. La couche étant attaquée par l'affleurement des bancs qui plongent vers la dépression du lac, recouverte par une épaisseur croissante de pierre impropre à la taille, il devenait à un moment donné absolument impossible de continuer l'exploitation avec profit. Cependant, le gisement comme tel n'était certainement pas épuisé réellement, puisque la couche de pierre se développe sans interruption, avec un plongement moyen de 22° environ, en descendant vers le niveau du lac, *offrant ainsi une surface émergée de plus de 150 m. de largeur sur une longueur de plus de 2 km.* On voit sans peine que s'il y avait possibilité de mettre en exploitation toute cette pierre encore inutilisée, on pourrait parer pour longtemps à la pénurie qui se présente actuellement; même il y aurait moyen de vendre de la pierre de Hauterive dans un rayon d'exportation plus éloigné, pour peu que le prix de revient ne soit pas trop élevé.

Le problème à résoudre est donc de trouver un moyen d'extraire avec profit la pierre de taille qui existe encore en quantité considérable au-dessous d'une épaisseur variable de terrain impropre à servir de pierre architecturale.

Deux moyens se présentent à l'esprit: 1. L'exploitation en souterrain, en attaquant le gisement par le bas, par des galeries percées au niveau du lac. 2. Etablir des voies de transport assez économiques pour pouvoir évacuer la pierre inutilisable comme pierre de taille, en s'en servant comme remblais, soit sur les bords du lac, soit pour combler des terrains en bas fond demandant à être nivelés. Par ce même

moyen le prix de transport de la pierre utilisée serait aussi réduit dans une notable proportion.

Avant d'examiner les avantages et les inconvénients de ces deux solutions, constatons que le cube de pierre de taille qui a été exploité jusqu'ici dans les diverses carrières est relativement peu considérable, comparativement à ce qui pourrait être mis en exploitation par la suite.

Le vide qu'ont laissé les carrières actuelles peut être évalué approximativement, en ce qui concerne les bancs utilisables, aux chiffres suivants :

	Mètres³	
1. Carrière de la Favarge . . .	80 000	environ
2. Carrière des Longs-Champs, près Hauterive	30 000	»
3. Carrière Perrier, à l'E. de Hauterive.	70 000	»
4. Carrières des Grands Creux, entre Hauterive et Saint-Blaise . .	150 000	»
5. Carrière Noséda s. Saint-Blaise	100 000	»
Total. . .	430 000	»

Il existe au-dessous de la zone des affleurements des bancs de pierre de taille, aujourd'hui presque entièrement épuisés d'après la méthode ordinaire, une zone longue d'au moins deux kilomètres, les parties occupées par des constructions non comptées, sur laquelle zone on pourrait encore exploiter de la pierre, sur au moins 100 m. de largeur, en mettant en pratique une autre méthode d'extraction. Cela fait, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte, pour une épaisseur de 15 m. de pierre de taille, un cube de $2000 \times 100 \times 15 = 3\,000\,000$ m³, donc près de sept fois la pierre déjà extraite.

Mais pour l'un et l'autre de ces chiffres, il faut tenir compte du déchet que l'exploitation occasionne forcément. Non seulement le travail de l'exploitation entraîne un fort déchet, mais toutes les parties des couches ne sont pas toujours bonnes à fournir de la pierre de taille. Il y a des parties trop fissurées, ne donnant de ce chef que des fragments trop petits et irréguliers; d'autres fois ce sont les corrosions d'anciennes eaux souterraines dites *chancres* qui rendent la pierre impropre à l'exploitation, enfin il se peut aussi que certains lits n'offrent pas par leur texture ou leur composition lithologique les qualités voulues pour être utilisés. Il convient donc de déduire pour ces divers défauts un certain $^0/_0$ que nous pouvons, sans rester au-dessous des probabilités, estimer à 50 $^0/_0$. Il y aurait conséquemment lieu de réduire tous ces chiffres à leur moitié pour obtenir d'une part le cube de pierre réellement employé utilement jusqu'ici, et ce que les gisements renferment encore. Ce dernier chiffre serait donc de 1 500 000 m^3 (un milion et demi de m^3). En connaissant le bénéfice qui pourrait être réalisé par m^3, on peut sans peine se faire une idée de la valeur considérable qui reste encore enfouie dans le sol. Mais c'est précisément ce bénéfice qui nous est encore inconnu, par le fait que le mode d'extraction suivi jusqu'ici dans les entreprises actuelles, ne peut pas s'appliquer à l'exploitation de ces gisements plus profonds.

Nous aurons donc à examiner de quelle manière on pourrait procéder pour mettre en valeur le cube considérable de pierre qui existe encore enfoui sous terre entre Neuchâtel et Saint-Blaise.

A. Exploitation en souterrain. — L'exploitation en souterrain est pratiquée dans bien des endroits, surtout pour extraire du sol des couches de pierre à construction, de composition crayeuse, pouvant être détachées facilement en faisant des entailles à travers banc et en appliquant ensuite des coins. Sous ce rapport la pierre de Neuchâtel s'y prêterait parfaitement, cette méthode étant précisément celle que l'on met en pratique dans les carrières actuelles. Cependant, on rencontre deux obstacles assez graves dans le cas qui nous occupe : l'un réside, en premier lieu, dans le plongement assez fort des couches, lesquelles s'enfoncent, comme nous l'avons dit, de 20 à 30° vers le S.E. Cette situation nécessiterait l'abandon de piliers représentant au moins la moitié du gisement. De plus l'épaisseur des couches de pierre de taille étant de 15 m. au moins, on ne pourrait songer à les exploiter en souterrain sur toute cette hauteur. Il faudrait se borner à enlever seulement une partie des bancs, ou bien exploiter en deux étages. L'un et l'autre de ces procédés augmenterait sensiblement encore le cube de la pierre qu'il faudrait abandonner.

En tenant compte, toutefois, que l'exploitation en souterrain permettrait de laisser en place les parties mauvaises de la roche, en enlevant autant que possible ce qui est utilisable, et qu'en conséquence le déchet serait sensiblement réduit, il n'est pas moins vrai que l'on ne pourrait compter que sur une fraction assez faible de pierre utilisable ; je crois pouvoir estimer cette proportion à 25 % au plus, donc environ 750 000 m³ en supposant que toute la surface prévue soit successivement mise en exploitation.

Il n'est d'autre part nullement indifférent d'aban-

donner comme piliers plutôt les mauvaises parties de rocher. Le but des piliers étant de soutenir le terrain sus-jacent, il faudrait au contraire choisir pour cela les meilleures parties de la couche. La déclivité très forte des couches d'une part, puis la nécessité d'abandonner une si grande proportion du gisement, ce qui donnerait pour le même cube de pierre extraite un développement en surface au moins quadruple, comparé à une exploitation en carrière à ciel ouvert, sont des circonstances qui ont motivé la renonciation à l'essai d'une exploitation en souterrain, aussi tentant que ce procédé paraisse au premier abord. Il faut, en effet, considérer en outre que les terrains sur lesquels l'exploitation aurait à se développer, sont, sans exception, des propriétés privées très morcelées, dont l'acquisition devrait précéder la mise en exploitation ; car il n'est guère probable que l'on puisse obtenir un droit d'exploitation dans d'autres conditions, à moins d'assumer des responsabilités vis-à-vis du cédant, dont la charge peut devenir plus onéreuse que la valeur momentanée du terrain. D'autre part, l'exploitation en souterrain présente, dans un terrain aussi fissuré que l'est la pierre jaune, des dangers si considérables qu'il est préférable de chercher un autre système.

B. Exploitation en carrière profonde avec issue inférieure. — Ce système consisterait à ouvrir des chantiers d'extraction à l'aval des carrières actuelles, dans les couches de pierre de taille qui se trouvent recouvertes de 10 à 50 m. de terrain à déblayer. Ces derniers bancs devraient être déblayés au préalable. Mais pour cela il est indispensable de créer une voie d'évacuation facile, rapide et bon marché, permettant de conduire la pierre de déblai sur un lieu de dépôt, où

elle prendra de la valeur. De tels lieux sont les rives du lac entre Neuchâtel et Saint-Blaise, les fonds bas entre la route cantonale et la digue de la ligne directe Berne-Neuchâtel, ainsi que divers endroits dont on projette le comblement. La condition première pour la réussite de telles exploitations en carrières profondes devait donc être l'établissement d'une communication avec les rives du lac d'une part et d'autre part un débouché direct sur l'une et l'autre des voies ferrées qui se trouvent à proximité. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire de rappeler qu'une grande partie des matériaux provenant de ce déblaiement peut être utilisée comme pierre de construction ordinaire, laquelle paye largement les frais d'exploitation; ce ne sera que le matériel de petite dimension qui devra passer comme déblai. Dans les conditions indiquées, ce dernier ne sera pas tout à fait sans un certain rendement; plus d'une fois on a fait des exploitations au rocher uniquement en vue de créer du matériel de remblai (Crêt Taconnet).

Il convient de relever ici qu'aucune des anciennes carrières n'avait cherché à se relier par un moyen de transport direct, ni avec la voie ferrée, ni avec les rives du lac. On se contentait de charrier à grands frais sur de mauvaises routes, aussi bien les pierres utilisables que les déblais. Une faible partie de ceux-ci ont pu être déposés dans les parties épuisées des carrières.

Actuellement l'une des entreprises a déjà introduit ce programme, en établissant entre la carrière des Longs-Champs et la rive du lac, une voie funiculaire en galerie (fig. III de la planche). Par ce moyen les déblais amenés au bord du lac ont déjà servi à créer

une vaste plateforme qui est utilisée comme chantier pour la taille de la pierre.

Une autre entreprise, en voie de se créer, a ouvert ses chantiers au niveau de la voie ferrée Lausanne-Bienne, tout près de la gare de Saint-Blaise. La carrière est en relation directe avec le chemin de fer (fig. II de la planche).

Ce qui contribuera surtout au succès de ces entreprises et d'autres qui pourront suivre, c'est d'une part la valeur architecturale très réelle de la pierre jaune de Neuchâtel qui en fait un matériel de construction toujours très recherché et dont le prix ira plutôt en augmentant avec la réduction toujours plus considérable des exploitations de grès tendres de la molasse; d'autre part, la mise en valeur des terrains bas situés sur les bords du lac peut être opérée facilement avec les produits qu'il faudra déblayer. Ceux-ci, transportés à bon marché en un lieu où ils auront une valeur, ne seront plus une charge pour l'exploitation, mais plutôt une source de rendement, peut-être modeste, mais au moins réelle. Dans ces conditions, les bancs de pierre de taille pourront être exploités avec d'autant plus de succès, malgré les volumes en apparence énormes de terrain à déblayer auparavant.

Pour le moment il ne s'agira que de mettre en exploitation des surfaces relativement restreintes permettant d'extraire quelques milliers de mètres cubes de pierre de taille. Peu à peu le succès qui ne manquera pas de couronner ces efforts pour remettre en honneur l'exploitation de la pierre jaune, activera encore davantage cette industrie, si bien qu'il se passera quelques siècles encore avant qu'on ose reparler du *prochain* épuisement des carrières de pierre jaune de Neuchâtel.

AVIS

Cette planche est à coller dans le tome XXXIV, p. 250-251.

N-W. S-E.

FIG. I. - PROFIL GÉOLOGIQUE LE LONG DU NOUVEAU PROJET DE PERCÉE DU SEYON, ENTRE VAUSEYON ET PORT-ROULANT.

Echelle : 1:2000.

Les Valangines. Casse-Bras. Carrière. Vauseyon. Chemin de fer du J.N. Le Seyon. Sondage I. Sondage II. Sondage III. Chemin. Sondage IV. Route. Sondage V. Maillefer. Fouille pour bâtiment. Chemin de fer Lausanne-Bienne. Sondage VI. Trois-Portes. Route de Serrières. Port-Roulant. Route et Tr. W. Lac de Neuchâtel. 430 m. N.m.

514,1. 488,7. 488,5 478,5. 493. 501,6. 502 m. 500 m. 470. 460. 432,2.

Seyon. GALERIE PROJETÉE. Calcaire saccharoide dolomitique. Calcaire dolomitique en plaquettes. Calcaire compact. Purbechien. Portlandien. Valangien inférieur. Valangien supérieur. Marne bleue. Marne grise. Marne à rognons. Calcaire marneux. Calcaire glauconitique. Calcaire oolitique. Hauterivien inférieur. Hauterivien supérieur. Alluvions.

Horizontale à 400 m.

FIG. II. PROFIL GÉOLOGIQUE ENTRE St-BLAISE ET HAUTERIVE

PAR LES EXPLOITATIONS ZUMBACH

Echelle : 1:2000.

N-W. S-E.

Combe de Hauterive. Les Grands Creux. Carrière abandonnée. Chemin des Champs Verdet. Nouvelles Carrières. Puits II. Puits I. Puits III. Chemin des Daxelets. 482. Chemin de fer Lausanne-Bienne. 468 m. Route de Hauterive. Route Cantonale. 438,5. Ancienne grève. Chemin de fer Neuchâtel-Berne. Etang. Lac de Neuchâtel. 430 m.

521.

Purbechien. Portlandien. Valangien inférieur. Valangien supérieur. Hauterivien inférieur. Rocaille. Banc rouge. Bancs nuances. Banc jaune. Alluvions.

Horizontale à 425 m.

Légende de Fig. II et III.

- Remblais artificiels.
- Terre végétale.
- Moraine.
- Mollasse.
- Albien.
- Urgonien supr.
- " infr.
- Rocaille.
- Crappe.
- Pierre de taille.
- Calc. marneux.
- Hauterivien inférieur.
- Hauterivien supérieur.
- Sidérolitique.
- F. Faille.
- f. Fissure.

FIG. III. - PROFIL GÉOLOGIQUE ENTRE HAUTERIVE ET LA COUDRE

PAR LA CARRIÈRE DES LONGS-CHAMPS ET LA GALERIE D'ACCÈS

Echelle : 1:1000.

N-W. S-E.

526 m. Carrière des Longs-Champs. Tranchée et puits O. Nouvelle Carrière projetée. 509 m. Puits C. Chemin de la Coudre. 499 m. Puits B. 487 m 6. Chemin de fer Lausanne-Bienne. 481 m 2. Puits A. 457 m. Route de Champréveyre. 449 m. Route Cantonale. 437 m. Anc. grève. 435 m.

GALERIE D'ACCÈS. Hauterivien inférieur. Valangien inférieur. Valangien supérieur. Banc rouge. Bancs nuances. Banc jaune. Alluvions.

Horizontale à 430 m.

XXXIII

Notes sur la Géologie du Cirque de Saint-Sulpice.

Communiqué dans la séance du 9 novembre 1906.

Le remarquable cirque d'érosion de Saint-Sulpice, qui frappe la vue d'une façon si poignante lorsqu'on s'en approche en venant du Val-de-Travers, ou en y descendant du Vallon des Verrières, est intéressant au double point de vue de la statigraphie et de l'orographie. Les terrains du Jurassique supérieur s'y trouvent admirablement à découvert, et offrent des profils naturels renfermant de nombreuses couches fossilifères; divers travaux d'art, routes et chemins de fer, en ont rendu l'accès des terrains plus facile par des tranchées que depuis nombre d'années les géologues ont mises à profit pour leurs recherches. Mais il est une autre question qui se pose avant tout; c'est le mode de formation de cette excavation si régulièrement circulaire, dans laquelle débouche du côté amont la vallée morte des Verrières par un couloir étroit, tandis qu'un défilé abrupt que défendent comme deux bastions les rochers à pic du Chapeau de Napoléon et de l'Ecrenat, lui donne issue du côté du Val-de-Travers.

C'est au double point de vue de son origine, puis de la stratigraphie et de la tectonique des terrains qui en édifient les parois que cette notice est destinée à apporter quelques faits nouveaux.

Le cirque de Saint-Sulpice est creusé sur l'anticlinal de Montlézi ou du Malmont, lequel prend de

l'autre côté du sillon Val des Verrières-Val-de-Travers le nom de Montagne des Verrières. A l'entrée du défilé du Pont de la Roche, les couches sont verticales de part et d'autre, tandis que vers le passage qui conduit aux Verrières, où l'on traverse l'autre pied-droit de la voûte, les bancs ont un plongement de 50 à 60° du côté du N.W. sous le synclinal des Verrières. Entre ces deux retombées de l'anticlinal, les couches du Malm supérieur dessinent un cintre d'une régularité parfaite, que compliquent seulement quelques petits accidents qu'un examen très attentif et de près permet de découvrir. L'intérieur de l'anticlinal est formé par le Malm inférieur, les marnes et marno-calcaires de l'Argovien qui déterminent, au-dessous du couronnement calcaire, des talus plus doux recouverts en outre d'une assez forte épaisseur de dépôts morainiques et d'éboulis. Le Dogger ne vient au jour que sous forme de son étage supérieur, le Callovien, composé d'une faible épaisseur de calcaire ferro-oolitique et de calcaires échinodermiques du faciès de la Dalle nacrée. Quant au Bathonien, qui devrait être représenté par les marnes du Furcil, sa présence est problématique; il n'affleure en tout cas nulle part. C'est à propos de cette dernière question que je suis en mesure de fournir quelques nouveaux renseignements; puisqu'elle a donné lieu naguère à un débat fort nourri entre MM. Jaccard et de Tribolet, débat à la suite duquel les deux adversaires étaient restés sur leurs positions. J'ajoute qu'au premier abord j'avais la même opinion que M. de Tribolet, tant la configuration orographique paraît lui donner raison.

1. L'âge des couches marneuses de la Linière.

Lorsqu'on est placé sur le contrefort de l'Ecrenat, sur le sentier qui conduit au sommet du Haut-de-la-Vy, à peu près au niveau de la voie ferrée du Franco-Suisse, on jouit d'un coup d'œil tout à fait merveilleux sur l'ensemble de ce cirque; on voit surgir à ses pieds les bancs verticaux des étages du Malm calcaire dans lesquels on a pu reconnaître, en traversant le défilé de la Roche, les étages du Portlandien, du Kimeridgien et du Séquanien. Les assises marno-calcaires inférieures de ce dernier, avec les marnes de l'Argovien, sont indiquées par les talus couverts de prairies ou de broussailles de part et d'autre du sillon parcouru par les eaux de la source vauclusienne de l'Areuse. Au Pont des Iles, où la tranchée du Régional a entaillé le Spongitien (Argovien inférieur), le Divésien et la Dalle nacrée, on devine le centre de l'anticlinal et l'on tend involontairement à voir dans la surface couverte de prairies qui se développe au pied du crêt de Dalle nacrée, l'indice de la présence d'un terrain marneux qui serait forcément le Bathonien du Furcil. Cette supposition semble se confirmer, même d'une manière tout à fait péremptoire, si l'on poursuit les formes orographiques plus loin. Le crêt de Dalle nacrée s'élève ostensiblement jusqu'au-dessus de la maison de la Linière, accompagné de son flanquement de Spongitien et mis plus en relief encore par une forêt de sapins. Le prolongement de ce crêt dans les formes orographiques est d'une façon non moins ostensible l'arête boisée qui se trouve placée devant le Creux de la Corbière et qui descend dans la

direction de la fabrique de ciment. Involontairement on y voit le prolongement de la Dalle nacrée, en supposant que le Creux de la Corbière soit occasionné par les marno-calcaires très délitables de l'Argovien, dont on voit la continuation en amont de la fabrique de ciment. Dans cette supposition, il apparaît de la dernière évidence que les talus au-dessous de la Linière sont sur les marnes bathoniennes et qu'en particulier une ancienne exploitation de marnes hydrauliques que l'on voit à droite de cette maison est un affleurement de ce terrain. C'est ainsi que les choses m'apparurent, lorsqu'il y a quelques années, je notais à propos de l'article Saint-Sulpice du *Dictionnaire géographique de la Suisse* (t. IV, p. 357) qu'on avait fait à cet endroit une tentative d'exploitation de la marne du Furcil. L'opinion de M. de Tribolet, qui avait jugé de même, me paraissait évidente.

Mais tout dernièrement, en m'occupant d'une étude détaillée des gisements de pierre à ciment de Saint-Sulpice, en vue de leur mise en exploitation sur la rive droite de l'Areuse, je suis arrivé à me convaincre qu'il n'en pouvait pas être ainsi et que M. Jaccard avait parfaitement eu raison de classer dans le terrain argovien les gisements exploités jadis près de la Linière, par Sevestre, en les considérant comme étant le prolongement direct de ceux que l'on exploite sur la rive gauche pour la Fabrique suisse de ciment Portland. Et cependant la configuration orographique paraît si claire! Les contours des couches ressortent si nettement dans le paysage pour celui qui sait interpréter les formes du modelé du terrain! Une seule et rapide inspection des gisements exploités de 1872 à 1878 par Sevestre et de plusieurs sondages faits à proxi-

mité de la maison de la Linière m'a convaincu *qu'il n'y avait là que des marnes argoviennes* et qu'il ne pouvait en aucun cas être question de couches du Furcil. Ces marnes diffèrent d'ailleurs sensiblement des marnes du Furcil par leur composition plus argileuse et leur aspect en général ; mais je ne tardais pas à trouver un certain nombre de fragments d'Ammonites du genre *Perisphinctes,* dont les marnes argoviennes renferment de nombreuses espèces, tandis qu'aucune trace des prétendus *Ammonites Parkinsoni* ne put être découverte. La connexité des gisements Sevestre avec ceux de la rive gauche est d'ailleurs rendue évidente par les sondages qui furent exécutés en automne 1905 et au printemps 1906, puis par l'ouverture de la nouvelle exploitation sur la rive droite qui a pu être placée dans les *mêmes assises* que celles de la rive opposée. Dans ces couches on a trouvé des fossiles en si grand nombre tous propres à l'Argovien que le niveau stratigraphique de ces couches ne saurait être mis en doute d'aucune façon.

Cette constatation m'a immédiatement mis en mémoire la bizarre dislocation, presque un travestissiment géologique, de la combe des Quignets, où du Lias vient prendre la place d'une combe argovienne, si bien que sans une étude basée sur des sondages, il serait quasi impossible de ne pas marquer sur la carte de l'Argovien à la place du Lias[1].

J'ai exploré en détail la petite arête que forment la Dalle nacrée et le Spongitien, ainsi que son prolongement apparent, l'arête boisée qui délimite la combe de la Corbière. J'ai constaté qu'à environ une centaine de mètres au S.E. de la Linière on ne trouve plus

[1] Mél. géol., XVII, 4me fasc. *Bull. soc. neuch. sc. nat.*, t. XXXI, 255.

trace de Dalle nacrée, mais uniquement des débris morainiques d'origine locale; l'arête boisée de la Corbière n'est autre chose qu'une *moraine formée de gros blocs de Jurassique supérieur*, sans aucun fragment de roches calloviennes (Dalle nacrée).

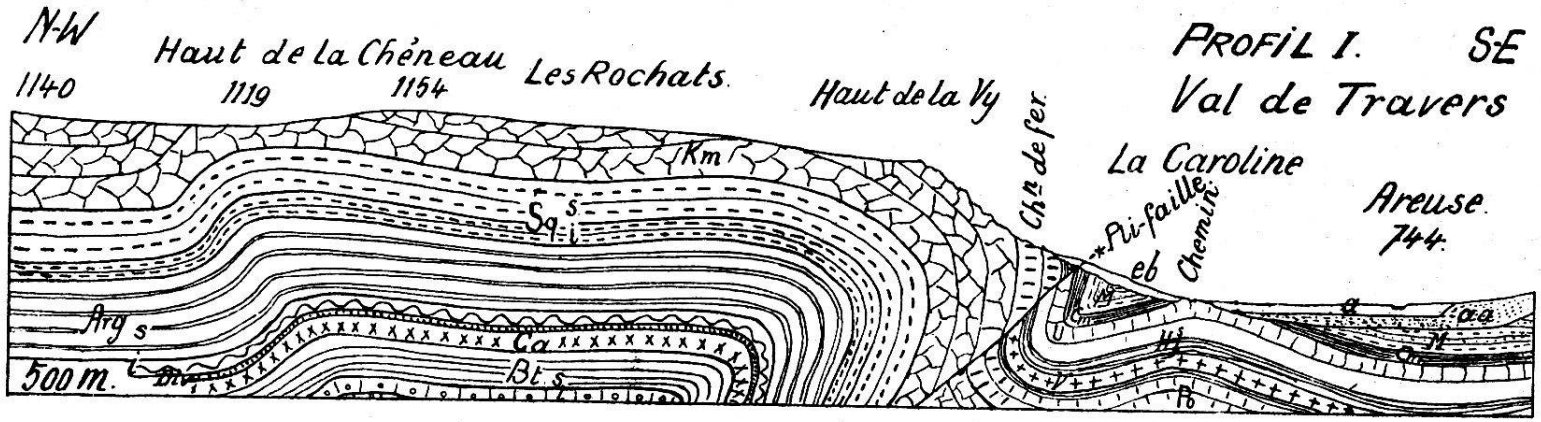
A la Linière, les marnes argoviennes se placent en position presque horizontale au pied du crêt de Dalle nacrée. Il n'y a conséquemment aucune autre solution que d'admettre en cet endroit une *faille,* chose qui n'a d'ailleurs rien de bien surprenant au centre d'un anticlinal surbaissé, où se produisent parfois des dislocations qui ne se répètent pas dans les couches de la calotte et vice-versa. Cette faille, qui n'a apparemment qu'un rejet relativement peu considérable, doit s'amorcer au-dessus de la Linière, vers le contour de la route qui conduit vers chez les Banderets, pour atteindre son maximum au-dessous de cette maison, où son rejet est d'environ une centaine de mètres. Elle s'éteint probablement dans la direction du milieu du cirque, car sur la rive gauche, le long de la route des Verrières, où affleure le Spongitien, ce terrain accuse à l'extrémité N.W. de l'affleurement, un redressement subit des bancs, comme il s'en présente à l'approche d'une faille (retroussement); mais cette fois le rejet serait inverse à la faille de la Linière. Cela n'a rien d'extraordinaire, car on sait que sur le développement d'une même fissure, il peut se produire par suite d'un mouvement de torsion de tels rejets en sens inverse. A la Linière, c'est le côté ouest de la ligne de rupture qui s'est abaissé, tandis que du côté des Prises c'est le côté est. Il n'y a d'ailleurs pas lieu de supposer une faille proprement dite pour toutes les couches, mais une lamination des bancs

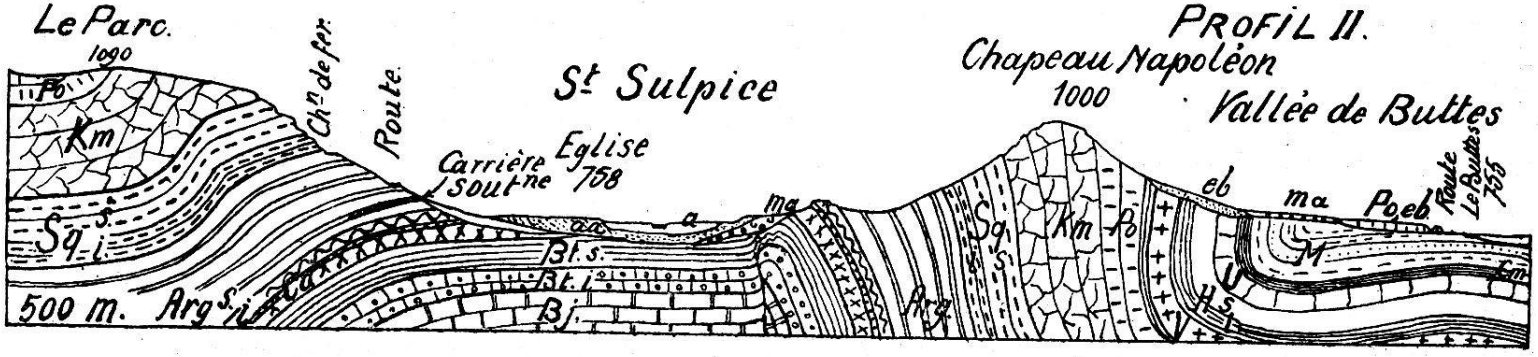
plastiques du Bathonien et de l'Argovien, avec rupture des couches plus résistantes de la Dalle nacrée et du Spongitien.

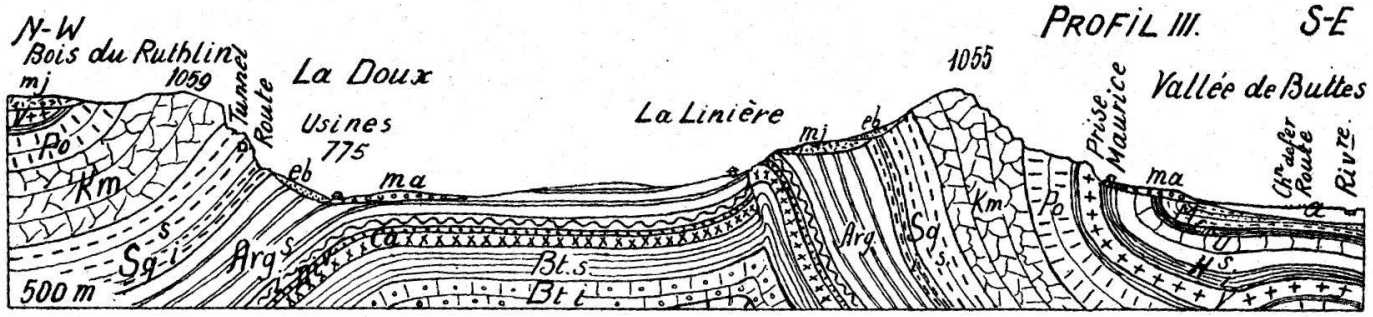
Les profils ci-après, fig. 7 à 10, montrent les diverses transformations que l'on doit admettre pour expliquer l'apparition de cette dislocation. Ajoutons que dans la calotte de Malm calcaire on ne voit absolument rien de cette faille des couches plus inférieures. C'est cependant juste sur le prolongement de la ligne de dislocation que se voit, au-dessus de la voie ferrée, et d'un endroit où jaillit une source très variable, un singulier repli en forme de marmite ou fond de chaudron; il affecte seulement les couches du Séquanien inférieur, tandis que les bancs durs du Séquanien supérieur, ainsi que ceux du Kimeridgien, passent au-dessus sans aucune inflexion. C'est encore une preuve que les dislocations n'ont pas nécessairement une grande profondeur. Il s'agit ici apparemment d'un glissement de couches parallèlement à leur plan de stratification, ce qui a permis à la poussée, cause de ce mouvement du Séquanien inférieur, de se manifester sur un tout autre point dans les bancs superposés à celui-ci.

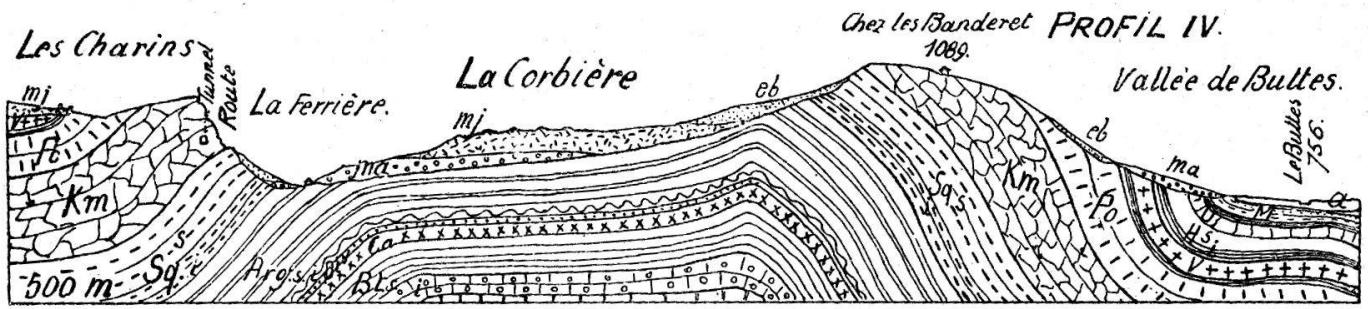
Rappelons ici que les exploitations souterraines de marne à ciment qui se développent sur la rive gauche dans les couches argoviennes, au moyen d'un vaste réseau de galeries, ont rencontré toute une série de petites failles; l'une est cependant plus importante car elle a arrêté plusieurs des galeries. Elle a reçu de la part des carriers le nom de *faille de terre*, parce que dès sa rencontre la roche devient terreuse par suite de son effritement, causé à son tour par la lamination des bancs et les infiltrations d'eau. Une galerie de sondage l'a cependant traversée de part en

Fig. 7, 8, 9 et 10. (*Profils I-IV.*) Profils géologiques des environs de Saint-Sulpice.
Echelle 1 : 25 000.









LÉGENDE :

eb. Eboulis; *a.* Alluvion moderne; *aa.* Alluvion ancienne; *mj.* Moraine jurassienne; *ma.* Moraine alpine; *M.* Mollasse; *Cm.* Crétacique moyen (Albien); *U.* Aptien et Urgonien; *H.* Hauterivien, *s.* supérieur, *i.* inférieur; *V.* Valangien; *Po.* Portlandien et Purbeckien; *Km.* Kimeridgien; *Sq.* Séquanien; *Arg.* Argovien; *S.* Marnes de Saint-Sulpice; *i.* Spongitien; *Div.* Divésien; *Ca.* Callovien (Dalle nacrée); *Bt.* Bathonien; *Bj.* Bajocien.

part et a démontré qu'il ne s'agit pas d'une faille simple, mais d'un véritable réseau de neuf petites failles parallèles, combinées avec de nombreux plissements et froissement des couches et n'ayant chacune qu'un rejet de quelques mètres; le rejet total est cependant de 15 à 17 m.

Sur la ligne du chemin de fer des Verrières, au-dessous du rocher du Rondel, se voit, dans les couches du Séquanien marneux, une petite faille de 5 à 6 m. de rejet; elle est mise particulièrement bien en évidence par une couche marneuse remplie d'innombrables *Waldheinia humeralis* que l'on trouve des deux côtés de la fissure.

De cette courte étude de géologie locale résulte la conclusion que si, dans son ensemble, le cirque de Saint-Sulpice montre sur ses flancs la configuration tectonique d'une voûte surbaissée d'une grande régularité, il s'y présente cependant des complications assez importantes que l'étude détaillée de la stratigraphie et de la tectonique parvient seule à discerner. C'est ainsi que le débat concernant l'âge des marnes de la Linière n'a pu être tranché définitivement qu'après plus de trente années, par la constatation de l'âge argovien de ces terrains et la présence d'une faille évidente, quoique invisible au point où doit exister le contact anormal de l'Argovien et de la Dalle nacrée. Les faits donnent ainsi raison à M. Jaccard qui avait déjà admis la probabilité d'une faille à cet endroit.

2. La moraine de la Corbière.

Il a été fait mention plus haut de la moraine qui prolonge, au N.W. de la Linière, le crêt de Dalle nacrée. Son étude nous fournit de très intéressants

renseignements sur l'origine de ces excavations semi-circulaires si fréquentes dans le Jura.

La carte topographique ne la fait pas ressortir exactement. On est tout à fait surpris, lorsqu'on parcourt cette partie du cirque de Saint-Sulpice des nombreux détails topographiques d'assez grande importance que le dessin du relief ne laisse pas deviner, sans compter ceux qui sont trop petits pour y trouver place.

Cette grande moraine forme devant la combe de la Corbière une véritable digue semi-circulaire qui s'appuie contre le contour S. du cirque un peu au S.W. de la Linière et vient aboutir près de la Doux, où elle repose sur de la moraine argileuse alpine. C'est une moraine exclusivement formée de blocs jurassiens de toute dimension, dans lesquels on reconnaît sans peine des roches du Séquanien et du Kimeridgien provenant de la paroi de la Corbière. On y trouve même des calcaires marneux fossilifères du Séquanien inférieur, qui ne sont plus actuellement à découvert, cachés qu'ils sont sous le talus d'éboulement récent.

Dans ses détails, cette digue morainique est composée de plusieurs cordons concentriques qui se voient très distinctement, lorsqu'on monte de la Doux vers le fond de la combe de la Corbière. J'ai compté au moins six de ces cordons marquant le retrait graduel du glacier.

Il serait intéressant de faire un relevé détaillé de cette moraine et de ses formes de détail. Toute cette partie du cirque de Saint-Sulpice étant occupée par une épaisse forêt, il est difficile de s'orienter et de dominer d'un coup d'œil l'ensemble des détails du relief.

La superposition de cette moraine sur la moraine à matériaux alpins qui se voit à la Doux prouve qu'elle est de formation postérieure au retrait du glacier du Rhône du Val-de-Travers. En cela, il y a analogie avec les moraines du glacier du Creux-du-Van, dont la situation a plus d'une ressemblance avec notre ancien glacier de la Corbière, avec la différence cependant que le glacier du Creux-du-Van, grâce à sa plus haute altitude, occupait la totalité du cirque rocheux, tandis que celui de la Corbière n'a occupé qu'une partie du cirque de Saint-Sulpice, le coin orienté au *revers*.

La dernière digue de retrait se trouve exactement devant l'encoche que présente la paroi rocheuse de la Corbière. C'est là que se trouvait le dernier névé de ce glacier avant sa disparition complète. Après cela le délitement superficiel a formé peu à peu les talus continus de matériaux éboulés qui s'appuient contre le pied de la paroi et qui cachent aujourd'hui les couches inférieures, dont on trouve nombre de débris dans la moraine. Pendant l'existence du glacier, les matériaux que détachaient de la paroi le délitement et surtout la gélivure souvent répétée dans le voisinage du glacier, étaient continuellement emportés par celui-ci et déposés sur sa moraine. C'est pourquoi aussi ces dépôts ont la forme d'une digue séparée du pied de la paroi nourricière par une dépression que la présence du glacier empêchait de se combler et que ce dernier tenait constamment propre par son mouvement en avant.

La situation que nous venons de définir ne peut en aucun cas être attribuée à un éboulement, comme on serait tenté de le croire, en ne tenant compte que du

fait qu'il s'agit d'un amas très considérable de blocs provenant indubitablement de la paroi de la Corbière. Un éboulement ne se serait certainement pas arrêté au-dessus du talus de la Linière, mais il se serait précipité loin en avant probablement jusque vers le défilé de la Roche. Au contraire, le talus entre la Linière et le village de Saint-Sulpice est tout-à-fait privé d'amas de blocs; lorsque le rocher sous-jacent n'y est pas à découvert, c'est de la moraine alpine qui le recouvre. C'est au contraire subitement, à partir d'un certain niveau, que se montre l'amoncellement de blocs calcaires de la moraine de la Corbière; elle marque l'extension maximale du glacier local.

Cette moraine diffère donc, sous le rapport de son individualité très marquée, de l'amas morainique jurassien bien plus considérable du Creux-du-Van. Ici, la ressemblance avec un dépôt d'éboulement est bien plus grande, parce que l'amas de blocs a la forme d'un vaste talus, bien que dans ses détails il fasse voir nombre de formes qui ne peuvent être attribuées à une chute de rocher. Primitivement, c'est-à-dire avant que l'Areuse ait approfondi son lit nouveau en amont du Saut-de-Brot, cette dernière moraine devait s'étendre jusqu'aux rochers du Furcil et augmenter encore la ressemblance avec un dépôt d'éboulement.

XXXIV

Sur la géologie du Mont Vully.

Communiqué dans la séance du 1er juin 1907, à Motier-en-Vully, à l'occasion de la célébration du centenaire de la naissance de Louis Agassiz.

Le Mont Vully, au pied duquel est situé le village de Motier qui fut le berceau du grand naturaliste, forme l'extrémité septentrionale de cette longue série de collines qui sépare la dépression du lac de Neuchâtel de celle de la Broye et du lac de Morat.

C'est en réalité une butte découpée par l'érosion dans des couches de mollasse sensiblement horizontales.

Les formations qui y prennent part sont des alternances de marnes multicolores et de gros bancs de grès tendres, vraies mollasses. Au sommet de la montagne qui s'élève à la cote de 657 mètres, au Plan-Châtel, se trouve un placage mince de grès coquillier de l'étage Helvétien. C'est le seul niveau stratigraphiquement déterminable par des fossiles, car la plupart des autres couches sont sans fossiles, au moins au Mont Vully proprement dit. Plus au S.W., dans la région de la Molière, les gros bancs de grès durs souvent d'un grain très régulier, contiennent, comme le grès coquillier, des fossiles marins, surtout des dents de requins (Lamna) et des restes flottés de vertébrés terrestres.

Le grès coquillier est exploité dans plusieurs carrières près du sommet du Mont Vully. Les grès gris

tendres qui se trouvent intercalés dans divers niveaux à des marnes multicolores, rouges, grises, bleues, noirâtres ou violacées, souvent panachées de plusieurs de ces nuances, ont aussi parfois été exploitées; mais les produits ne sont pas bien recommandables, en raison de la facile désagrégation de ces roches.

C'est presque conventionnellement que l'on classe dans la mollasse marine une partie de ces couches alternativement sableuses et marneuses. Le niveau tout à fait inférieur du Vully doit appartenir à la mollasse grise ou étage Langhien. Mais cette classification ne peut pas davantage être attestée par des fossiles.

Les deux petits profils qui accompagnent cette note peuvent donner une idée de la structure géologique de cette montagne. Le profil I passe par le sommet du Haut Vully et montre la situation de l'éboulement du Vaillet. Le profil II passe plus au S. et fait voir le gisement du Bloc Agassiz et du dépôt fluvio-glaciaire de Motier, dont il va être question.

On se rend compte facilement que c'est par l'érosion que cette butte fut découpée dans les couches qui s'étendaient autrefois horizontalement sur le plateau suisse, lequel méritait bien en ce moment le nom de *plateau*. Ce furent en premier lieu les cours d'eau préglaciaires qui creusèrent les sillons primitifs de la Broye, de la Menthue et de l'Orbe-Thièle. Ces deux derniers cours d'eau réunis se déversèrent alors dans la Broye-Glane de l'W. à l'E., en passant au N. du Vully.

Vint la submersion du système fluvial du pied du Jura, au cours de l'époque glaciaire et l'influence tantôt érosive et modelante, tantôt remplissant des

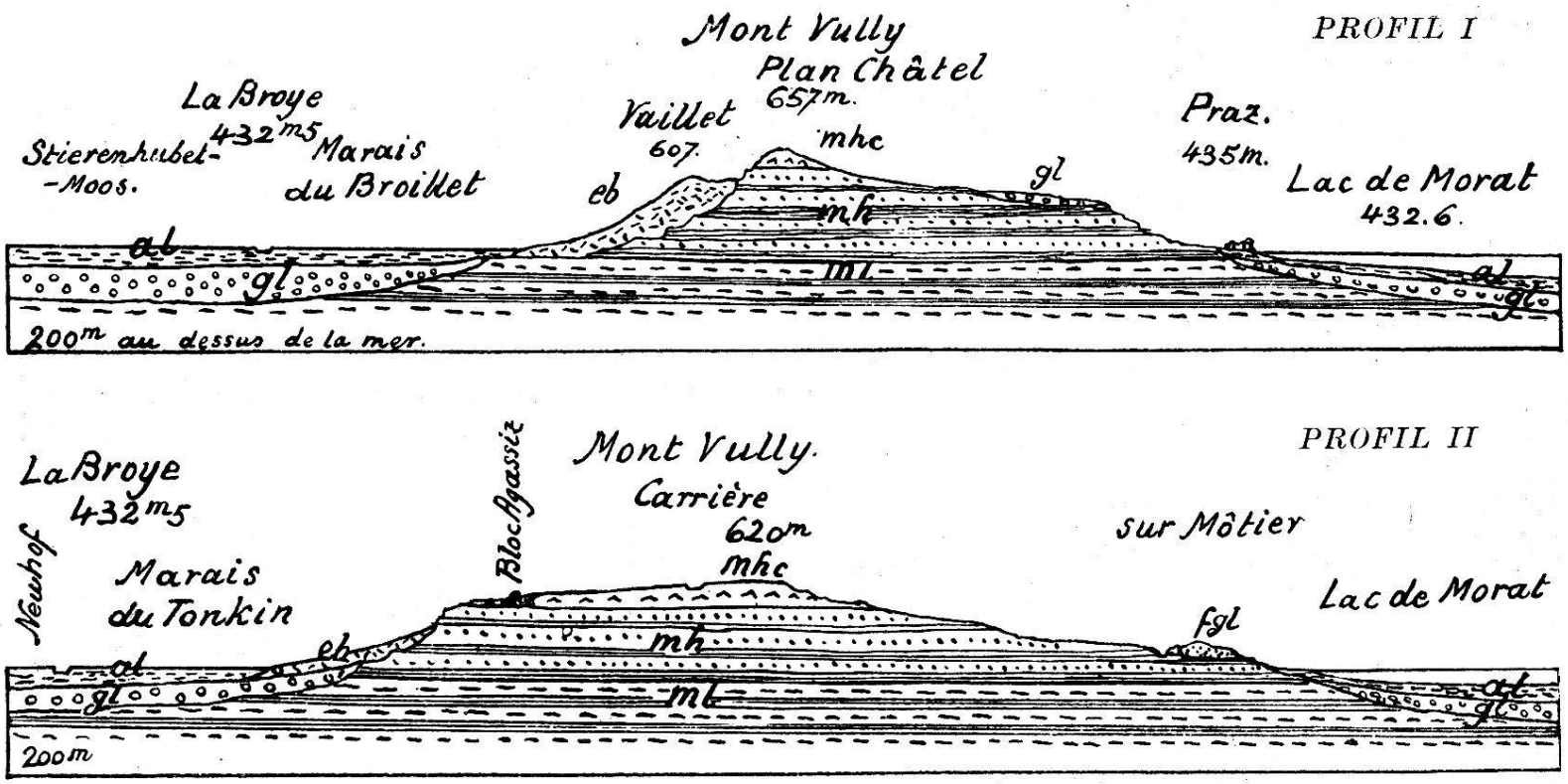


Fig. 11 et 12. Profils géologiques par le Mont Vully. Echelle 1 : 25 000.

LÉGENDE :

al. Alluvion lacustre; *eb.* Eboulis; *gl.* Moraine; *fgl.* Fluvio-glaciaire; *mhc.* Helvétien supérieur, Grès, Coquillier; *mh.* Helvétien inférieur (Mollasse marine); *ml.* Mollasse langhienne.

glaciers diluviens, qui donna au Mont Vully sa configuration définitive. L'érosion glaciaire se traduit surtout sous la forme de grands *drums* (moutons ou Rundhöcker) que présentent dans leur configuration extérieure les diverses collines ainsi découpées, le Mont Vully en particulier. L'influence comblante des glaciers n'a pas été sans effet sur cette colline. On y trouve un certain nombre de blocs erratiques, dont cependant fort peu de grandes dimensions, soit qu'ils aient été exploités, vu la rareté de pierres dures dans la contrée, soit qu'en effet le glacier n'en ait laissé qu'un petit nombre. Il faut citer sous ce rapport le bloc de gneiss grossier connu sous le nom peu gracieux de *Palet roulant;* il est situé sur le talus supérieur du côté N. de la colline à 250 m. à l'W. de la cote 615 m.[1] (voir le profil II, fig. 12).

Il y a également sur bien des parties du Vully des dépôts morainiques dans lesquels on trouve toutes les roches du Valais. Mais ces terrains n'ont qu'un rôle orographique effacé; ils forment des placages sur les paliers de la colline, surtout entre Lugnorre et Vully-le-Haut. Le côté N. de la colline est par contre presque entièrement en rocher dénudé. Aussi la fertilité est ici moindre, tandis que la dépression entre Mur, Lugnorre et Joressant est d'une grande fertilité à cause des terrains morainiques qui l'occupent.

Il y a lieu de mentionner ici encore une formation des plus remarquables. C'est un dépôt fluvio-glaciaire qui se poursuit entre Motier et Mur, sur le flanc de

[1] Il a été décidé à l'assemblée des Sociétés romandes des sciences naturelles, réunies le 1er juin à Motier-en-Vully, de nommer dorénavant ce bloc erratique *Bloc Agassiz*.

la colline, à la hauteur de 470 à 480 m., occupant une cavité creusée dans la mollasse. Cette excavation ressemble par sa forme à un lit de rivière ou petite gorge, mais on n'en voit qu'un bord; l'autre est ouvert du côté du lac de Morat. Dans cette gorge se trouve un dépôt de graviers et sables stratifiés disposés de telle façon que les graviers s'appuient en stratification légèrement inclinée au N.W. contre la paroi de mollasse, tandis que du côté du S.E., en s'éloignant de la berge mollassique, le grain du dépôt devient de plus en plus fin et les graviers font place à du sable et du limon très fin, en couches horizontales très minces et alternant un grand nombre de fois.

Le cliché fig. 13 représente la situation de ce dépôt singulier. On peut en donner l'explication de deux façons: 1° en admettant qu'il s'est formé à une époque où l'érosion glaciaire n'avait pas encore enlevé l'autre côté de la gorge. Dans ce cas ce dépôt serait à considérer comme un remplissage fluvio-glaciaire d'une ancienne gorge d'érosion fluviale dont l'autre partie a ensuite été enlevée par le creusement de la vallée du lac de Morat; 2° en supposant que la gorge a été creusée latéralement par le glacier, puis remplie ainsi de graviers et sables fluvio-glaciaires en un moment où le glacier occupait encore la dépression du lac de Morat, et formant sur son bord un lac dont le comblement amena la formation du dit dépôt. Ce seraient alors les eaux de fusion descendant du Vully même qui auraient amené la formation de ce dépôt de comblement. La prédominance de sables fins et limoneux et surtout les éboulis de mollasse près du bord, parlent plutôt en faveur de cette hypothèse (voir profil II, p. 266).

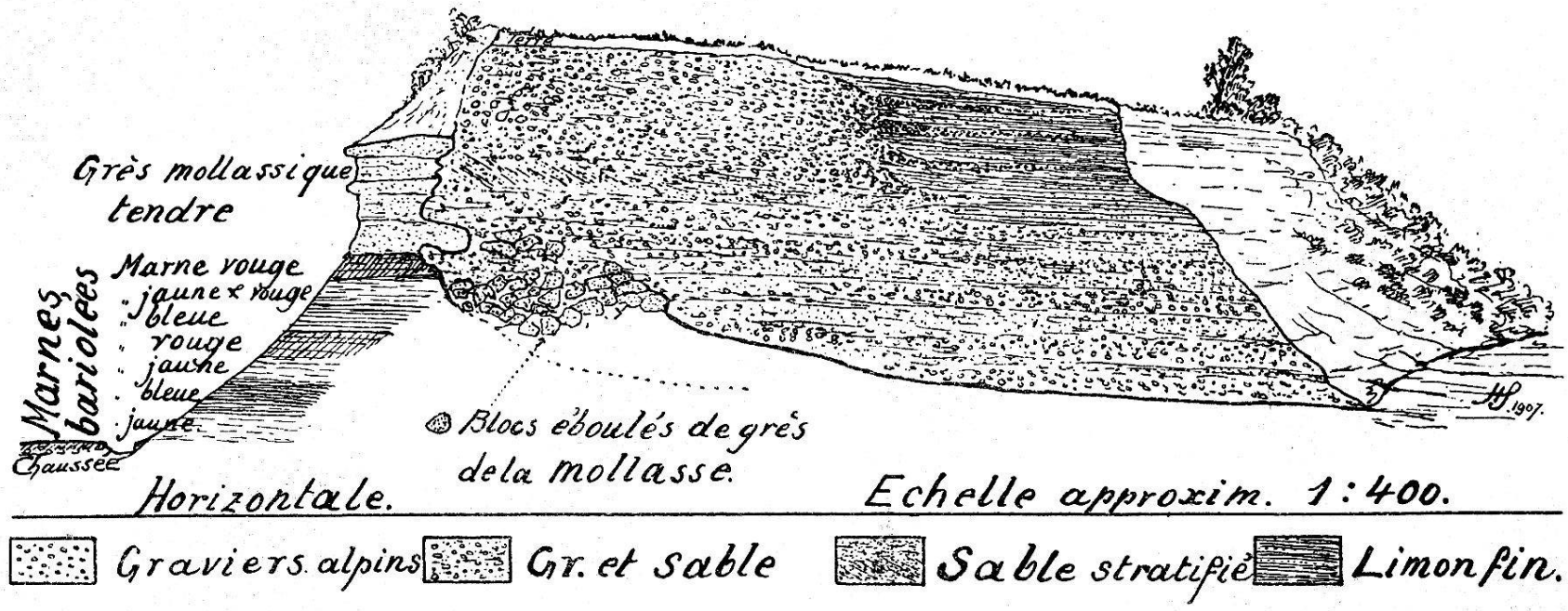


Fig. 13. Coupe de la gravière ouverte dans un dépôt fluvio-glaciaire au-dessus de Motier-en-Vully, près de la route de Lugnore.

La structure de ce dépôt de gravier n'est pas partout la même. Du côté S., où il a également été exploité, les graviers prédominent et on ne voit pas cette stratification horizontale aussi prononcée dans les sédiments limoneux. Il y a en outre, en transgression par-dessus, une couche de sablon sans stratification apparente ayant tout à fait l'aspect d'un sable éolien. Il contient 12-15 % de $CaCo_3$.

Des exploitations de gravier et de sable sont ouvertes dans ce dépôt et le feront probablement disparaître avec le temps, tout en fournissant au fur et à mesure de bonnes coupes de ce terrain.

Il reste à mentionner ici encore une autre particularité du Vully-le-Bas. Sur le versant N. de la colline se trouve un palier très prononcé, qui porte sur la carte le nom de Le Vaillet. Il s'y trouve des plantations maraîchères et des vergers d'arbres fruitiers qui tranchent avec l'aridité du reste de ce côté de la colline. Ce palier n'est autre chose que le dessus d'un grand éboulement, tombé probablement à la suite d'érosions produites par les vagues du lac, au temps où le Seeland n'était pas encore colmaté. On sait d'ailleurs que les falaises bordant le lac de Neuchâtel furent le théâtre de fréquents éboulements avant l'abaissement des eaux du Jura (voir profil I).

Le Mont Vully, grâce à son isolement et l'alternance de couches argileuses et de grès mollassiques est riche en sources, ainsi que l'atteste d'ailleurs la présence de plusieurs ravins assez profonds, dans lesquels descendent des ruisseaux permanents.

D'après les calculs de M. le pasteur Mayor à Motier, le débit des sources captées et des ruisseaux descendant du Mont Vully représente environ $^1/_7$ de la tota-

lité de la pluie qui tombe annuellement sur la montagne. Mais il faut tenir compte qu'en aucun cas on ne peut arriver à jauger la totalité des sources qui sortent d'une montagne constituée comme le Mont Vully. Il doit donc y avoir nécessairement un fort déficit dans le calcul du débit des eaux provenant de la montagne.

La surface du Mont Vully à mi-hauteur de la côte est de 3 325 000 m². Avec 800 mm. d'eau de pluie, cela donne un total de 2 588 000 m³ d'eau par année, dont un tiers doit profiter aux sources, soit 862 600 m³. Cela donne un débit moyen de 1635 litres à la minute, tandis que les jaugeages n'ont donné que 760 lm. aux sources et ruisseaux connus et visibles. C'est environ les $^3/_7$ de ce qu'il aurait fallu trouver. Mais d'après ce qui a été dit, ce résultat ne doit pas nous surprendre.

XXXV

Sur un gisement de terrain tufeux à Saint-Blaise.

Communiqué dans la séance du 14 juin 1907.

Le 6 avril 1907 on a trouvé lors du creusage d'une fouille pour la fondation d'une maison dans le village de Saint-Blaise, dans un terrain tufeux, une pierre de sépulture romaine; ainsi l'annonçait un communiqué de M. W. Wavre dans la *Feuille d'Avis de Neuchâtel*, ajoutant que cette pierre, trouvée à plus de 2 m. de profondeur, devait dater du second siècle de l'ère chrétienne.

Il me paraissait particulièrement intéressant, vu qu'il s'agissait d'un dépôt sourcier, d'examiner la

nature de cette formation et les conditions de sa genèse.

L'emplacement se trouve au-dessous du cimetière dans un pré qui continue le vallon de la Goulette appelé ici La Creuse. Le ruisseau qui traversait autrefois cette dépression est cependant détourné depuis assez longtemps, en vue de servir de force motrice à quelques petites usines du village de Saint-Blaise. Il traverse ce village en suivant le flanc ou le dos de la colline néocomienne sur laquelle est construit le haut de Saint-Blaise.

C'est donc dès le IIme siècle de notre ère, jusqu'au moment du détournement du ruisseau que s'est formé le dépôt en question, lequel avait au-dessus de la dalle une épaisseur de 2^{m},30, y compris la terre végétale (voir fig. 14). Le tuf a en cet endroit une épaisseur exacte de 1^{m},80 au-dessus du niveau où a été fait la trouvaille en question, mais il est probable qu'il y en a encore une épaisseur considérable au-dessous, ce qui resterait encore à vérifier.

Ce tuf ne forme pas un sédiment concrétionné, comme les dépôts formés à l'issue de sources calcaires. C'est un sédiment peu consistant, presque terreux, de couleur grisâtre à gris-jaunâtre, qui se laisse exploiter facilement à la pioche. On y voit une stratification parallèle à la surface du terrain, comme le fait la sédimentation par ruissellement. La texture est lâche et très poreuse. Tantôt elle est d'une structure plutôt terreuse formée d'une accumulation de grains de tuf concrétionnés très petits, accompagnés d'éléments argilo-terreux. D'autres fois, mais moins fréquemment, la texture est bien franchement celle d'un tuf à base de racines, composé de tubes

incrustés et entrelacés. Mais dans ce cas encore, ce terrain est très friable et n'a aucunement la consistance d'un tuf de source. Ces parties forment au milieu du tuf terreux des zones de faible épaisseur, où, au surplus, la porosité est beaucoup plus grande (voir fig. 14).

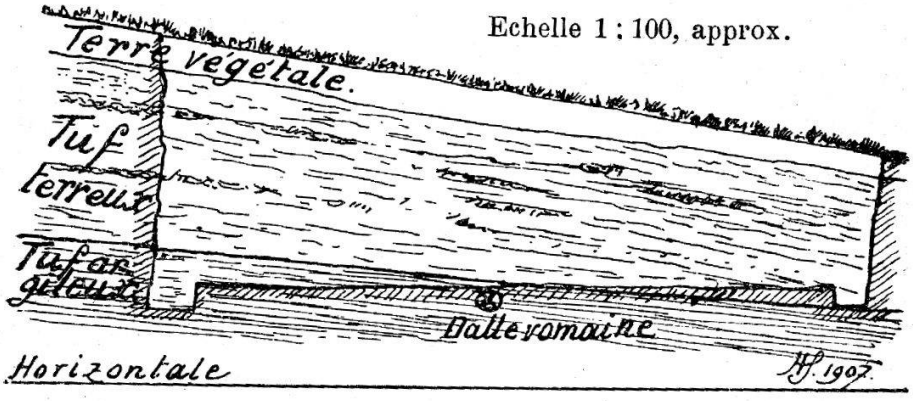


Fig 14. Coupe du gisement de tuf terreux à Saint-Blaise.

Tout semble indiquer que ce dépôt de *tufeau* ou *terre tufière* a été déposé par ruissellement d'une eau fortement calcaire, comme le sont la plupart des eaux sortant du Jura, mais charriant en même temps de l'argile et du sablon fin. L'origine est tout indiquée par la présence du ruisseau actuellement détourné de la Goulette, dont le cours primitif conduisait par cet emplacement, pour aboutir au lac. Le sous-sol de la dépression entre le tracé du chemin de fer Neuchâtel-Bienne et la colline de Saint-Blaise-Châtollion est ici formé de marnes aquitaniennes, dont on voit des affleurements dans la tranchée du chemin de fer en avant du tunnel, ainsi que dans les vignes en amont de la voie et à la gare même.

Sur ce fond étanche les eaux du ruisseau pouvaient circuler facilement et s'étendre, sans subir de forte

absorption par le sol et déposer leurs matières calcaires en dissolution. Les sources du ruisseau ne sont en effet pas très éloignées, de sorte que leur eau devait être encore très fortement saturée de carbonate de chaux en sortant du vallon ombragé de la Goulette pour se répandre sur les prés de la combe de la Creuse. Les conditions de la sédimentation étant ainsi connues, il est facile d'expliquer la nature particulière de ce dépôt. Ce n'est pas de l'eau limpide qui a contribué à la formation de ce sédiment, sinon nous aurions, comme dans le cas de la combe des Fahys[1], sur Neuchâtel, un dépôt crayeux blanc ou à peine coloré (craie tufière des coteaux). Ici il s'agit d'une sédimentation produite par une eau calcaire souvent chargée de matières argileuses en suspension, laquelle précipitait son carbonate de chaux en ruisselant sur le fond de la combe de la Creuse, tout en déposant une quantité variable de matières argileuses. De là résulte la couleur gris jaunâtre du sédiment, sa consistance médiocre, sa composition argilo-calcaire, et sa structure particulière, dans laquelle nous reconnaissons des grains arrondis de carbonate de chaux, sorte de concrétions roulées et mélangées à des matières argilo-sableuses, dont la présence était évidemment un obstacle au durcissement du sédiment en question. Le débit très variable du ruisseau de la Goulette, alimenté tantôt exclusivement par des eaux de sources, à débit d'ailleurs très variable aussi, tantôt par un puissant apport d'eau superficielle, collectée dans tout le vallon de Voëns-Maley, indique clairement comment a pu prendre naissance ce sédiment à la fois hydrochimique et ter-

[1] Voir Mélanges géolog., n° IX, fasc. 3me. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXIX, 1901, p. 155.

rigène. Au moment des basses eaux, le ruisseau, probablement déjà en partie canalisé, s'écoulait dans son lit, mais aux hautes eaux et dès que le débit dépassait certaines limites, les eaux devaient se répandre sur le bas-fond de la Creuse et y précipiter lentement le calcaire associé à la matière argileuse. Cette circonstance explique à la fois la présence constante d'argile et de sable dans cette terre tufière, et l'exclusion de couches crayeuses blanches, puis la variabilité de la teneur en matière argileuse dans les diverses parties ou niveaux du dépôt.

Voici quelques déterminations de la matière calcaire et argileuse, faites sur des échantillons séchés à 150° :

1. Terre tufière tendre formant la plus grande partie du dépôt, $CaCo_3$ 90 %; matière argileuse 10 %.

2. Tuf à racines de consistence plus dure, $CaCo_3$ 97,1 %; matière argileuse 2,9 %.

3. Terre tufière argileuse avec coquilles, $CaCo_3$ 85,15 %; matière argileuse 14,85 %.

4. Concrétions résidant après l'évigation de N° 3, $CaCo_3$ 95,8 %; matière argileuse 4,2 %.

La matière argileuse et limoneuse se compose surtout d'un limon impalpable de couleur ocre-brun et en moindre quantité de sable quartzeux blanc ou jaunâtre rarement opaque. Les grains les plus gros de ce sable forment souvent les noyaux des concrétions calcaires arrondies qui se trouvent dans la terre tufière. La forme des grains de ce sable est toujours anguleuse, à l'exception des plus gros dépassant 0,3^{mm}. Mais la grande masse reste au-dessous de 0,1^{mm} et ils offrent la forme d'esquilles très nettes.

Quant à la matière argileuse impalpable, elle présente après décantation ou filtration une couleur de sienne naturelle et une plasticité faible. Aussi, en séchant, elle subit un retrait très considérable. Calcinée au rouge vif, elle prend une couleur rouge-brique clair et ne se délaie plus dans l'eau. Cette propriété est celle de l'argile des Nos 1 et 3. Celle du tuf dur et des concrétions a la même couleur après dessication, mais elle devient moins rouge par calcination.

L'étendue superficielle de cette formation doit être assez considérable. Elle occupe probablement toute la longueur de la combe de la Creuse, dès le cimetière jusqu'à la partie basse du village de Saint-Blaise. Le cimetière est probablement en entier sur cette formation qui est certainement un terrain éminemment favorable pour un tel établissement. Il serait intéressant de déterminer au moyen de sondages l'extension exacte et l'épaisseur de ce sédiment spécial.

Les caractères paléontologiques se réduisent à peu de choses. A part quelques coquilles de mollusques terrestres qui se trouvent surtout à la limite de la couche de terre arable, d'environ 30 à 50 cm. d'épaisseur, il n'y a que de rares restes dans le tufeau même. Ça et là un débris de coquille ou une empreinte indistincte de feuille ou de tige.

Il y a cependant, tout à fait à la base de la coupe visible, au niveau où fut trouvée la dalle romaine, une mince couche de limon bien plus argileux que le reste du dépôt; cette mince couche, dont la formation a dû coïncider avec l'apport de la dalle romaine, renferme un certain nombre de coquilles de mollusques, dont l'association est de nature à nous donner quelques

indications sur les conditions physiques de ce lieu au moment de la sédimentation du tufeau. En récoltant sur place, ou en léviguant une certaine quantité du limon, mon assistant, M. J. Leuba, et moi, nous avons pu réunir et déterminer un certain nombre d'espèces, dont voici la liste :

Clausilia spec., un fragment.		
Pupilla muscorum, Müll. . .	5	échantillons.
Zua lubrica, Müll.	13	»
Chondrula tridens, Müll. . .	6	»
Bulimus obscurus, Müll. . .	5	»
Xerophila ericetorum, Müll. .	4	»
Tachea nemoralis, L. . . .	1	»
Fonticola Carthusiana, Müll.	3	»
Trichia hispida, L. . . .	40	»
» *villosa,* Drap. . . .	3	»
» *sericea*, Drap. . . .	2	»
Vallonia pulchella, Müll. . .	48	»
Hyalinia glabra, Stud. . .	1	»
» *nitens*, Mich. . .	6	»
» *cristallina*, Müll. .	2	»
Succinea oblonga, Drap. . .	7	»
» *Pfeifferi*, Rossm. .	25	»
» *putris*, Blainv. . .	3	»
Pisidium Cazertanum, Poly .	5	valves.

Cette association de mollusques montre qu'il s'agit en partie de coquilles d'espèces ayant vécu sur place, telles les *Pisidium*, les *Succinea*, les *Trichia*, et éventuellement aussi *Vallonia pulchella, Zua lubrica, Pupa muscorum*, qui forment le plus grand nombre d'individus; les autres espèces, en partie xérophiles, ont apparemment été importées au moment des hautes eaux.

La question qui se pose maintenant quant à la

rapidité de la formation de ce dépôt, n'est, à vrai dire, pas si facile à résoudre qu'elle en a l'air, et cela pour deux raisons. On ne sait pas au juste quand a eu lieu la dérivation du ruisseau de la Goulette. Elle est en tout cas antérieure à l'établissement du cimetière, mais de combien d'années? C'est ce qui ne peut être déterminé sans autre. Mais d'autre part la dalle romaine, autant par son gisement que par sa nature, ne saurait donner une date exacte quant à l'époque où elle fut enfouie dans le sédiment tufeux. C'est là un point très important à élucider. D'après l'inscription déchiffrée par M. Wavre, cette dalle daterait du IIme siècle avant J.-C. Mais un examen de cette pièce m'a montré qu'il ne s'agit que d'un fragment et non d'une dalle placée à l'endroit même d'une sépulture. Elle est faite en calcaire blanc urgonien; un petit fragment qui s'est détaché de la pierre déjà fortement délitée, renferme une *Requienia Ammonia* bien déterminable; c'est le fossile caractéristique de l'Urgonien supérieur. Cette dalle n'était donc plus à la place où fut érigée, lors de sa confection, la sépulture en question. C'est peut-être longtemps après cette époque qu'a eu lieu le transport à l'emplacement où elle vient d'être trouvée, accompagnée d'une dalle ronde en brique et d'un fragment de vase. Avec cette constatation disparaît malheureusement la donnée essentielle pour le calcul de la rapidité de la sédimentation du dépôt, sous lequel ces débris furent enfouis.

Malgré cette déception, il est intéressant d'avoir pu constater la formation en question et de pouvoir déduire de la présence de restes de l'activité de l'homme que des sédiments de ce genre peuvent se former avec une assez grande rapidité.

Note complémentaire.

Pendant l'impression de la présente notice j'ai eu l'occasion de faire quelques sondages dans la région occupée par le dépôt de tufeau du vallon de la Creuze. J'ai constaté par huit sondages que ce dépôt se trouve invariablement au-dessous de la terre végétale à une profondeur de $0^m,60$ à 1 m., dans toute la région comprise entre la partie transversale de la route de Voëns et le bas du village de Saint-Blaise et dès la tranchée du chemin de Creuze jusqu'au cours actuel du ruisseau de Saint-Blaise. Il reste à vérifier encore s'il n'existe pas aussi dans les vignes entre ce dernier chemin et la voie ferrée, de même que dans le bas du vallon de la Goulette entre le ruisseau et la route de Voëns. Le cimetière de Saint-Blaise est en tout cas en entier sur ce terrain, ainsi que je le supposais.

Ces constatations ont été obtenues d'abord par quatre sondages placés en travers du vallon en amont du cimetière; deux autres ont été faits sur les confins de ce dernier; enfin un septième a été pratiqué entre la rue de Saint-Blaise et la maison Quinche, où fut trouvé le fragment de pierre tombale romaine. Plus près de cette rue une fouille faite en vue d'une construction a rencontré sur toute la surface à environ $0^m,60$ de profondeur ce même tufeau plus ou moins consistant.

L'épaisseur de ce terrain a été explorée par deux sondages poussés à plus de $3^m,50$ de profondeur, profondeur maximum qu'il est possible d'atteindre avec la petite tarière employée. Le premier de ces sondages n'a pas trouvé le fond du tufeau à $3^m,55$; il a été fait à 10 m. de distance derrière la maison Terrisse en amont du cimetière.

Le deuxième par contre, fait devant la maison Quinche, a rencontré du terrain argileux jaune-grisâtre à partir de 3 m. de profondeur. Cette argile contenait des galets et peut être considérée comme un dépôt morainique plus ou moins remanié. L'ouverture a pu être placée au niveau du sous-sol du bâtiment, soit à la hauteur où gisait la pierre romaine, donc à 2 m. au-dessous de la surface du terrain tufeux; ce dernier a donc ici une épaisseur de 5 m. Cette épaisseur explique pourquoi le sondage près de la maison Terrisse n'a pas rencontré le substratum du tufeau.

Voici les résultats des déterminations calcimétriques faites sur les échantillons retirés de ces deux sondages:

I. Sondage derrière la maison Terrisse.		*II. Sondage devant la maison Quinche.*	
Profondeurs. M.	Carbonate de chaux. %	Profondeurs. M.	Carbonate de chaux. %
0,75	89,61	1,70	88,8
1,45	92,86	1,95	76,43
2,30	93,37	2,20	78,56
2,60	91,14	2,45	86,88
2,75	86,27	2,70	93,46
3,50	78,86	3,00	59,20
		3,25	55,85
		3,35	57,67
		3,50	33,06
		3,55	46,84

J'exprime ici mes remerciements à mon assistant, M. J. Leuba, pour son concours pendant l'exécution des sondages et les déterminations calcimétriques faites par lui dans mon laboratoire.