**Zeitschrift:** Actes de la Société jurassienne d'émulation
**Herausgeber:** Société jurassienne d'émulation
**Band:** 17 (1910-1911)

**Artikel:** Nouvelles études sur les terrains tertiaires et quaternaires du Haut-Jura
**Autor:** Rollier, L.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-685153

**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:** 11.10.2025

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

# NOUVELLES ÉTUDES

SUR LES

# Terrains tertiaires et quaternaires du Haut-Jura

PAR

le Dr L. ROLLIER,

*Professeur au Polytechnicum fédéral*

*Agrégé à l'Université de Zurich*

---

## INTRODUCTION

Il y a de temps en temps, grâce aux travaux d'art et de construction, des faits nouveaux à recueillir sur les terrains tertiaires, masqués le plus souvent, dans les synclinaux du Jura, par la couverture morainique et des alluvions quaternaires. Cette dernière est elle-même loin d'être complètement connue et doit être mise en rapport avec les glaciations alpines. Il y a donc toujours de nouvelles études et observations à faire pour avancer la connaissance théorique et pratique de notre sol jurassien, et c'est dans ce but que je reviens ici sur des questions géologiques traitées, ou du moins abordées par moi dans plusieurs de mes travaux antérieurs.

Il y a en outre une part non moins importante à faire aux discussions que provoquent les travaux publiés au cours de ces dernières années. Il est nécessaire de s'en occuper

afin d'élucider les questions soulevées, dans le but de faire progresser la science. Je suivrai dans ce travail la série des terrains dans l'ordre de leur superposition naturelle ou suivant leur âge géologique, en commençant par les terrains miocènes, l'Oligocène n'étant pour ainsi dire pas représenté dans le Haut-Jura. Dans les terrains quaternaires, je suivrai l'ordre inverse, comme procédant mieux du connu à l'inconnu.

### Miocène helvétien et vindobonien

Il y a d'abord la question de limite des étages miocènes sur laquelle l'accord n'est aujourd'hui pas loin de se faire. Du temps de K. Mayer, on n'aurait pas songé, à distinguer des étages différents dans la Molasse marine du Haut-Jura. Aujourd'hui, nous pouvons et nous devons reconnaître le Grès coquillier d'âge helvétien s. str. ou burdigalien en bas, et les Poudingues et les Marnes molassiques fossilifères, d'âge vindobonien en haut, comme c'est du reste aussi le cas à Berne et à St-Gall. L'étage helvétien, s. l. de Mayer, de J.-B. Greppin et d'autres, se répartit donc entre deux nouveaux étages, dont les noms ont été pris à Bordeaux et à Vienne, en dehors de notre mer ou canal molassique au N. des Alpes. C'est pour ne pas voir l'Helvétien complètement relégué, que je conserve à notre Miocène inférieur suisse le nom d'Helvétien s. str. pour tout ce que comprend la Molasse miocène inférieure, jusques et y compris le grès coquillier ou Muschelsandstein.

Jusqu'ici, on a toujours confondu les deux étages en question dans les listes de fossiles, surtout dans le Jura, mais j'ai maintenant l'occasion de donner une première liste de fossiles récoltés sûrement dans le Miocène moyen ou Vindobonien, c'est-à-dire au-dessus du Muschelsandstein, dans les marnes molassiques vertes et dans le conglomérat à galets albiens. (Voir la coupe publiée dans ma Mol. suisse, *Nouv. Mém. soc. helv. sc. nat.*, vol. 46, 1911, I, p. 54, couches n° 9-12). Ces fossiles ont été récoltés par M. Ed. Jacot, forestier à La Chaux-de-Fonds, durant le creusement du Canal de la Ronde, (marqués R.), vers

les anciens Abattoirs de La Chaux-de-Fonds, lors des travaux d'installation des eaux de cette localité en 1887.

Quelques-uns marqués G. proviennent du Crêt de la gare et sont du reste du même niveau, parce que j'ai éliminé ceux du Grès coquillier. Ils ont été recueillis dans la tranchée pour la conduite des eaux de l'Areuse en 1887-88.

Tous font maintenant partie de ma nouvelle collection.

---

## *Fossiles des Marnes molassiques vertes et des bancs de conglomérats à fossiles et galets néocomiens et albiens (Vindobonien inf.-moy.) de La Chaux-de-Fonds*

*d'après les récoltes d'Ed. JACOT, forestier*

---

**POISSONS : Scarus,** sp. ind. G., dents pharyngiennes analogues aux insicives de Pycnodus.

**Sparoïdes molassicus** Qu, G. R., dents hémisphériques analogues à celles des *Lepidotus* ou *Sphærodus* jurassiques et parfois déterminées comme telles. Couleur cire jaune.

**Sp. umbonatus** z. Mü., G, R., dents plus ovoïdes et plus aplaties que les précédentes.

**Galeocerdo aduncus** Ag., G. une dent caract.

**Oxyrhina plicatilis** Ag., G., une belle dent avec les plis caractér. vers la base de l'émail. Espèce pliocène d'Italie (Castell'Arquato) non trouvée jusqu'ici dans le Miocène.

**O. hastalis** Ag., G., plus. dents. caract,

**Lamna cuspidata** Ag., G., plus. dents.

**L. crassidens** Ag., G., quelques dents déterminées à tort comme *denticulata* Ag.

**L. (Odontaspis) contortidens** Ag., G., nomb. dents.

**L. (O.) dubia** Ag., G., nomb. dents.

**L. (O.) reticulata** Probst, G., quelques dents.

**GASTROPODES** : **Cancellaria umbilicaris** Broc. (*Voluta*), 1 moule, G.

**Natica Burdigalensis** Mayer-Eym., id.

**Scalaria lamellosa** Broc. (*Turbo*), 2 ex. test, prob. G. Espèce remarquable. Elle est plus petite que le type de l'Astien et répond peut-être mieux à *S. amœna* Phil. de l'Oligoc. moy. de Cassel. Mais l'espèce de Brocchi est citée aussi dans le Miocène. Les collections paléontologiques du Polytechnicum fédéral en possèdent un mauvais fragment du Pontilévien du Cléré p. Savigné (Touraine) et un bon exemplaire de l'Aquitanien de Martillac p. Bordeaux, également beaucoup plus petit que les types pliocènes d'Italie (Fabiano p. Parme, Lugagnano, Bacedasco p. Plaisance, etc.) etd'Anvers (Deurne). Mais elle est tout-à-fait typique dans le Vindobonien sup. de Baden p. Vienne et même dans l'Helvétien de Baldissero p. Turin, d'où provient un exemplaire à grosses côtes de nos collections. Mayer-Eymar en a récolté un fragment avec test dans le Bartonien du Schimberg (Entlibouch, canton de

Lucerne). Il est déjà plus grand que le *S. Bouilléi* Tourn. du même niveau de Biarritz.

**S. pumicea** Broc. (*Turbo*), 1 ex. test. L'original est du Plioc. de Plaisance, espèce retrouvée aussi par Mayer-Eymar dans le Mioc. moy. de Sceaux p. Angers.

**S. altilamella** Mayer-Eymar, 1 ex. test. L'original est du Mioc. moy. de Pontlevoy (Touraine), où l'espèce est très rare.

**Turritella turris** Bast., commune.

**T. Doublieri** Matheron, R., caractér.

**LAMELLIBR. : Ostrea tegulata** z. Mü. Goldf., du Mioc. moy. de Niederstotzingen p. Ulm, qui doit probablement passer en synonymie d'*O. digitalina* Dubois de Montpéreux du même niveau (?) de Volhynie. Beaux exemp. typiques, allongés, plus long que l'*O. edulis* Lin, avec de fortes côtes rayonnantes sur la valve gauche fixée. La valve droite en est dépourvue ; quelques exemplaires courts présentent une valve droite oblique et contournée, comme celle des Exogyres. Il faut probablement lui réunir les *O. arenicola* May. et *O. molassicola* May. qui sont des noms de collection, se rapportant à de jeunes exemplaires, plus ou moins allongés. Plus. ex. complets prob. G.

**O. Galloprovincialis** Math., du Mioc. moy. sup. de Marseille, espèce au galbe orbiculaire, valve gauche peu plissée. 2 ex. (v. g.) R.

**O. Doublieri** Math., du même niveau,

petite espèce arrondie à fortes côtes rayonnantes. Nombreux ex. G.

**Anomia ephippium** L., R., 1 ex.

**Pecten (Vola) Herrmannseni** Dunker, beaux ex. R. Les originaux sont du même niveau de Niederstotzingen p. Ulm (Palæont. Bd 1. 1848-51) comme le *P. Burdigalensis* Goldf., (non Lam). Cette espèce se place pour les caractères entre le *P. Burdigalensis* Lam. et le *P. Beudanti* Bast. du Burdigalien.

**P. (Æquipecten) scabriusculus** Math., R. un grand ex. typique et nombreux jeunes R. et G., difficiles à distinguer du *P. scabrellus* Lam. pliocène, et du *P. præscabriusculus* Font., qui est cantonné dans le Burdigalien ou Helvétien s. str.

Ce sont des mutations successives citées parfois les unes pour les autres. Mayer ne les distinguait pas, mais il leur ajoutait à ce niveau du Miocène moyen, (son Helvétien I p. p.), le *P. ventilabrum* Goldf., d'un niveau indéterminé de Mæstricht et le *P. transversior* Mayer, de La Chaux-de-Fonds même. Tout cela est inutile. Quant à *P. (Æ.) opercularis* L. vivant et pliocène, puis à *P. (Æ.) Malvinæ* Dubois de Montpéreux, du Miocène (?) de Volhynie, ils se distinguent par des valves plus aplaties, plus arrondies au pourtour et à côtes treillissées plus nombreuses, je ne les aperçois pas parmi mes matériaux du moins pas dans les adultes.

**P. (Chlamys) pusio** L. *(Ostrea)*, G., R., nombreux ex.

**Capsa lacunosa** Chemn. (*Tellina*), R., un moule.

**Eastonia rugosa** Chemn. (*Mactra*), R., un moule.

**Pholas (Martesia) rugosa** Brocch., R., moules de loges.

**Venus umbonaria** Lam. *(Cyprina)*, R., un moule. Forme plus petite que le type pliocène du Piémont; sous cette forme, elle est citée aussi de St-Gall, du Belpberg, etc. La *V. gigas* que j'ai cru reconnaître autrefois dans la collection de M. le Dr Bourquin, à La Chaux-de-Fonds, est probablement la même, tandis que la *V. Brocchi* Desh., recueillie à la gare par M. Bourquin, n'a pas été recueillie par M. Jacot dans les marnes du canal de la Ronde.

**Tapes vetulus** Bast. *(Venus)*, R., cinq moules, G., cinq moules dont quelques-uns sont de la couche la plus supérieure teintée par la marne rouge.

**Cardium Burdigalinum** Lam., R., une valve moule. Connu également à St-Gall, au même niveau, c'est-à-dire dans le Vindobonien, tandis que le type est surtout burdigalien. On peut aussi en rapprocher quelques exemplaires du *C. hians* Broc., du Pliocène d'Italie, qui devient plus grand. Ce sont des mutations impossibles à délimiter.

**C. multicostatum** Brocchi., R., une valve moule.

**Cardita Jouanneti** Bast. *(Venus)*, prob. R., un moule complet.

**BRACHIOPODE: Terebratula** cfr. **grandis** Blum.[1]) une valve inf., prob G.

---

[1]) Il vaut mieux de prendre pour cette espèce le nom de *T. ampulla* (Scilla) Brocchi *(Anomia)*, du Mioc. sup, et Plioc. d'Italie. Voir ma liste des grandes térébratules dans Mém. Soc. pal. suisse, vol. 37 (1910-11), p. 29.

**CRUSTACÉ cirrhipède : Balanus tintinnabulum** L., colonies très bien conservées avec d'autres espèces fixées sur les *Pecten*, etc., R.

**BRYOZOAIRES : Polytrema lyncurium** Lam. (*Tethia*), partout, nombr. colon.

**Mæandropora** sp., G.

**Heteropora, Ceriopora,** sp. div. G.

**ECHINOIDES : Schizaster Scillæ** Ag. (*Brissus*), un bel exemplaire avec test un peu comprimé latéralement, R.

**Psammechinus dubius** Ag., nombreux tests très bien conservés, R.

Les fossiles indiquées R (onde) sont sûrement du Miocène moyen, parce que le Grès coquillier n'affleure pas dans la région traversée par le canal de la Ronde. Du reste, à part les Bryozoaires et les dents de Squalides, qui sont ubiquistes et se rencontrent à tous les niveaux, les fossiles de l'Helvétien s. str. sont vite comptés. M. le Dr J. Favre les a signalés dans sa thèse (Descript. géol. env. Locle et Chaux-de-Fonds, *Eclogæ geol Helv.* vol. 11. n° 4, p. 399, 402). Il est certain que toutes les formes énumérées ci-dessus ne s'y rencontrent pas encore. Le *Pecten præscabriusculus* Font., cité comme caractéristique du Burdigalien ou Helvétien s. str., comme du reste son successeur du Vindobonien, le *P. scabriusculus* Math., sont, ainsi que Mayer l'affirmait, des mutations difficiles à distinguer du *P. scabrellus* Lam., du Pliocène. K. Mayer n'admettait pas la première, il citait partout *P. scabrellus* et avec doute *P. scabriusculus*. Quand on a des adultes, on peut encore s'en tirer. La forme du Muschelsandstein est généralement de petite taille, celle du Vindobonien l'emporte sur les autres. Quant à *Cidaris Avenionensis* Des., je ne suis pas parfaitement certain qu'il n'existe pas plus haut que le Grès coquillier, ce qui est certainement le cas pour *Psammechinus dubius* Ag.

Les listes de fossiles des petits lambeaux miocènes du

département du Doubs et du Jura devront être revues également; il est certain qu'il ne s'agit pas partout d'un seul et même niveau. Le gisement des Verrières, d'après ce que j'en ai vu dans nos collections fédérales, est exactement le Miocène moyen de La Chaux-de-Fonds.

Les galets du deuxième étage miocène sont des plus intéressants pour l'histoire géologique du Haut-Jura. Desor et Gressly (Desc. géol. du Jura neuch. *Mém. Soc. sc. nat. neuch.*, t. 4, 1859, p. 136-137) les mettaient dans une seule et même formation que celle de la Gompholithe du Locle, à la base du Tertiaire, ce que Jaccard (Desc. géol. Jura vaud. et neuch., *Matr. Carte géol. Suisse*, 6e livr., 1869, p. 114) rectifie en distinguant, mais dans l'ordre inverse de celui de la nature, au moins deux niveaux différents. Les deux auteurs précités y mentionnent déjà des fossiles albiens remaniés et roulés, mais sans détermination spécifique. M. le Dr E. Bourquin (*Bull. soc. neuch. sc. nat.*, t. 36, 1910, p. 79-80) en a recueilli une jolie série dans les matériaux enlevés des tranchées pour l'agrandissement de la Gare et la construction des nouveaux Abattoirs dans les années 1899 à 1909. J'en ai recueilli moi-même à plusieurs reprises dans cette même région. Voici ceux que j'ai obtenus de M. Jacot.

***Fossiles albiens remaniés dans la Molasse vindobonienne d'une tranchée près de la gare de La Chaux-de-Fonds,***

*recueillis par Ed. Jacot, forestier, en 1887,*

**Douvilleiceras mamillatum** v. Schl. (*Am.*), var. à gros tubercules inégaux, 1 moule phosphaté brun-noir.

**Avellana (Cinulia)** sp. ind., 2 moules phosph., l'un noir, l'autre gris.

**Dentalium Rhodani** Pictet et Roux, 3 moules phosph. brun-clair.

Une série plus importante encore de fossiles phosphatés remaniés dans le Miocène moyen proviennent des Marnes molassiques à petits galets étrangers au Jura, probablement

vindéliciens (ou vosgiens?), signalés par M. J. Favre aux Eroges, près de la gare du Col-des-Roches, au contact du Malm supérieur (Bononien) érodé et perforé par les Lithophages. Voici ceux ceux que j'ai obtenus de M. Jacot, avec l'indication de leur gisement primaire :

***Fossiles phosphatés des Grès verts (Albien et Cénomanien inférieur ou Vraconnien) roulés et remaniés dans la Molasse vindobonienne à galets jurassiens et vindéliciens des Eroges, près de la gare du Col-des-Roches (Locle)***

*recueillis en 1887-88 par Ed. Jacot, forestier à La Chaux-de-Fonds.*

**CÉPHALOPODES**: **Turrilites Puzosianus** d'Orb., du Cénom. inf., un moule phosphaté, brun clair, très roulé, mais muni par places de ses ornements ; connu des Chumereux p. Cornaux et de B 3 [1]).

**Schlœnbachia inflata** Sw. (*Am.*), du Cénom. inf., var. à tours carrés et à grand ombilic, un beau moule à peine roulé, phosphaté, brun-noir, avec roche phosphatée concrétionnée encore adhérente, et, par-dessus, du sable glauconieux et des traces de petites huîtres, prob. cénomaniennes, puis des traces de marne verte et rouge vindob. B 3.

**Douvilleiceras mamillatum** v. Schl. (*Am.*), de l'Albien entier, un fragment un peu déformé et roulé, avec les matériaux vindoboniens

1) J'indique pour comparaison les citations $B_1$, $B_2$, $B_3$, qui se rapportent aux trois niveaux fossilifères exploités au Baliset sur Rochefort par MM. Schardt et Dubois. Voir plus bas. $B_1$ est l'Albien inf., $B_2$ l'Alb. moy., $B_3$ le Cénomanien inf.

adhérents (marne sableuse verte). B 2-3.

**Parahoplites Milletianus** d'Orb. (*Am.*), de l'Aptien supérieur et de l'Albien, un fragment de grès phosphaté brunâtre, à grains roulés de quartz, etc., de l'Albien inf., avec matériaux vindob. adhérents. B 1 (rare).

**Desmoceras Parandieri** d'Orb. (*Am.*), de l'Albien moyen et supérieur, deux beaux moules phosphatés brun-noir, peu usés, avec lobes bien visibles et à roche phosphatée adhérente dans l'ombilic, et traces de coquilles blanches avec glauconie, probablement du Cénomanien inférieur, puis des traces de matériaux vindoboniens. B 2.

**Hoplites Renauxianus** d'Orb. (*Am.*), exactement la var. de Pictet, Ste-Croix, Céphal., pl. 31, f. 4-5, du Cénom. inf. de Ste-Croix, un beau moule phosph. brun, à peine roulé, avec lobes et une partie de la chambre d'habitation. On a confondu quelquefois cette variété avec l' *H. auritus* Sow. (*Am.*) qui a toujours un sillon siphonal, tandis que l' *H. Renauxianus* a la région siphonale obtuse. Pas connu du Baliset, etc.

**GASTROPODES : Avellana (Cinulia)** sp. ind., probabl. *incrassata* Sow. (*Auric.*), du Cénom. inf., plusieurs moules phosphatés bruns et d'autres plus foncés, trop roulés pour pouvoir être déterminés spécifiquement. Il est possible que l'*A. subincrassata* d'Orb., de l'Albien, soit aussi représentée. B 3.

**Aporrhais Orbignyana** P. et Rx., de l'Albien, très rare à Ste-Croix, un bon moule phosphaté brun-noir, montrant bien le dernier tour et la bouche. B 1.

**Aporrhais** sp. ind., plus. moules phosphatés bruns ou plus foncés, trop roulés pour pouvoir être déterminés spécifiquement, impressionnés par les radicelles des plantes ou munies encore de la gangue molassique verte du Vindobonien.

**Natica gaultina** d'Orb., de l'Albien inf., 3 moules phosph. brunâtres, peu roulés. B 1.

**Trochus conoideus** sov. (*Solarium*), de l'Albien, très rare à Ste-Croix, un beau moule phosph. brun-noir, roulé. B 3.

**Pleurotomaria** sp. ind., un moule phosp. brun-noir d'un assez large ombilic.

**Lamellibranches : Ostrea (Exogyra) Arduennensis** d'Orb., de l'Albien entier, rare dans le Cénom. inf., un moule phosph. brunâtre, à grains roulés de quartz laiteux, prob de l'Albien inférieur avec marne vindob. adhérente. B 1.

**Inoceramus (Actinoceramus) sulcatus** Park., de l'Albien entier, très rare à Ste-Croix, abondant à la Perte-du-Rhône, rare dans le Cénom. inf., plus. moules phosph. bruns, prob. du Cénom. inf. B 1.

**Inoceramus concentricus** Park., de l'Albien entier, très rare dans le Cénom. inf., plusieurs moules phosph. bruns et brun-noir, très

roulés, prob. de l'Albien moy.-sup., avec marne vindob. adhér. B 1 (com.) B 2.

**Meretrix (Caryatis) Vibrayeana** d'Orb. (*Venus*), de l'Albien et du Cénom. inf., un moule phosph. brun-noir, roulé, avec sédim. vindob.

**M. (C.) Gardneri** P. de Lor) *Cytherea*), de l'Alb. de Cosne, un valve s. roche phosph. brunâtre avec petits galets de quartz.

**Venus (?) sub-Brongniartina** d'Orb., du Hauterivien, un moule calc. avec masse phosph. de l'Albien adhérente et colorée extérieurement en vert par de la glauconie.

**Cardita Constantii** d'Orb., de l'Albien inf., 4 moules phosph. brun-noir, peu usés, avec sédiments vindoboniens adhérents. B. 1.

**Cardita tenuicosta** J. de C. Sow. in Fitton, de l'Albien et surtout du Cénom inf., un seul moule phosph. brun, avec sédiments adhérents du Cénomanien et du Vindobonien. Pas connue du Baliset.

**Thetis Sanctæ Crucis** P. et Camp., du Cénom. inf. de Ste-Croix, rare, trois moules phosph. bruns, roulés, avec sédiment vindobon. B 3.

**Trigonia Fittoni** (Desh.) Leym., du Cénom. inf., très rare, à Ste-Croix, plus. moules phosph. bruns, dont deux très peu roulés, bien typiques. Pas connue du Baliset, peut-être confondue avec *T. aliformis* Park. B 1, etc., que je n'ai pas dans mes matériaux.

**Nucula pectinata** Sow., de l'Albien entier, nombreux moules phosph. brun-noir ou bruns, plus ou moins roulés, etc. B 1 (com.), B 2.

**Pectunculus Huberianus** P. et Rx., de l'Albien de la Perte-du-Rhône, très-rare, une valve phosph. brune, adhér. à une valve de *Trigonia Fittoni*. Pas connu du Baliset.

**Arca carinata** Sow. de l'Albien entier et du Cénom. inf., cinq moules phosph. brun-noir ou bruns, plus ou moins roulés, avec traces de sédiments vindobon ; un moule de grès gris-vert, non ou très peu phosphaté. B 1 (comm.), B 2 (rare).

**Arca (Cucullæa) glabra** Park., de l'Albien entier et aussi du Cénom. inf. en Angleterre, un fragment brun-noir, avec sédim. vindob. B 1 (rare).

**A (C) obesa** P. et Rx., du Cénom. inf. de Ste-Croix, un moule phosph. brun-noir très roulé et un autre moule brun-clair, très typique, de petite taille, avec traces de sédim. vindob. B 2 (prob. par err.), B3.

On voit qu'ici, comme dans les poches d'Albien, etc., du Goldberg près de Bienne (voyez mon 3e Suppl., p. 18-19), tous les niveaux de l'Albien et le Vraconnien ou le Cénomanien inférieur sont représentés à l'état de remaniement dans le Miocène moyen du Locle, où du reste l'Albien et le Cénomanien ne sont pas connus en place. Les gisements de Morteau (Mont-le-Bon, Renaud-du-Mont, etc.), ainsi que celui de Renan ne sont par contre pas des gisements remaniés. (Voir mon 1er Suppl., p. 131). D'après une lettre de Gressly à P. Merian datée de Soleure le 2 juin 1857,

une découverte importante dont on n'a plus parlé depuis, probablement à cause de la confusion des niveaux, serait à enregistrer et à vérifier, c'est la présence du Cénomanien inférieur à Turrilites, Hamites, Baculites, Ammonites, Nautiles et Huîtres entre Renan et Sonvillier, probablement dans le finage des Grands-Champs, des détails plus précis manquent. Cette lettre va paraître dans ce volume des Actes de la Société jurassienne d'Emulation, à la suite de ce qui a été déjà publié en 1910. Il faudrait faire des fouilles dans cette région à l'W. de Sonvillier. J'ai pu encore recueillir dernièrement au Stand de Renan des fragments de grès de l'Albien inférieur, renfermant avec les petits cailloux siliceux ou dragées de quartz blanc, gris, verdâtre, noirâtre, et des galets avellanaires ou nuciformes de roches infracrétaciques du Jura (silex néocomiens, etc.), des moules de l'*Am. mamillatus* non phosphatés, mais formés du même grès gris vert pâle de l'Albien inférieur, ce qui prouve bien qu'il s'agit d'un gisement primaire. Par contre les fossiles phosphatés sont en rognons qui peuvent être un peu usés, mais non roulés, dans le grès vert décomposé, souvent brisés par l'exploitation, comme on l'observe aussi et plus souvent à Morteau. Ils sont par contre agglomérés dans les mêmes grès et sables et imprégnés avec eux de phosphate dans la roche fraîche et non désagrégée, comme je l'ai fait voir à propos du gisement de la Combe-des-Epines dans les Gorges de l'Areuse (Bull. Neuch., t. 26, 1898, p. 91).

Il y a des fossiles phosphatés à plusieurs niveaux des Grès verts et ils peuvent même localement remplacer en partie les Marnes pyriteuses comme en Angleterre. Les petits crabes du Goldberg (*Palæocorystes Stokesii* Mant., synon. *Notopocorystes Mantelli*, M'Coy, Bell) sont dans ce cas, il paraît qu'ils existent aussi à Ste-Croix, mais personne ne les a fait connaître jusqu'ici. (Coll. Campiche au Musée de Lausanne, d'après M. le Dr A. Jeannet). Je n'en ai vu toutefois aucune trace à l'état remanié dans le Miocène moyen du Locle. Pourtant MM. Schardt et Dubois les citent dans les gisements en place de la Combe-des-Epines et du Baliset p. Rochefort. En général ces fossiles roulés

du Locle se rapportent moins bien aux faunes de Ste-Croix qu'à celles de la Perte-du-Rhône, ainsi qu'on peut s'en convaincre par la rareté ou la fréquence de certaines espèces dans les localités indiquées. (Par ex. *In. sulcatus, Trig. Fittoni,* etc.).

Le Cénomanien inférieur n'est connu dans le canton de Neuchâtel qu'au Baliset sur Rochefort (Schardt et Dubois, Crét. moy. du Val-de-Travers-Rochefort, *Bull. Neuch.*, t. 28, 1900, p. 149-155 ; Descr. géol. Gorges de l'Areuse, *Eclogæ geol. Helv.*, t. 7, 1903, p. 430-431 ; Nouv. observ. s. l. Baliset, *Bull. Neuch.*, t. 33, 1905, p. 200 et s.) et probablement à Cornaux-Cressier, sous le Cénomanien supérieur des Chumereux (*Bull. Neuch.* t. 26, 1898, p. 92). Si l'indication de Gressly rapportée ci-dessus se vérifie, le Cénomanien tout entier aurait primitivement recouvert le Haut-Jura, ce que prouvent du reste les fossiles remaniés du Locle. Le Cénomanien supérieur est toujours transgressif sur l'Albien et le Cénomanien inférieur, seulement ses fossiles, moulés d'une roche calcaire jaune ou rouge, assez tendre, ne peuvent pas avoir été préservés à l'état remanié. On sait qu'il est connu jusqu'au Stand de Bienne, en lambeaux le plus souvent contenus dans des poches sidérolithiques.

L'Albien avec fossiles phosphatés est connu, dans un gisement analogue, au Fuet au N. de Tavannes (*Bull Neuch.* t. 32, 1904, p. 147 et s. ; 3e Suppl., 1910, p. 20-21. Voici une nouvelle preuve qu'il s'est étendu sur la côte de la mer molassique, jusqu'au centre du Jura bernois. C'est une découverte de K. Mayer, qui n'a jamais été signalée et qui remonte à une cinquantaine d'années, faite dans le célèbre gisement helvétien de Saicourt p. Tavannes, aujourd'hui recouvert. Ce sont des fossiles albiens phosphatés, roulés dans le Grès coquillier, parmi les dents de *Lamna* bien connues. Voici ces fossiles conservés dans nos collections fédérales.

***Fossiles albiens et néocomiens remaniés dans le Grès coquillier de Saicourt p. Tavannes (Jura bernois)*** *conservés dans les coll. stratig. du Polytechnicum fédéral à Zurich.*

**Dentalium Rhodani** P. et R., de l'Al-

bien, deux moules phosph. brun-noir roulés.

**Aporrhais Orbignyana** P. et R., de l'Albien, deux moules phosph. brun-noir, roulés.

**Ostrea (Alectryonia) rectangularis** Rœm., du Hauterivien et plus haut, un fragm. de test gris-bleu avec sédiment hauterivien jaune adhérent, et par-dessus, le grès glauconieux de l'Helvétien (Burdigalien).

**Inoceramus (Actinoceramus) sulcatus** Park., de l'Albien et plus haut, très rare à Ste-Croix, un fragm. phosph. brunâtre, roulé.

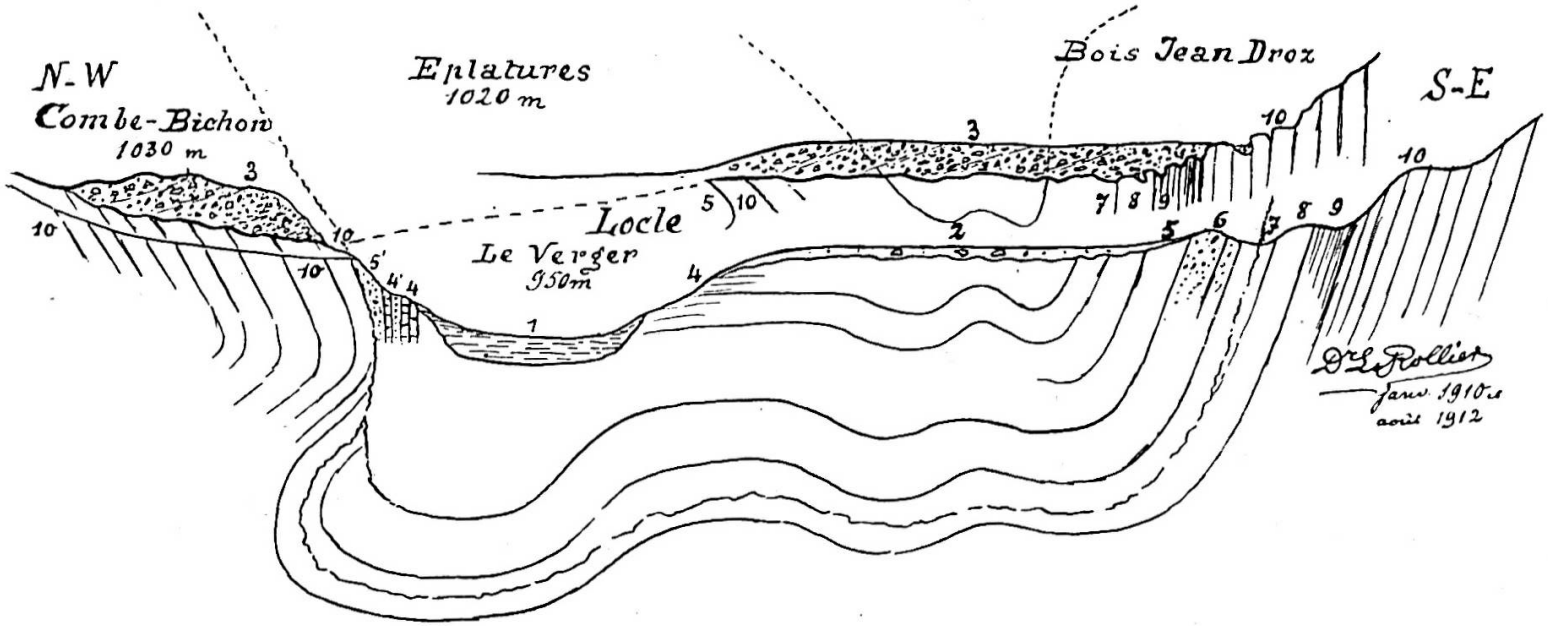
**Trochocyathus conulus** Phil. (*Turbinolia*), surtout de l'Albien, un moule phosph. noirâtre, avec sédiment helvétien adhérent.

Il y a donc comme galets dans la mer molassique du Jura bernois des fossiles hauteriviens et albiens, auxquels s'ajoutent dans le Haut-Jura neuchâtelois des fossiles du Cénomanien inférieur. On peut en conclure que la côte de la mer molassique contenait dans cette région des lambeaux de terrains crétaciques en place, ou bien des poches renfermant ces mêmes terrains, comme celle du Fuet. Mais l'Albien et le Hils moyen (Hauterivien, etc.) formaient une couverture assez étendue dans toute cette région, avant l'arrivée de la mer molassique, parce que le Miocène moyen contient à la Chaux-de-Fonds et aux Franches-Montagnes (Tourbière de Chanteraine) de nombreux galets de roches néocomiennes, des silex jaunes surtout, plus fréquents encore que les galets et fossiles phosphatés de l'Albien. (Voir pour Chanteraine Arch. Genève, 3e pér., t. 27, 1892, p. 336, et 1er Suppl. (1893), p. 98, 153, 184, 245). Le conglomérat de Mont-Pugin, cité par M. J. Favre, bien qu'un peu plus élevé dans le Miocène moyen,

est de ce nombre. Ainsi, les premières érosions de la côte jurassienne, dans les environs du Locle, de Chaux-de-Fonds, dans le département du Doubs, Pontarlier, Mouthe, etc., ont balayé les terrains crétaciques avec l'Albien, et les terrains infracrétaciques jusqu'au Hauterivien, en partie du moins, et en ont accumulé les débris sous forme de galets et de fossiles roulés dans les sédiments vindoboniens et vindéliciens de la Molasse marine. Les matériaux sidérolithiques, les bolus proprements dits et les sables quartzeux ou vitrifiables, empruntés aussi en grande partie à l'Albien, ainsi que les poches hauteriviennes et albiennes, ont naturellement subi le même sort, du moins en grande partie, de sorte qu'il n'en reste actuellement que ce qui est bien caché dans le Malm supérieur. J'ai déjà eu l'occasion de faire voir que le soi-disant Tongrien des Brenets est du Miocène moyen ou Vindobonien (Voir mon 3e Suppl., 1910, p. 9). Par conséquent les conglomérats oligocènes ne sont pas connus dans le Haut-Jura à l'encontre du Jura bernois et du pied du Jura vaudois, jusqu'à Noirvaux.

### MARNES ROUGES

Mais c'est surtout durant le dépôt des Marnes rouges, au sommet du Miocène moyen, que l'érosion de la côte jurassienne a découvert le Malm totalement et l'a même attaqué dans ses étages supérieurs. On voit dans les Marnes rouges des galets des différents étages du Hils, même ceux du Dubisien et du Malm supérieur (Bononien et peut-être Salinien), quelquefois sous un aspect différent de celui que revêtent aujourd'hui les roches plus ou moins oxydées de ces étages en place. J'ai constaté avec M. J. Favre des paquets et des blocs de roches hauteriviennes et valanginiennes avec leurs fossiles caractéristiques dans les Marnes rouges du Locle, au N. de la Gare, sur la nouvelle route des Monts, au-dessus de Bellevue (J. Favre, Thèse, p. 403, p. 408, fig. 9, n° 2 et n° 4). Jaccard connaissait déjà des fossiles hauteriviens remaniés dans les Marnes rouges de la Combe-Girard (Route de la Sagne). J'y ai recueilli avec lui quelques fossiles communs de la Marne jaune de Hauterive




**Cliché 1.** — *Coupe du Synclinal Locle-Eplatures, tectonique probable, avec position de la Gompholithe postmiocène.*

Légende : 1. Alluvions. — 2. Glaciaire jurassien. Néoglaciaire ou Wurmien. — 3. Gomphotithe postmiocène. — 4. Œningien, Calcaires et Marnes lacustres avec lits bitumineux, etc. — 4' Bancs de calcaires lacustres œningiens avec Gompholithe. — 5 et 5'. Marnes rouges avec intercalation de Gompholithe pralinée (5'). A la base, Marnes vertes à *Ostrea Helvetica* Defr. (*O. crassissima* auctorum), etc. — 6. Molasses et Conglomérats marins fossilifères (Vindobonien). — 7. Petite combe non découverte, cachant une surface d'érosion prémiocène et miocène sur le Barrémien (?), le Hauterivien et le Valanginien (visible sur le Calc. hauterivien à la Combe-Girard). — 8. Marbre bâtard et bancs marneux subordonnés (Berriasien littoral). — 9. Dubisien ou « Purbeckien » du Jura. — 10. Malm supérieur.

oxydée, tels que *Rhynchonella multiformis, Terebratula acuta, Serpula heliciformis.*

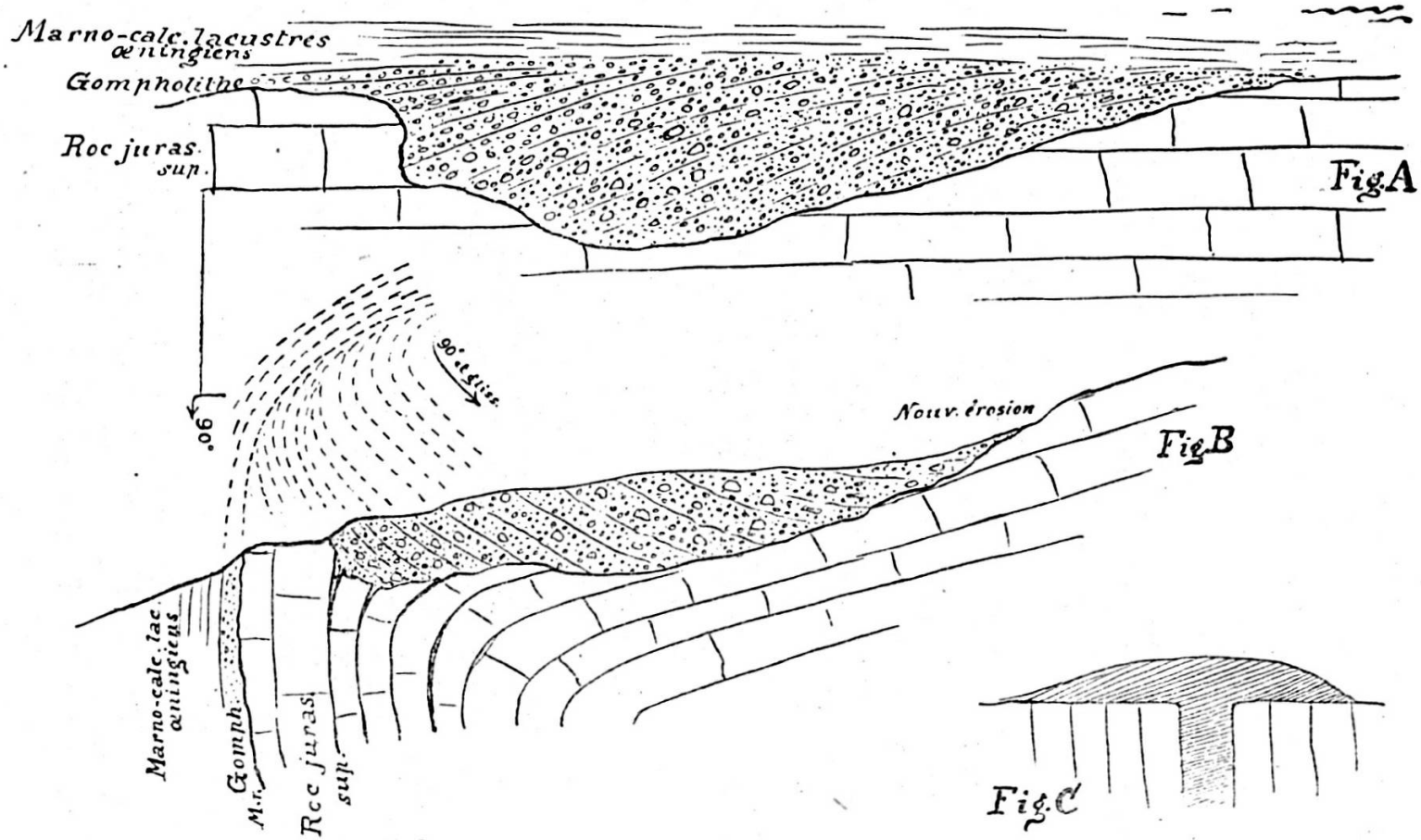
A peu près à la même époque (28 août 1889), j'ai retrouvé les mêmes fossiles dans les Marnes rouges du haut de la Combe-des-Arses, à l'E. de la Paule (Mont-Tramelan). Voir Archives de Genève, 3e per., t. 27, mars 1892, p. 346 et 3e suppl. 1893, p. 152. C'était alors le point le plus septentrional montrant des traces de l'Infracrétacique dans le Jura bernois. Aujourd'hui la poche sidérolithique, hauterivienne et albienne du Fuet et les Calcaires erguéliens (Marbre batard) des Bottières près Bellelay sont des bornes encore plus reculées vers le N.-E. On en trouvera probablement des traces plus éloignées encore dans cette direction, montrant que les terrains crétaciques et infracrétaciques se sont étendus primitivement sur la plus grande partie du Jura central, septentrional et oriental. Ce sont eux qui ont livré en majeure partie les matérianx du Sidérolithique, puis une partie ont passé ensuite dans la Molasse. Je rappellerai un galet albien avec *Dentalium Rhodani* dans la Gompholithe du Cras-Franchier près Delémont, c'est-à-dire dans l'Aquitanien inférieur. J'aurai peut-être des faits analogues à signaler plus tard dans le Jura oriental. Mon regretté confrère et ami le Dr Edm. Juillerat m'a fait voir aussi autrefois des galets oolithiques jaunes que je n'hésitai pas à attribuer au Calcaire néocomien, il les avait recueillis dans la Gompholithe d'Ajoie (Stampien) de la tranchée de la ligne auS.-W. de Vendelincourt. Tous ces faits montrent qu'avant la fin des temps miocènes, le Crétacique et le Hils (Infracrétacique) avaient déjà complètement disparu du sous-sol jurassien et du Haut-Jura, pour remplir de leurs débris et de leurs fosssiles remaniés les terrains tertiaires.

Nulle part mieux que dans le Haut-Jura, l'on ne se rend compte des érosions tertiaires et prétertiaires, puisqu'on y voit le Miocène reposer ordinairement sur le Malm, comme c'est le cas dans tous les affleurements du flanc S. du Pouillerel, du Jorat p. Tramelan, et dans les lambeaux molassiques des Franches-Montagnes.

## Gompholithe pralinée

Le conglomérat le plus intéressant sous ce rapport est la Gompholithe incrustée ou pralinée dont parlent déjà Nicolet (Essai const. géol. Chaux-de-Fonds, *Mém. soc. sc. nat. Neuch.* t. 2, 1839, p. 21), Jaccard (Descr. géol. Jura vaud. et neuch., *Matér. Carte géol. Suisse*, 6e livr., 1869, p. 115), J. Favre (Thèse, p. 403, p. 408, fig. 9, n° 6, 8) et qu'on voit toujours sur le chemin de la Croix-des-Côtes, au Locle, intercalée dans les Marnes rouges. C'est, avec les autres bancs de Gompholithe des Marnes rouges, le troisième conglomérat des environs du Locle, Mont-Pugin montre le deuxième et la Molasse à *Pecten Herrmannseni* (Brenets, Combe-des-Enfers) le premier, les galets albiens et vindéliciens des Marnes vertes des Eroges n'étant pas cimentés en poudingue. Le conglomérat praliné a reçu ce nom du pralinage des galets (Jaccard), du fait que chaque galet ou « noyau est enveloppé de plusieurs couches concentrique de chaux carbonatée rouge, blanche ou noire, et qui alternent comme celles des amandes couvertes (pralines) de nos confiseurs » (Nicolet). Ce sont les galets qui sont parfois bleu-noir ou brun-rouge foncé, les couches concentriques incrustantes de calcaire crayeux, ou un peu spathique, sont généralement blanches ou roses.

Il s'agit probablement de l'action d'algues calcigènes marines ou saumâtres. C'est exactement ce que l'on observe dans la Brèche de Vimines près Chambéry, également intercalée dans des marnes rouges qui sont ici d'âge aquitanien ou plus ancien. (Voir Revil, Novalaise, *Bull. soc. hist. nat. Savoie*, 1897, sept. p. 50-52). Les galets sont du reste identiques ou du moins très ressemblants de part et d'autre. Ceux de la Gompholithe pralinée du Locle sont surtout infracrétaciques, mais il y a aussi des galets du Malm supérieur (bononiens et peut-être saliniens). J'ai cru y reconnaître des calcaires dolomitiques bononiens, puis des galets de calcaires bleu-noir ou brun chocolat, dont M. Favre a dit avec beaucoup de probabilité qu'ils ont conservé leur couleur et leur texture primitive, parce qu'ils ont été protégés contre l'oxydation par leur enveloppe ou leur gangue




**Cliché 2.** — *Dépôt torrentiel (fig. A.), puis redressement et dislocation de la Gompholithe postmiocène de la Combe-Bichon (fig. B.)*

miocène. Des calcaires jurassiques foncés analogues se rencontrent déjà dans la Gompholithe d'Ajoie (stampienne) de Châtelat, des environs de Porrentruy, d'Alsace, etc., où on les a pris pour des galets provenant du Muschelkalk des Vosges.

J'ai déjà indiqué (3e Suppl., 1910, p. 59, 68 et 2e Suppl., 1898, p. 60) que des calcaires analogues existent en place dans l'Elsgovien des environs de Porrentruy (Combe-Vaberbin) ; ce sont des parties non-oxydées, colorées en bleu-noir, dans des bancs d'ailleurs oxydés. Ils ont naturellement passé dans la Gompholithe d'Ajoie et se retrouvent un peu partout dans ce conglomérat. Je les connais bien du Pichoux et de Châtelat, en compagnie de galets calcaires d'un brun-rouge foncé, ou brun chocolat, dont je ne connais par contre pas l'analogue en place.[1])

Des galets momifiés ou pralinés comme ceux du Locle existent aussi aussi dans la Gompholithe oligocène de Hoppetenzell p. Stockach (Baden), reposant sur le Malm supérieur au contact des Marnes rouges, Marno-calcaires et Calcaires lacustres à *Helix rugulosa*. Ils sont souvent pugilaires ou céphalaires et le plus souvent incrustés, sans être toujours cimentés en conglomérat. Les galets sont du Malm supérieur ou des calcaires lacustres inconnus dans la région, probablement éocènes ou oligocènes anciens. Parfois aussi ce sont des pralines ou des oolithes qui sont inclus, de façon à ce que ces oolithes géants se trouvent être composés et compliqués de diverses manières. Il faut les faire

---

1) Tout dernièrement (oct. 1912), j'ai constaté avec M. J. Bourquin, professeur à Porrentruy, dans la forêt de Navaloz, charrière des Prés-de-Goule, au Sud de Courgenay, des calcaires séquaniens subcompactes, ou un peu oolithiques pénétrés par des bolus rouges sidérolithiques, qui donnaient à leur pâte une couleur rose ou sanguine tout à fait analogue à celle de certains galets de la Gompholithe. Ces pénétrations sont du reste fréquentes dans tous les étages du Malm jurassien. Les galets bruns restent encore à trouver en roches dans leur gisement primaire.

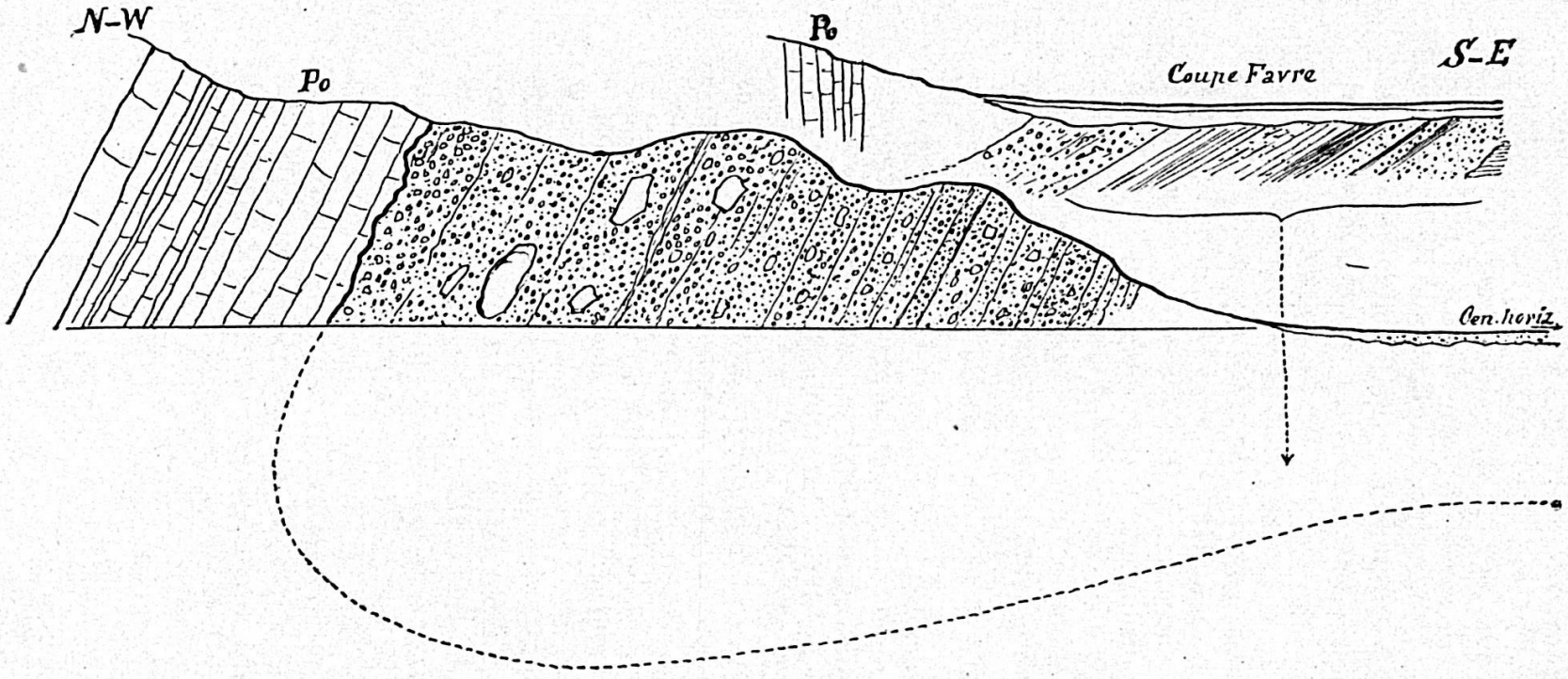
*Note ajoutée pendant l'impression.*

couper et polir pour bien avoir l'assemblage de leurs éléments.

Une très grande analogie encore avec la Gompholithe pralinée du Locle s'observe dans les galets et fossiles momifiés de la base des Marnes rouges à *Helix* de la région du Randen (Epfenhofen, etc.). On les trouve ici immédiatement au-dessus du Calcaire grossier du Randen, qui est d'âge vindobonien, et par conséquent aussi dans le Miocène moyen, comme au Locle. Par-dessus vient la Gompholithe d'Argovie appelée généralement, mais trop vaguement, Juranagelfluh, formant le Miocène supérieur lacustre, du moins en partie. C'est donc au passage du régime marin au régime lacustre que se trouvent enfouies dans les Marnes rouges, probablement saumâtres, ou lagunaires, comme au Locle, ces curieuses concrétions algogènes qui entourent les fossiles et les petits galets d'Epfenhofen.

### MIOCÈNE SUPÉRIEUR, GOMPHOLITHE SUPRAMIOCÈNE

La Gompholithe pralinée du Locle, parfois très dure, est parfaitement définie, et bien qu'elle puisse apparaître en plusieurs bancs dans les Marnes rouges, elle ne fait pas partie de la Gompholithe proprement dite ou supramiocène. M. Favre a signalé à La Chaux-de-Fonds une alternance de conglomérats et de marnes rouges qui appartient en partie à ce niveau, mais dont la partie supérieure seule est la Gompholithe supramiocène, telle qu'elle est connue au pied S. de la chaîne du Pouillerel aux Eplatures et au Locle, dans le profil de la nouvelle route des Monts (couche n° 11 de M. Favre, Thèse, p. 408-409). On voit bien ici la position de la Gompholithe au-dessous de l'Œningien, bien que la série soit inverse. En outre le profil de la Combe-Bichon Favre, Thèse, p. 410, fig. 10 et mon Cliché 1) fait voir) que la Gompholithe passe insensiblement aux Marno-calcaires lacustres œningiens. Elle est en tout cas supérieure aux Marnes rouges, et non pas l'inverse, comme le dessine M. Favre. Quant à son rôle orographique et à sa constitution stratigraphique, on ne peut pas mieux les étudier qu'au pied S. du Pouillerel, dans une ballastière au N.-E. du Temple des Eplatures, et de « Carouge », où j'ai




**Cliché 3.** — *Coupes de la Gompholithe supramiocène aux Eplatures et à La Chaux-de-Fonds.*

relevé en 1910, en compagnie de MM. J. Favre et Alb. Heim le profil de mon Cliché 3.

La Gompholithe supramiocène du Locle et de La Chaux-de-Fonds est le quatrième niveau de conglomérats de cette région. Je la considère comme du Miocène supérieur et comme la base de l'Œningien. Ses galets, généralement moins arrondis que ceux des conglomérats précédents, plus inégaux, avec de gros blocs de 1/4 et 1/3 $m^3$, à ciment crayeux, sont surtout du Malm le plus supérieur. On n'y voit pour ainsi dire plus de galets de roches infracrétaciques. On ne saurait mieux entrevoir la dénudation progressive de la côte jurassienne de la mer molassique, puisque les étages mis successivement à découvert se présentent dans l'ordre inverse de la stratigraphie dans les galets des sédiments miocènes. Mais je ne pense pas que ces rivages présentassent un fort relief, en tout cas pas une forte discordance avec le Miocène. Ces premières ablations se sont produites sur une côte inégale, plate et peu soulevée. On remarque dans tous les profils une concordance parfaite entre le Miocène et les étages jurassiques. La surface d'érosion prémiocène est elle-même souvent parallèle aux bancs jurassiques (Cliché 3). Je suis ici en désaccord avec M. Favre qui admet un fort soulèvement de la chaîne du Pouillerel et même d'autres chaînes du Jura avant le dépôt des Marnes rouges et un détroit très resserré de la nappe d'eau qui a déposé cette dernière (Thèse, p. 414 f. 14-15). M. Favre dessine lui-même au Droit (Thèse, f. 9-11) et à l'Envers (Thèse, f. 8) des coupes où tous les étages, y compris les Marnes rouges, sont parfaitement concordants et renversés. Comment les Marnes rouges auraient-elles pu prendre cette position, si elles avaient été déposées sur un substratum incliné à plus de 50°, comme le montre son schéma (Thèse, f. 14) ? Ce schéma ne saurait se rapporter au pied de la chaîne du Pouillerel dessiné dans les profils 9 à 11, où les Marnes rouges sont verticales comme le Jurassique, ou même renversées avec lui. Ces profils montrent bien que le pied du Pouillerel, pas plus que celui de la chaîne de l'Envers n'était relevé quand eut lieu le dépôt des Marnes rouges et des

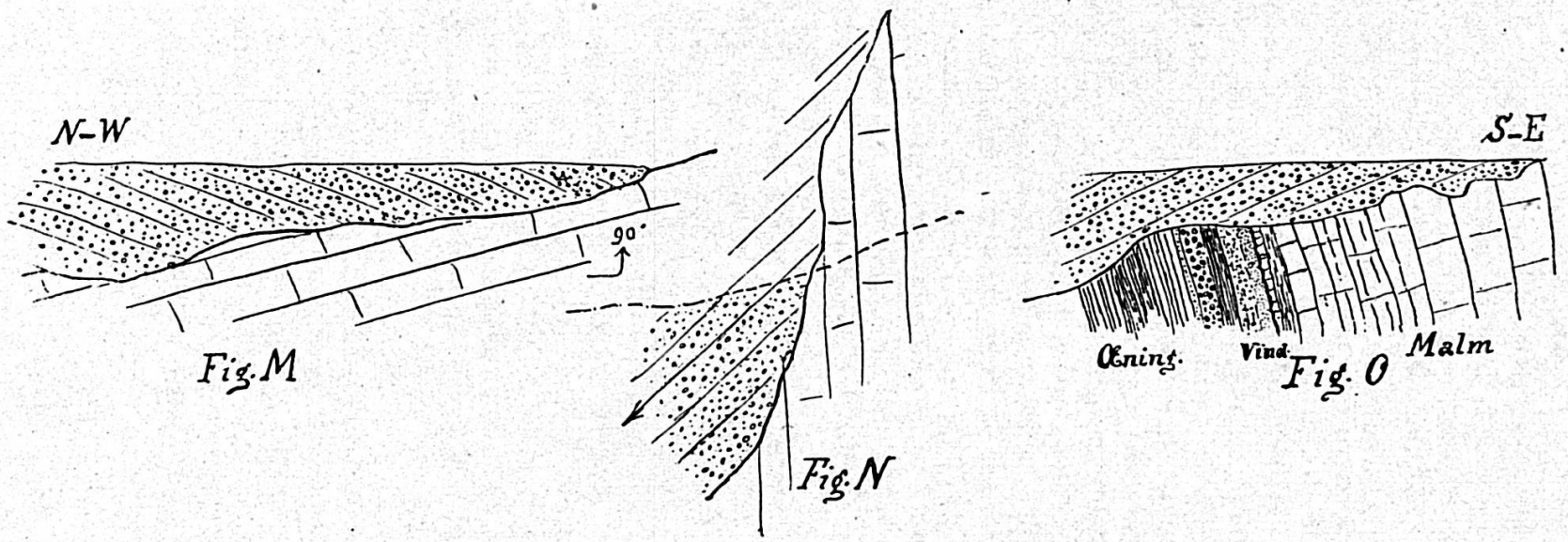
couches qui restent concordantes avec elles. La Gompholithe de la Combe-Bichon et celle du Bois-Jean-Droz, qui sont visiblement discordantes sur le Jurassique, etc., doivent être envisagées et expliquées à part.

Si les Marnes rouges du Locle avaient été déposées dans un détroit très resserré, comment en serait-il autrement de l'Œningien ? Ne devrait-on pas alors en admettre autant pour les Marnes rouges des Brenets, pour celles de Tramelan, pour Vermes, etc. ? qui occupent, avec l'Œningien et le reste du Tertiaire, le fond de synclinaux situés plus au Nord et sans aucune discordance avec le Jurassique. Nous serions alors de nouveau ramenés aux petits bassins tertiaires du Jura, qu'on admettait du temps de L. de Buch et d'A. de Montmollin, voire même pour les terrains crétaciques (Mém. soc. sc. nat. Neuch., t. 1, 1835, Crét. Jura, p. 64, pl. 1) Je me suis déjà exprimé sur ce sujet (Arch. Genève, 3e pér., t. 27, 1892, p. 349 et s.) en constatant les caractères uniformes et le redressement de l'Œningien, en conformité parfaite avec le Jurassique, dans les vallons du Locle, de Tramelan, de St-Imier, de Tavannes, de Sornetan, et de Vermes.

Il y avait à l'origine une nappe œningienne, avec des différences locales et des sinuosités littorales sans doute, mais d'une extension générale sur tout le Jura central, qui subit le plissement après le retrait des eaux miocènes seulement. Il y a des discordances locales de stratification entre plusieurs groupes de terrains tertiaires, comme aussi entre le Jurassique ou entre le Crétacique et le Tertiaire, mais elles sont très faibles, elles se rapportent plutôt à des surfaces d'érosion très peu inclinées ou à des falaises locales d'érosion dans des couches à peu près horizontales, et pas du tout au plissement du Jura ni à l'ébauche de quelques uns de ses chainons.

Pour les préciser, il faut donc mieux distinguer qu'on ne l'a fait jusqu'ici les différents dépôts de conglomérats tertiaires. Puis il faut faire la part des Brèches quaternaires, comme nous allons voir.

Gressly et Desor ne distinguaient dans les environs du Locle qu'une seule Gompholithe, qu'ils rapportaient au




**Cliché 4.** — *Gompholithe postmiocène du Bois-Jean-Droz*

« Tongrien » en même temps que le gisement fossilifère des Brenets, c'est-à-dire qu'ils l'assimilaient à la Gompholithe d'Ajoie ou au Stampien du Jura septentrional. Nous avons vu ci-dessus que cette détermination est erronnée, autant pour les différents niveaux de conglomérats que pour le gisement fossilifère des Brenets. Il n'y a pas de dépôts oligocènes dans les environs du Locle et de La Chaux-de-Fonds. Jaccard considère de même la Gompholithe proprement dite du Locle comme oligocène (alors miocène inférieur). Il dit expressément (Suppl. Descr. géol. Jura vaudois et neuch., *Matér.*, 7e livr., 1870, p. 15) : « Le Nagelfluh jurassique que nous avons considéré comme l'équivalent terrestre du Tongrien. » De même que Desor et Gressly, il admettait des relations fluviatiles avec le Stampien du Jura bernois.

Il y a donc, sans compter les conglomérats oligocènes du Jura bernois, ni ceux du pied du Jura qui atteignent le vallon de Noirvaux p. Ste-Croix, au moins quatre conglomérats miocènes dans le Haut-Jura. La contrée était probablement demeurée terre ferme depuis l'Eocène (Sidérolithique) jusqu'à la transgression de la mer molassique sur cette région. Les poches hauteriviennes et albiennes étaient déjà formées depuis les temps éocènes. Puis à l'arrivée de la mer vindobonienne l'ablation du Crétacique et des poches sidérolithiques commença, découvrant des terrains de plus en plus profonds, de manière à donner aux galets du Malm la prépondérance dans la Gompholithe proprement dite.

Le faits sont donc en résumé les suivants :

1. Conglomérats vindoboniens inférieurs et moyens — galets et fossiles albiens en prépondérance, silex hauteriviens nombreux.
2. Conglomérats et Brèches des Marnes rouges (Vindobonien supérieur) — blocs et fragments de roches infracrétaciques (hauteriviens et valanginiens) en prépondérance.
3. Conglomérat praliné — roches infracrétaciques et Malm supérieur mélangés.

4. Gompholithe proprement dite ou supramiocène — fragments et blocs du Malm supérieur peu roulés, presque exclusivement.

CONGLOMÉRATS ŒNINGIENS DE TRAMELAN

La Gompholithe proprement dite du Locle passe insensiblement aux Calcaires lacustres œningiens, comme on le voit bien dans le profil de la Combe-Bichon (Cliché 1, couches 4'). Cela explique que localement ce conglomérat se relie par des alternances répétées aux conglomérats n° 2 et n° 3, ainsi que nous l'avons admis dans la légende de la Carte géologique Locle-Chaux-de-Fonds, mais dans la plupart des cas, on peut bien distinguer les différents niveaux ci-dessus. Le n° 1 est en outre caractérisé par la présence de galets vindéliciens (et vosgiens ?). C'est bien ce dernier qu'on retrouve, en un développement beaucoup plus considérable qu'au Locle, dans la colline de Rainson entre Courtelary et Cortébert, à Tramelan, à Sorvilier, etc. Puis la Gompholithe propr. dite du Locle se retrouve aussi dans le Jura bernois.

On trouve à Tramelan une Brèche à fragments peu roulés de calcaires jurassiques du Malm supérieur, à peine cimentés, de laquelle sourd la belle source de la Volant au bas du village de Tramelan-Dessus.

On vient de traverser ces Brèches dans les petites tranchées du Régional Tramelan-Noirmont, en sortant du village de Tramelan-Dessus, où je les ai étudiées tout dernièrement. Elles ont une aussi forte épaisseur qu'au Locle et alternent avec des lits ou lentilles de Marnes rouges. Elles paraissent reposer en concordance sur le Salinien (Virgulien) et sont inclinées assez régulièrement de 60 à 70° vers le S.-E. Les éléments sont généralement assez ténus, mais il y a des blocs céphalaires ou plus grands encore, en petit nombre. Les roches sont surtout saliniennes et elsgoviennes, avec des fragments de calcaires noirs ou brun-rouge en assez petit nombre. L'Oolithe milaire salinienne ou bononienne qui affleure au pied de l'Envers, et se retrouve dans le village des Brenets, est aussi représentée. Mais je

n'ai pas vu de roches plus profondes que l'Elsgovien. Les Marnes rouges sont sans fossiles, d'une couleur vive, qui pourrait faire croire au remaniement du Sidérolithique. Mais je n'ai pas vu de grains de linomite. Plus près du village, les bancs de Brèches sont localement presque verticaux et présentent le phénomène de lamination glaciaire suivant la pente du terrain. Le plus souvent le ciment de ces Brèches est argileux, parfois crayeux, mais je n'ai nulle part pu découvrir le moindre fossile.

Par contre au pied du versant de l'Envers, à l'extrémité S.-E. du village de Tramelan-Dessus, on voit depuis longtemps dans une groisière, des bancs de Gompholithe parfois bien cimentée, à éléments assez bien arrondis, généralement nuciformes, rarement ovaires ou plus grands, dont les éléments sont du Malm supérieur, jusqu'à l'Oolithe blanche séquanienne et beaucoup de calcaires noirs elsgoviens. Le ciment renferme des moules de fossiles œningiens découverts ces dernières années encore, à la suite de nouvelles recherches. Voir mon premier Suppl., p. 159-160, sous la détermination de Brèches préglaciaires et Cailloutis ; puis mon 2e Suppl., p. 137, p. 139 et le *Neues Jahrb. für Min.*, 1897, Bd. 1, S. 212-216.

Cette Brèche et cette Gompholithe de Tramelan sont sûrement miocènes, en partie œningiennes, et occupent la partie inférieure des couches lacustres œningiennes de Tramelan. Dans le ciment crayeux blanc de la Gompholithe, j'ai trouvé autrefois avec M. Oscar Rossel les Hélices œningiennes de Tramelan, et dernièrement encore *Planorbis æquiumbilicatus* Hilg. Elles sont probablement reliées l'une à l'autre, mais on peut distinguer comme au Locle, une partie vindobonienne en alternance avec les Marnes rouges et une Gompholithe œningienne qui doit passer latéralement aux Marnes et Marno-calcaires œningiens de la partie centrale du vallon de Tramelan.

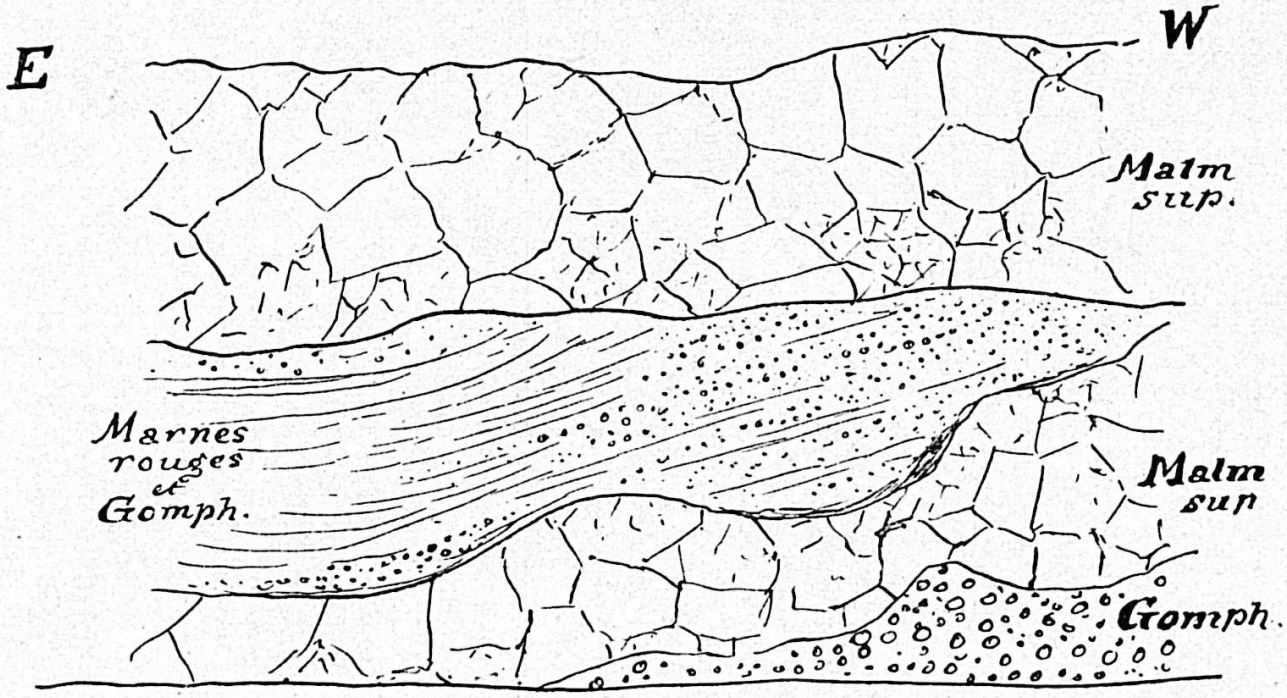
### Blocages et Brèches de dislocation

C'est seulement après le dépôt de tout l'Œningien que fut effectué le plissement du Jura. Ce fait ressort claire-

ment de tous les profils un peu étendus, même des régions du Jura qui sont fortement disloquées. Tout le pied S. du Pouillerel, sauf les superpositions singulières de la Combe-du-Stand et de la Combe-Bichon montrent clairement le redressement jusqu'au renversement de la Gompholithe du Locle en parfaite concordance avec le Jurassique. Mais il y a les zones et les Brèches de dislocation. M. Favre en a donné des profils et des détails qui concordent parfaitement avec mes propres observations. Pétrographiquement et stratigraphiquement il n'est pas toujours facile de les distinguer des Conglomérats miocènes, d'autant moins que les Marnes rouges s'y trouvent très fréquemment mélangées, comme étant affectées par la zone de dislocation des brèches. On peut dire qu'ici les éléments sont plus irréguliers encore, comme taille et comme mélange, que dans les conglomérats stratifiés.

Le nom de « *Blocages* » proposé, je crois, par M. Schardt, caractérise bien cette masse d'origine tectonique, où les surfaces de friction, les éraillures et les miroirs de failles sont très nombreux et forts. A part les blocs hauteriviens et valanginiens, des paquets entiers ou disloqués de roches dubisiennes ( « purbeckiennes ») y sont particulièrement abondants, comme on pouvait le voir dans les coupes ou tranchées de la gare de La Chaux-de-Fonds. (Favre, Thèse, p. 461, fig. 35 ; *Bull. soc. neuch. sc. nat.*, t. 36, 1910, p. 70, n° 11-14, schématisés ; t. 28, 1900, p. 84, couches k). Je crois qu'ils existent aussi dans la région des Monts-du-Locle, dans la zone de friction que recouvrent les Marnes rouges avec leurs blocs inclus. Les accidents de nature fort différente peuvent parfois se rencontrer en contact les uns avec les autres. Les Conglomérats tertiaires sont peut-être sur ce point, comme à La Chaux-de-Fonds, compris eux-mêmes, en partie du moins, dans des zones de dislocation. On comprend donc que les Blocages puissent être d'origine et de composition fort hétéroclites.

C'est dans le pied N. très-chevauché de la chaîne du Pouillerel, au Châtelard et ailleurs dans les environs des Brenets, que les Brèches de dislocation prennent le plus




**Cliché 5.** — *Brèches de dislocation dans la Groisière des Brenets,* 23 sept. 1910.

d'importance, à tel point que de nombreuses collines en sont essentiellement formées. Voyez le monogramme Br sur la Carte géol. Locle-Chaux-de-Fonds. On voit bien la composition de ces amas tectoniques dans une groisière de la route des Brenets au Châtelard (vieille route du Locle), où j'ai pris et discuté en 1910, avec MM. Alb. Heim et J. Favre, la coupe suivante (Cliché 5).

Après quelques hésitations, occasionnées par la ressemblance imparfaite avec les Brèches n° 2, nous sommes finalement tombés d'accord pour attribuer une origine tectonique ou de dislocation à cet enchevêtrement de blocs de Malm, de Hils, de matériaux sidérolithiques et de Marnes rouges. Suivant les points, la composition de ces amas s'explique par leur position sous les crêts du Malm et du Hils chevauchés et disloqués.

### Gompholithe postmiocène

Il me reste à parler d'un conglomérat représenté surtout à la Combe-du-Stand, à la Combe-Bichon et au Bois-Jean-Droz, au sujet duquel nous avons beaucoup discuté pour l'établissement de la légende de la Carte géologique Locle-Chaux-de-Fonds. J'ai fini malheureusement par accepter les raisons de MM. Favre et Alb. Heim pour le réunir à la Gompholithe supramiocène du Locle, ainsi qu'on le voit sur notre carte. Ce qui m'a momentanément convaincu, c'est la composition pétrographique de cette dernière Gompholithe qui ne diffère aucunement de celle de la Gompholithe postmiocène, ainsi que l'a fait voir M. Favre, (Thèse p. 404-407). Mon argument principal pour distinguer à part cette Gompholithe du Bois-Jean-Droz et de la région supérieure de la Combe-du-Stand et de la Combe-Bichon (Monts-Orientaux), c'est le fait qu'elle est posée en discordance sur le Jurassique redressé, tandis que la Gompholithe supramiocène est parfaitement concordante sur le Jurassique supérieur (Cliché 3).

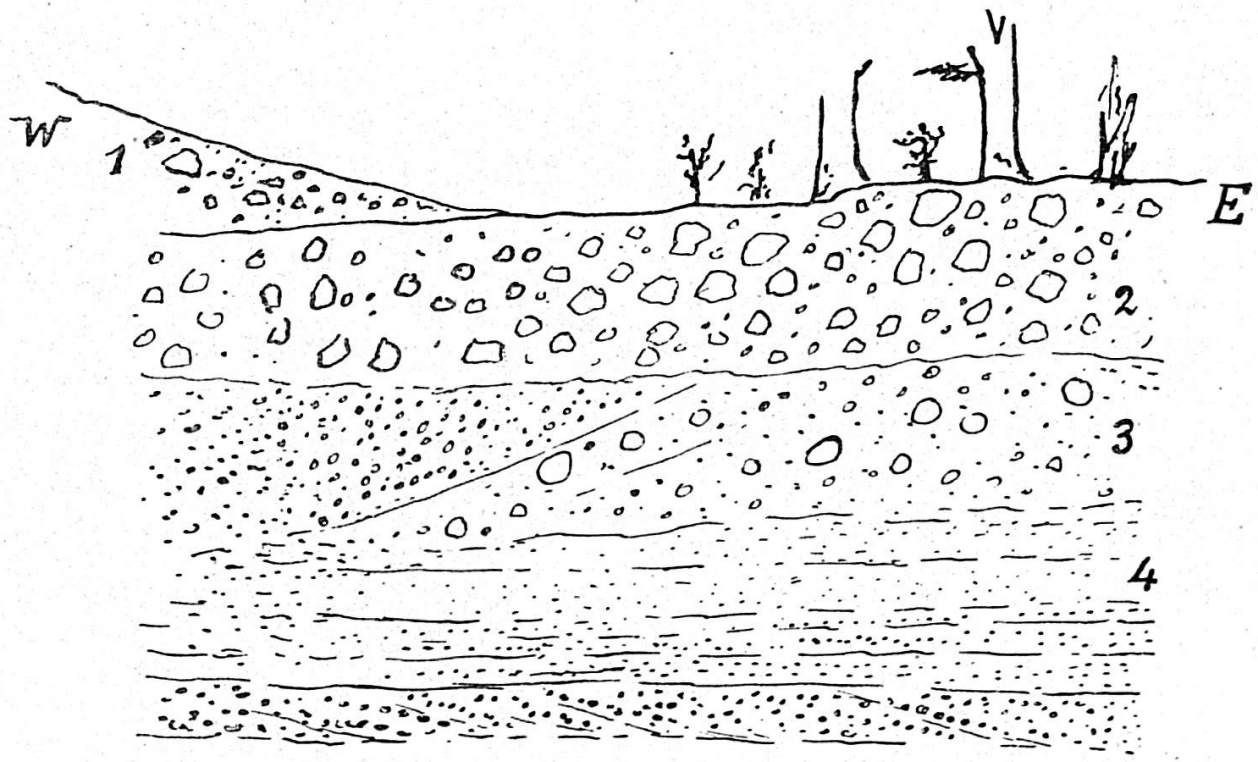
Cet argument n'ayant pas convaincu mes collègues, je cherchai à mon tour à m'expliquer cette discordance par une stratification torrentielle de cette Gompholithe sur le Juras-

sique localement érodé, mais non redressé, ainsi que l'admet de son côté M. Favre. On arrive à expliquer l'inclinaison vers la montagne des dépôts de la Gompholithe de la Combe-Bichon, comme on peut s'en rendre compte par les fig. A et B de mon Cliché 2.

Avec un substratum déjà érodé suivant une sorte de canal local, on arrive, après redressement à 90° de ce substratum, à une accumulation des matériaux de la Gompholithe suivant des plans de glissement qui correspondent à sa statification torrentielle primitivement inclinée en sens inverse. De cette manière il se produit non seulement la discordance avec inclinaison contre la montagne, mais encore les stries de glissement, cailloux striés, etc., auxquels M. Heim pensait devoir reconnaître l'âge miocène du gisement.

Quand j'eus imaginé cette explication (janv. 1911), je pus me rallier à l'opinion de mes confrères et je n'admis plus au Locle l'existence d'un cinquième conglomérat d'âge postmiocène, soit pliocène, soit quaternaire ancien. La carte fut alors publiée. Mais quand on veut appliquer le même mécanisme à la Gompholithe du Bois-Jean-Droz, dont la stratification est aussi dirigée N.-W. en supposant le même dépôt torrentiel venant de la côte N.-W., on reconnaît bien vite l'insuffisance de l'explication. On n'obtiendrait jamais de cette manière la large transgression de cette Gompholithe sur le Jurassique supérieur redressé à la verticale, ou même renversé (Cliché 4, fig. O). On arriverait tout au plus à un amas resserré et entassé au pied de la chaîne de l'Envers (Fig, W.). Un delta à stratification torrentielle, venant de la région supposée terre ferme au S.-E. du dépôt, ne produirait pas non plus les dispositions actuelles du terrain après redressement du substratum à la verticale.

Le fait principal qui ressort très bien de notre carte, c'est que la Gompholithe du Bois-Jean-Droz transgresse ou déborde de deux côtés à la fois, pour recouvrir en discordance les terrains qui la renferment, la mince bande de l'Œningien inférieur et des marnes rouges, de manière à produire, vue depuis l'W., la disposition du Cliché 2, Fig. C. Cette zone de Gompholithe transgressive atteint




**Cliché 6.** — *Dépôts fluvioglaciaires et morainiques de la Sablière de Pierre-Pertuis*, 18 mai 1907.

Légende : 1. Eboulis postglaciaires. — 2. Glaciaire morainique Jurassien. Néoglaciaire ou Wurmien. — 3. Morainique à blocs et cailloux jurassiens et alpins (roches pennines), quelques-uns striés, inclus dans une boue glaciaire morainique. — 4. Sables fluvio-glaciaires. — Hauteur totale de l'affleurement 12 m.

250 m. de largeur, alors que tout près de là, la bande qui contient les Marnes rouges et les Gompholithes miocènes verticales n'a que 25 m. de largeur. Ces 250 m. de largeur de la Gompholithe transgressive à stratification torrentielle, correspondant à une épaisseur d'environ 100 m. pour ce dépôt, qui est donc de plus de quatre fois plus puissant que les marnes rouges et les Gompholithes qu'elle renferme. Cette épaisseur beaucoup plus considérable, cette stratification torrentielle et cette discordance sur le Malm, le Hils et le Tertiaire lui-même tout entier (Cliché 1 et Cliché 4, Fig. O) empêchent de voir dans la Gompholithe du Bois-Jean-Droz un dépôt tertiaire formé avant le plissement du Jura. Il est clair qu'il repose sur une surface d'érosion sur l'Œningien plusieurs fois plissé (Combe-Girard) sur le Miocène moyen, le Hils, le Malm supérieur redressés ou même renversés, c'est-à-dire correspondant déjà à l'arasement du synclical Locle-Chaux-de-Fonds dans sa forme actuelle ou à peu près. En examinant la carte, on s'aperçoit aussi que la Gompholithe du Bois-Jean-Droz et celle des Monts-Orientaux sont situées sur une seule et même bande, qui doit avoir formé à l'origine, avant les érosions des environs du Locle, un recouvrement du synclinal tertiaire, ainsi que le représente mon profil de 1910 (Cliché 1). Il m'est, en toute connaissancee de cause, de plus en plus impossible de *faire rentrer ce dépôt horizontal dans la série des couches miocènes verticales, ni d'y avoir autre chose qu'un dépôt torrentiel, probablement quaternaire ancien, formé après le plissement du Jura* et les premières érosions qui ont affecté l'Œningien du Haut-Jura.

Les flancs jurassiques des chaînes encaissantes, voire même la Gompholithe supramiocène du Locle et des Eplatures (Carouge) ont pu produire le dépôt en question, de manière à lui conserver les caractères pétrographiques de la Gompholithe proprement dite ou miocène supérieure. Ce n'est que plus tard que les chaînes jurassiennes ont été érodées jusqu'à l'Argovien et l'Oolitique, de sorte que le manque d'éléments de roches plus anciennes que le Malm supérieur s'explique tout naturellement dans ce dépôt, tout aussi bien que dans le Miocène supérieur. Il est impossible

d'intercaler cette nappe discordante dans la bande de l'Œningien inférieur de la carte, parce qu'elle la déborde par en haut et par en bas, et qu'elle s'étale sur une surfaee d'érosion qui coupe horizontalement, c'est-à-dire perpendiculairement l'Œningien tout entier aussi bien que les autres étages tertiaires, l'Infracrétacique et le Malm supérieur. La stratification diagonale ou torrentielle du dépôt, qui est la même au Bois-Jean-Droz et à la Combe-Bichon, indique un delta lacustre progressant du N.-E. vers le S.-W., c'est-à-dire depuis La Chaux-de-Fonds vers Le Locle. Par contre un delta tertiaire local dans la mer miocène, progressant du N.-W. vers le S.-W., le seul cas possible du reste, n'aurait pu produire une stratification torrentielle inclinée au N.-W. que s'il eût été redressé de 90° avec le substratum. (Cliché 4, Fig. M. et N.) Mais alors la Gompholithe pourrait à peine déborder le Jurassique supérieur vers le S.-E., (Fig. N) ni surtout s'étendre par dessus l'Œningien qui devait ultérieurement se déposer par-dessus la Gompholithe (Fig. O et Cliché 1). Ces raisons nous obligent à admettre l'existence d'une Gompholithe postmiocène recouvrant en discordance tout le synclical et ses accidents tectoniques entre Le Locle et La Chaux-de-Fonds. Ce cinquième conglomérat local de la vallée a donc été formé après le plissement du Jura, et après les premières érosions qui ont affecté le synclinal, surtout son flanc sud ; quand au flanc N. où la Gompholithe supramiocène est très développée (Carouge) et doit s'être étendue davantage vers le N. qu'aujourd'hui, il peut avoir fourni les nombreux matériaux de la Gompholithe supramiocène pour en former la Gompholithe postmiocène, après que l'Œningien eut été nivelé. Du reste l'érosion des premiers plis de la contrée a dû fournir les mêmes matériaux au conglomérat postmiocène qu'à celui du Miocène supérieur.

La surface d'érosion sur laquelle repose la Gompholithe postmiocène représente l'époque qu'a employée l'érosion pour niveler l'Œningien, et localement aussi le Miocène entier, le Hils et le Malm supérieur. Plus tard, les érosions quaternaires plus récentes ont amené dans les moraines jurassiennes des roches plus profondes du Malm et celles

du Dogger. Il est probable qu'une étude prolongée dans de meilleurs et de plus nombreux affleurements, puisse découvrir dans les éléments de la Gompholithe postmiocène quelque différence avec ceux de la Gompholithe supramiocène, par exemple une plus grande rareté des galets infracrétaciques et l'apparition de roches plus profondes que le Salinien dans la Gompholithe postmiocène. Mais il ne faudrait pourtant pas y admettre comme nécessaire la présence de galets de l'Argovien, ni même ceux du Séquanien, puisque l'érosion ne pouvait pas avoir atteint ces étages du Malm avant d'avoir enlevé préalablement la couverture miocène des anticlinaux. Après cela il faut reconnaître que les conditions pour la composition d'un conglomérat local étaient sensiblement les mêmes que durant le Miocène supérieur. Peut-être trouvera-t-on d'autres différences que celles que j'ai discutée ici en détail dans le but de convaincre mes confrères et de provoquer de nouvelles recherches. La question des Gompholithes du Locle n'est pas complètement élucidée par la publication de notre carte.

### Quarternaire. Moraines et Alluvions wurmiennes ou néoglaciaires

La Gompholithe postmiocène du Locle et de La Chaux-de-Fonds est antérieure à l'arrivée des anciens glaciers alpins, parce qu'il n'y a pas trace de roches alpines dans ses matériaux constitutifs. Ces derniers n'ont du reste rien de moranique et sont stratifiés sous l'eau. Mais il est probable que l'arrivée des glaciers transforma l'aspect de la contrée en la soumettant à un tout autre régime d'érosion. J'ai admis à plusieurs reprises l'érosion glaciaire dans le Jura. En 1890, (Schweiz-Zeitschr. f. d . Forstwesen, 1890 sept. 2, S. 108) j'ai écrit : « Le plateau des Franches-Montagnes a subi des ablations formidables, une usure superficielle totale qui ne peut être attribuée à d'autres agents qu'aux anciens glaciers, qui, venant des Alpes, recouvraient presque tout le Jura d'une vaste nappe de glaces mouvantes, emprisonnant des blocs de pierre agissant sur le sol comme une vaste râpe, pour en façonner le relief actuel ». Cela se rapporte surtout à la glaciation rissienne

ou mésoglaciaire. Voici maintenant l'action des glaciers locaux néoglaciaires ou wurmiens (1er suppl. 1893, p. 178-179, p. 250, p. 278) : « A la fin des temps quartenaires, les montagnes du Jura avaient leurs arètes et leurs voussures garnies de névés, leurs flancs de glaciers plus ou moins continus, rabotant les aspérités qu'ils pouvaient rencontrer, pour en accumuler les débris dans les vallons..... On voit par exemple sur le flanc des montagnes (Sonnenberg) les têtes de couches kimméridiennes et portlandiennes arrachées de leur position normale et retournées ou renversées dans le Diluvium. Nous attribuons encore à ce rabotage des glaciers le renversement de couches entières sur une assez grande largeur, pourvu qu'elles reposent normalement sur de la marne, et qu'elles aient pu faire saillie sur le flanc de la montagne (collines valangiennes entre Sonvillier et St-Imier, calcaires virguliens de de la route de Mont-Crosin, etc.)..... Nous ne voudrions cependant pas attribuer aux anciens glaciers un rôle prépondérant dans l'érosion des montagnes, c'est simplement un facteur à mettre en ligne de compte pour expliquer certains détails dans le façonnement du relief..... La masse mouvante des glaces quartenaires... adoucit les saillies et remplit de débris les dépressions... Elles ont accumulé les matériaux qui constituent le sol arable ».

On ne connaît actuellement dans le Jura rien qui appartienne sûrement aux glaciations de la Günz et de la Mindel. Il est même encore incertain si l'extension maximale des glaciers alpins (notre mésoglaciaire) correspond à la période de la Riss ou à une phase maximale de la dernière période glaciaire, celle de la Würm. Voir Ed Blösch, Die grosse Eiszeit in der Nordschweiz, *Beiträge z. geol Karte d. Schweiz*, neue Folge, Lief. 31, II. On avait même considéré les blocs épars du Haut-Jura et du Jura français voisin comme appartenant à l'un ou à l'autre Deckenschotter (2e Suppl. p. 139). Mais cette opinion doit être abandonnée. Dans l'étude locale des terrains quartenaires, il faut passer par beaucoup d'alternatives et des vues provisoires, faute de preuves irréfutables. Les aperçus qu'on

croyait être bien fondés se modifient dans ce domaine plus rapidement que dans tout autre branche de la science.

Nous ne pouvons pas distinguer aujourd'hui plus de deux sortes de moraines dans le Jura, dont les plus jeunes correspondent à la grande moraine terminale de Wangen (492 m.), qui s'élève insensiblement depuis là, le long du Jura, jusqu'à 1100 m. sur le flanc S. du Chasseral, et jusqu'à 1400 m. au Chasseron. Les blocs erratiques et les moraines qui dépassent cette ligne et pénètrent plus au N. à travers et dans l'intérieur de la chaîne du Jura, doivent être considérés comme plus anciens. C'était déjà le point de vue de L. Du Pasquier en 1892 (Limites de l'ancien glacier du Rhône le long du Jura, *Bull. Soc. neuch sc. nat.*, 11 févr. 1892). Cette base subsiste. La glaciation wurmienne ou néoglaciaire correspond, de l'avis général des glacialistes, à cette extension du glacier du Rhône jusqu'à Wangen s. A.

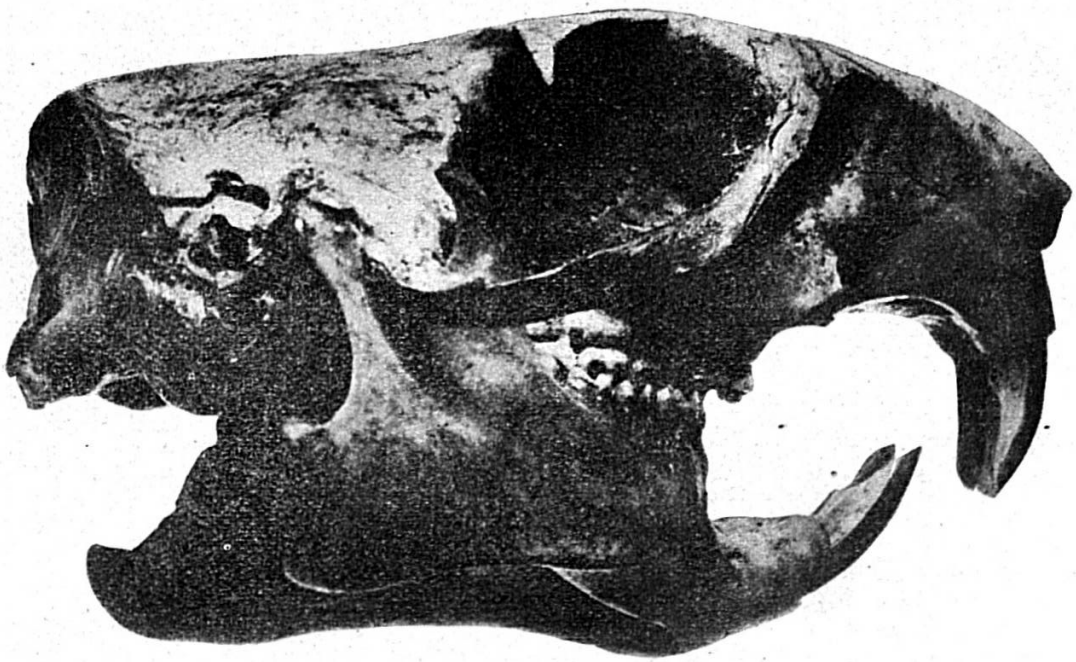
Cette glaciation ne peut avoir, dans le Haut-Jura, que des moraines locales ou jurassiennes (néoglaciaires), comme celles des Champs-Meusel p. St-Imier, de la Charbonnière près Renan, du Creux aux Convers, de Montlézi p. Couvet, des Bayards, etc. De même les moraines du Jura français jusqu'à la source du Lizon, les moraines d'Arc-sous-Montenot, avec stries glaciaires orientées vers Salins, venant de Pontarlier, etc. En relations avec ces moraines, il y a des terrasses et des dépôts lacustres qui s'élèvent jusqu'à 30 m. au-dessus du thalweg de la vallée actuelle du Doubs (Goumois, Biaufond, Morteau, Pontarlier, Mouthe). Ainsi les « Alluvions anciennes » (1er Suppl., p. 166 et suiv., 2e Supp., 1898, p. 143 et suiv.), rapportées à tort au Mésoglaciaire, sont reconnues maintenant pour être la basse terrasse du Néoglaciaire. Voir F. Machacek, Schweizer Jura, *Petermanns Mitteil.*, 1905, S. 81.

Ce sont ces alluvions néoglaciaires ou même postglaciaires qui ont livré des squelettes complets d'*Arctomys Bobac* Schrb., la Marmotte des steppes ou de Pologne (*Bobak* en polonais, *Sourok* en russe), dans une sablière, à quelque dizaine de mètres au-dessus, à l'Est et tout près de la source du Doubs à Mouthe et dans la ville même de

Pontarlier. M. H. Cordier, Directeur des écoles publiques de Pontarlier, autrefois instituteur à Mouthe, m'a généreusement remis de nombreux débris de cette intéressante espèce aujourd'hui inconnue dans l'Europe occidentale. Je ne saurais assez l'en remercier. (Voir les Clichés n^os 7 ). Les restes de Marmottes trouvés dans les moraines de Berne et de Lausanne appartiennent à la Marmotte des Alpes (*Arctomys marmota L.*) dont l'âge doit correspondre à l'une ou à l'autre phase deretrait des glaciers alpins.

J'ai déjà expliqué ailleurs (*Archives de Genève*, oct. 1901) qu'il est difficile de se faire une juste idée de l'accumulation des matériaux de la terrasse néoglaciaire de la vallée du Doubs, sans l'admission de lacs barrés par les moraines jurassiennes. Ces alluvions sont donc évidemment plus récentes que l'extension générale des glaciers jurassiens, en d'autres termes, elles sont postglaciaires. Elles ont été ultérieurement à leur dépôt, érodées sur une profondeur de plus de 30 m. dans la vallée du Doubs (Goumois, etc.).

Je pense qu'il faut leur rapporter les galets de Malm observés par M. Favre sur les Monts du Locle, au N. des Eroges, et ceux de la Cibourg, marqués **c** ou cailloutis sur notre carte. Tout cela doit être la même formation que le fluvio-glaciaire (**gf**) de notre carte, comme il existe dans le vallon de la Chaux-du-Milieu (Porte-des-Chaux), avec des fossiles hauteriviens remaniés. Voici ceux que j'ai rencontrés dans la balastière de la Porte-des-Chaux, le 26 sept. 1903 : *Leopoldia Leopoldina* d'Orb. (Am.), *Nautilus Neocomiensis* d'Orb., *Ostrea (Exogyra) Couloni* Defr., *Serpula heliciformis* Goldf., *Terebratula acuta* Qu., *Rhynchonella multiformis* Rœm. La légende indique par erreur une superposition des moraines alpines et jurassiennes sur ces alluvions wurmiennes. C'est le contraire qu'il faut admettre. Par contre, la masse principale du Lehm (**L**), avec ses fragments et ses blocs de roches pennines, est mésoglaciaire, probablement rissienne. M. Favre (Thèse, p. 422-423) a assimilé les galets jurassiens des Eroges à nos Cailloutis, sables quartzeux et argiles plastiques multicolores dont l'âge pliocène ou plus ancien est encore problématique. Il faudra encore établir des différences.



**Cliché 7.** — *Crâne d'*ARCTOMYS BOBUC *Schrb., la Marmotte des steppes, des Alluvions anciennes du Doubs à Mouthe*, don de M. Cordier, Dir. à Pontarlier, août 1909. Grandeur naturelle.

*Cliché H. Sattler chim., Zurich sept. 1912.* *Reproduction zincographique Atar Genève.*

L'âge néoglaciaire des galets des Eroges rajeunit considérablement le relief des collines du Locle, découpées dans l'Œningien et de même l'érosion des combes et des cluses du Jura dans leurs formes actuelles. Les éboulis qui les remplissent par places n'ont plus été inquiétés par l'érosion depuis cette époque. Par contre, les moraines jurassiennes qui furent formées avant la terrasse néoglaciaire, durant le recouvrement du Haut-Jura par les glaces wurmiennes, n'ont pas conservé leurs formes ni leurs relations primitives, il n'en reste que des lambeaux plus ou moins isolés.

Tel est le cas des moraines du Crozot bien décrites par M. Favre et de la Suissette près la Porte-des-Chaux. Voici ce que j'ai observé en ce point à la date du 25 sept. 1903.

Au N. de la Porte-des-Chaux, la route cantonale coupe un mammelon dans le Séquanien moyen, qui est recouvert par des moraines jurassiennes importantes. Polis glaciaires sur un banc d'Oolithe rousse, orientées vers le N.-W. M. Favre a fait voir que ces glaces jurassiennes se mouvaient depuis La Chaux-de-Fonds vers l'W et le S.-W., dans la direction de la Chaux-du-Milieu, puisqu'il a découvert au Crozot, à 1130 m. d'altitude, des galets d'Œningien siliceux fossilifère qui n'est connu que du Locle, à plus de 100 m. plus bas. J'ai de même trouvé au Chauffaud, au N.-W. du Locle, vers 1070 m., un petit bloc de Grès coquillier qui ne peut provenir que de la vallée de La Chaux-de-Fonds, vers 1000 m. d'altitude.

La direction des stries glaciaires observées par moi sous les moraines de la Suissette ne s'accorde pourtant pas avec la direction admise par M. Favre. Mais il est certain que les glaces quaternaires poussaient des matériaux morainiques à travers les synclinaux et les faisaient remonter sur les voussures et les plateaux érodés du Jura. J'ai déjà en 1893 (1er Suppl. p. 170-171) fourni des preuves de ce phénomène.

Tel fut sans doute aussi le cas des moraines du col de Pierre-Pertuis que j'ai attribuées au Néoglaciaire à partir de 1901, (*Archives de Genève*, 4e pér., t. 12). Comme il y a aussi des sables fluvio-glaciaires dans cette cluse morte, il est bon de fixer les relations de ces différents dépôts, ce que

j'ai pu obtenir en mai 1907 par suite des progrès de l'exploitation de la sablière située au N et au-dessus du portail S. du tunnel du chemin-de-fer. (Cliché 6).

On voit nettement la superposition des Moraines jurassiennes sur les sables fluvio-glaciaires, qui doivent être plus anciens, mais dont les éléments constitutifs sont cependant peu différents. Parmi les galets jurassiens, il y a quelques roches remarquables, par exemple du Séquanien rouge, analogue à celui de la région neuchâteloise et vaudoise du Jura, du Valanginien limoniteux, tel qu'il existe seulement dans les environs de St-Imier, etc. Ainsi les moraines jurassiennes ont amené de loin ces matériaux. Ce sont peut-être, comme les roches pennines, des matériaux d'une glaciation antérieure, qui sont devenus les compagnons des débris arrachés aux montagnes environnantes par les glaciers jurassiens.

### Moraines mésoglaciaires (rissiennes ?) et Lehm de décalcification

Les Sables fluvio-glaciaires de Pierre-Pertuis, avec leur stratification oblique ou diagonale, avec leur plongement vers la sortie de la cluse (vers le N.-E.), montrent bien que les glaciers jurassiens ont été précédés d'un cours d'eau qui ne peut être que la Suze tributaire de la Birse, alors que les gorges de Tournedos et de Reuchenette n'étaient pas libres ou pas encore assez profondes pour diriger vers la Thièle les eaux du Vallon de St-Imier. Ces alluvions doivent être antérieures à celles de la terrasse néoglaciaire, elles appartiennent peut-être à la période rissienne interglaciaire, après le retrait du grand glacier du Valais qui venait de recouvrir à peu près tout le Jura. Les Moraines mésoglaciaires (ou rissiennes, si elles sont bien de cette glaciation), sont effacées, décalcifiées, mais les roches pennines incluses dans le Lehm du Jura bernois, neuchâtelois, soleurois et argovien, au-delà de la moraine frontale de Wangen, et sur les plateaux français du Doubs jusqu'au Dessoubre, à la Loue (Ornans) et à Salins, montrent bien qu'il s'agit d'un recouvrement général du Jura par les glaces valaisannes.

J'ai déjà énuméré en 1893 les principaux blocs erratiques de cette région intramorainique mésoglaciaire; le bloc de Jobert, derrière l'arête du Chasseral, à 1300 m. est toujours le plus remarquable d'entre eux. M. le Dr B. Æberhardt (*Eclogae*, vol, 7, n° 3, févr. 1902, p. 199-202) a signalé en outre tous ceux qu'il a découverts depuis lors dans le vallon de St-Imier, puis M. J. Favre (Thèse, p. 424) a donné ceux du Haut-Jura neuchâtelois, d'où il appert que la protogine du Mont-Blanc, qu'on avait à tort considérée comme caractéristique des Moraines wurmiennes du pied du Jura (Wangen) se retrouve aussi, bien que plus rarement, dans les Moraines ou dans le Lehm mésoglaciaires.

Les accumulations de blocs mésoglaciaires, qu'on peut considérer comme résidus de moraines décomposées, doivent aussi être signalées. Sur ma carte des environs de St-Imier, Carte B, Terr. quat., j'ai marqué une de ces associations aux Eloies sur le Sonnenberg (Mont-Soleil), mais les blocs sont maintenant en partie exploités ou transportés dans les murs et les constructions. Un beau groupe se trouve dans la forêt de la Loge, au-dessus de la Halte-du-Creux, vers 1160 m. d'altitude. La construction de la ligne de Renan-Chaux-de-Fonds en 1887 a découvert en tranchée dans le Lehm à l'W. des Petites-Crosettes, un grand nombre de petits blocs de roches pennines qui ont été brisés et utilisés comme matériaux de ballast pour la ligne même. Dans le Lehm de la vallée du Locle et de La Chaux-de-Fonds, les fragments de roches pennines ne sont pas très rares. J'en ai même trouvé, en présence de mes collègues MM. Alb. Heim et J. Favre, dans le sol du cimetière de la Chaux-de-Fonds, en compagnie de galets séquaniens indigènes parfaitement striés. (Coll. Polyt. Zurich). Mais ils sont ici remaniés dans le Néoglaciaire jurassien. Par contre il y a des lambeaux d'un Lehm très-décalcifié, qui ne contient pas autre chose que des blocs de roches pennines, jusque dans sa plus grande profondeur, d'où ils ne paraissent pas avoir été dérangés. J'ai observé ce fait en 1890 (fragments de micaschistes) dans le Lehm d'une tranchée de la route à l'W. de Champoz sur Court, en un point où le glaciaire jurassien ne s'observe pas sur le Lehm.

Des trouvailles analogues pourront se faire encore un peu partout. Mais il arrive souvent que des amas de roches pennines sont mélangés de roches jurassiennes de telle sorte qu'il est difficile de dire si les blocs indigènes représentent la période wurmienne, ou s'ils font eux-mêmes partie des moraines mésoglaciaires. Tel est le cas des nombreux blocs et fragments de roches pennines du Bois-de-l'Envers sous la Tanc, entre Tavannes et Tramelan. On observe en ce point des Brèches jurassiennes parsemées de roches pennines, schistes chloriteux, micaschistes, etc., parfois en blocs de plusieurs pieds cubes. Bien que ces matériaux soient souvent cimentés, il s'agit peut-être de Brèches néoglaciaires jurassiennes qui ont inclus des roches pennines déposées primitivement dans la Mésoglaciaire de la montagne.

En 1889 j'ai observé également des blocs de micaschistes remaniés dans la boue néoglaciaire provenant de la trituration du Miocène moyen fossilifère à *Pecten scabriuscullus*, que recouvre directement la tourbe de la tourbière de la Chaux-d'Abel. Les nombreux fragments de roches valaisannes (quartzites, micaschistes, gabbro à scaussurite, etc.) que renferme la terre agraire des Recrettes (1080 m.) près des Brenets, les amas de blocs de roches pennines des Guinots, de l'autre côté du Doubs (vers 900 m.), sont certainement dans le même cas. Mais à l'origine, ils doivent avoir fait partie de moraines mésoglaciaires aujourd'hui décomposées qui ont été remaniées avec le Néoglaciaire jurassien et finalement transformées en terre agraire par décalcification prolongée jusqu'à ce jour.

Toutes les terres du Haut-Jura, même celles qui recouvrent les calcaires les plus purs ou les plus durs, proviennent de moraines profondes remaniées à plusieurs reprises et décalcifiées par les eaux atmosphériques. Elles manquent presque partout de calcaire, elles sont lourdes et froides. Elle devraient être amendées très-fortement par l'addition de sables calcaires ou de débris de roches calcaires qui leur permettraient de décomposer et d'assimiler plus facilement les engrais. La décalcification des terres est générale dans le Jura, mais le remède gît à proximité, puisqu'on a partout

des matériaux calcaires qui permettent de remédier à cet état néfaste de l'agriculture.

Les meilleurs calcaires pour cet usage sont les brèches d'échinodermes, comme la Dalle nacrée, qui pourrait aussi être concassée pour macadam d'excellente qualité, au lieu qu'on amène de loin par chemin-de-fer des calcaires alpins trop fins et trop vite réduits en boue et en poussière sur nos routes.

### Relictes miocènes décalcifiées

Une dernière observation pour montrer que la désagrégation et la décalcification des roches est due en majeure partie à l'action séculaire des agents atmosphériques. Il s'agit de relictes de roches siliceuses jurassiques et tertiaires au sommet des voussures jurassiennes. J'ai déjà signalé en 1898 l'existence de cailloux vosgiens siliceux à la Caquerelle et sur le crêt rauracien au N.-W. de la Saigne-Dessous, vers 800 m. d'altitude sur Montmelon p. St-Ursanne. Cette découverte date du 7 oct. 1895. Ces cailloux sont la preuve que les Sables à galets vosgiens du Bois-de-Raube, Charmoille, etc., s'étendaient à l'origine par-dessus les voussures du Jura septentrional. L'érosion n'a pu les faire complètement disparaître. Voir mon 2e Suppl., 1898, p. 135 ; Machacek, Schweizer Jura, *Petermann's Mitteil.*, Ergänzungsheft N° 150, 1905, S. 109 ; Rollier, Sur la provenance des galets, etc. *Bull. sec. agr. Hte-Saône*, 1907, sep. p. 11. Je viens en outre de recevoir de M. D. Simon, professeur à Delémont, des galets siliceux analogues à ceux de Sur Chaux à Moutier, c'est-à-dire des quartzites vindéliciens de la grosseur d'une noix et du poing, avec une chaille poreuse, complètement lévigée, analogue à celles du Séquanien de Lausen, et contenant de traces de fossiles, entre autre une empreinte d'*Entolium* sp. ind. Il a ramassé ces cailloux au sommet du Raimeux, au Pré-Christat, vers 1177 m. d'altitude, sur le Séquanien.

M. Simon parle de trois légères élévations formées de ces matériaux qui sont donc, pour autant qu'il n'y a rien d'artificiel dans ces éminences, des relictes miocènes prouvant

que le Lehm est aussi, du moins en partie, un résidu de la dissolution sur place des Calcaires jurassiques. On pourrait en ce point penser aussi à la lisciviation de moraines anciennes, mais alors il faudrait pouvoir y signaler la présence de blocs mésoglaciaires alpins. Je sais par M. le professeur Mühlberg que des quartzites vindoboniens (ou vosgiens ?) se trouvent plus ou moins disséminés plus à l'E., vers Solterschwand et le Matzendörfer Stierènberg, vers 1150 m., dans le synclinal qui relie le vallon d'Elay à celui de Mümmliswil, où cependant des galets miocènes alpins n'ont pas encore été signalés. Mais il est probable qu'ils y ont été déposé durant le Miocène moyen-supérieur.

On pourrait aussi mettre ces galets siliceux du Raimeux et de Solterschwand en relation avec ceux de Kastelhöhe près de Grellingue, décrits par M. le professeur Gutzwiller (*Verhandl. naturf. Gesell Basel*, Bd 21, 1910, S. 197 u. ff., 205) qui sont d'origine schwarzwaldienne et datent de la même époque. Ces derniers sont toutefois beaucoup plus volumineux et plus sûrement déterminables (Grès bigarré, etc.), tandis que les quartzites du Raimeux ont plus de rapport avec ceux de Sorvilier. Il faut les observer plus en détail encore.

En tout cas, ces relictes d'érosion nous montrent que dans le Jura septentrional les anciens glaciers n'ont pas dénudé le sol de la même façon que dans le territoire situé plus au S. et plus au S.-W. Ils marquent en quelque sorte les limites de cette action vers le N.

### Cours du Doubs et barrage du Lac des Brenets

Les galets siliceux de la Caquerelle et du crêt rauracien de la Seigne-Dessous ont été mal interprétés dans quelques travaux géologiques et dans les articles de vulgarisation scientifiques qu'ils ont inspirés. C'est ainsi que M. le professeur Fournier (*Annales de géographie*, t. 9, 1900, p. 224 et suiv.) les a considérés comme la preuve du passage du Doubs dans le val de Delémont. Un affluent oriental du Dessoubre aurait fini par capter le Doubs pour le diriger vers St-Hippolyte. Voir aussi *Mém. Soc. Emul. du Jura*,

Lons-le-Saunier 1910. Puis le Saut-du-Doubs, qui était primitivement à St-Ursanne, aurait remonté la rivière au cours des siècles, pour arriver à l'emplacement qu'il occupe aujourd'hui.

Voilà des idées qui peuvent plaire à certains lecteurs, parce qu'elles sont répandues au nom de la science (*Gazette de Lausanne*, 25 août 1912). Elles ont été réfutées cependant, même à plusieurs reprises, entre autres dans le Mémoire déjà cité du professeur Machacek (Schweiz Jura, S. 108, u. ff.)

Non seulement les galets siliceux de la Saigne-Dessous et de la Caquerelle ne sont pas dubisiens, mais la rivière qui s'est constamment approfondie dans le pied N.-W. de la haute chaîne de St-Brais, poussée par chevauchement sur celle du Mont-Miroir — Montenol dans la région de Montmelon[1]). Elle a de ce fait au contraire atteint le synclinal de Malrang-St-Ursanne qui la dirigea tout naturellement vers St-Hipppolyte. Ce synclinal s'élève longitudinalement vers l'E. ou vers la Caquerelle et vers le nœud confluent des Rangiers, ce qui n'aurait jamais permis au Doubs de le suivre dans cette direction. Si la rivière avait traversé la chaîne de St-Brais à la Seigne-Dessous, pour arriver par exemple à Glovelier par la petite Combe-du-Bé, elle s'y serait approfondie de très bonne heure et tous les captages imaginables mis à l'œuvre depuis St-Ursanne n'auraient jamais pu la détourner de son cours vers le val de Delémont. Le cours du Doubs a été déterminé en première ligne par les synclinaux et les ensellements des chaînes, puis aussi par des dislocations postmiocènes qu'il est difficile de reconstituer au juste. Le grand coude du Doubs à St-Ursanne est donc tout-à-fait primordial et ne peut qu'en théorie, en examinant superficiellement la carte topographique du Jura, et sans connaître la tectonique de la contrée, donner l'idée d'un captage.

Le recul de la chute du Doubs depuis St-Ursanne au

---

[1]) Cette dernière chaîne est indiquée par erreur nº 43 au lieu de nº 44 dans mon 2e Suppl., p. 158.

Saut actuel est de même une de ces illusions qui abondent de plus en plus dans la géologie moderne. J'ai déjà admis en 1898 (2e Suppl., p. 176-177) et M. le professeur Schardt (*Bull. Neuch.*, t. 31, 1902-1903, Mélanges géol., n° 20, p. 312 et suiv., avec pl. 3 et 4) a très bien dessiné le barrage qui par suite d'un éboulement des rochers de la rive droite, a donné naissance au lac des Brenets et au Saut-du-Doubs ; puis sur la carte géol. des environs du Locle et de La Chaux-de-Fonds, j'ai dessiné le même éboulement des bassins du Doubs. Sur l'original j'avais même marqué la ligne d'arrachement, qui n'a malheureusement pas été reproduite par la lithographie.

On pourrait croire après cela que l'origine du lac des Brenets, inséparable de celle du Saut-du-Doubs, est suffisamment connue et illustrée, mais le voyage rétrograde de la chute, depuis St-Ursanne, n'est pas de nature à effrayer certaines imaginations, ni à s'arrêter aussi inopinément. L'érosion continue et va faire disparaître le barrage, puis le lac. La chtûe se reformera ver Villers et Morteau, pour rétrograder encore jusqu'à Pontarlier. Espérons qu'elle y arrivera assez tôt pour empêcher le captage du Doubs par la Loue et de mettre à sec notre rivière jurassienne de manière à couper les bras aux industriels tributaires de ses eaux. Mais tout cela n'est que pure fantaisie, puisque l'érosion n'a pas à sa disposition une déclivité et des matériaux de charriage plus considérables que ce n'est le cas pour le Doubs, au cours si paisible. Ce n'est pas l'eau qui creuse d'elle-même le lit de la rivière, mais les chocs répétés des galets et blocs de pierre mis en mouvement par le tourbillonnement des eaux.

L'éboulement des Brenets est certainement préhistorique et compte plusieurs milliers d'années d'existence. Or l'action de l'eau sur le lit du barrage du Saut a été pendant des siècles si peu considérable, qu'à peine un seul banc de ce barrage a été coupé en deux, ni balayé complètement du nouveau lit exhaussé de la rivière. Et dans les conditions actuelles, le Saut-du-Doubs restera sans changements durant bien des siècles encore. Il ne faut rien mettre de fantastique dans les théories géologiques, elles ne servent

qu'à nous expliquer la genèse des montagnes, des vallées, et les phénomènes anciens de la dynamique terrestre.

Le Créateur leur a assigné leur place marquée, dans un but précis et c'est une erreur d'admettre que les forces autrefois à l'œuvre pendant la Création agissent encore dans les mêmes conditions et avec la même intensité. Chaque événement arrive en son temps et a sa place marquée dans l'histoire de la terre. Chaque quartier de roc, chaque accident du sol a sa signification et sa raison d'être. Et pour celui qui cherche à bien comprendre le langage des pierres, la géologie devient une téléologie du sol, c'est-à-dire la préparation de la demeure terrestre de l'humanité.

Je pourrais illustrer cette pensée par d'autres exemples non moins intéressant, si ce travail, déjà suffisamment long, ne menaçait pas de devenir trop fatigant pour le lecteur. Ce sera peut-être pour une autre occasion.