

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 62 (1942-1945)
Heft: 258

Artikel: L'origine structurale des collines et alignements morphologiques orientés du Plateau vaudois
Autor: Bersier, Arnold
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-273233>

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: 18.04.2026

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

L'origine structurale des collines et alignements morphologiques orientés du Plateau vaudois

PAR

Arnold BERSIER

(Séance du 6 novembre 1940.)

RÉSUMÉ: La topographie du plateau molassique vaudois montre des reliefs: côtes, crêtes et collines elliptiques orientés en direction SW-NE, parallèlement à la chaîne des Alpes. Cette orientation difficile à interpréter a été attribuée antérieurement aux anciens glaciers, 1° par dépôt de *drumlins*, et 2° par érosion glaciaire, burinant des sortes de cannelures sur le sol. Drumlins et cannelures indiqueraient donc la direction d'écoulement des glaciers.

La présente étude substitue à cette idée de modelé glaciaire strict celle de l'influence déterminante de la structure. Il n'y a pas de drumlins dans la région étudiée, et les reliefs orientés sont rocheux. L'orientation générale correspond à la direction des têtes de couches de l'épaisse série isoclinale de Molasse plongeant vers les Alpes. Ce *paysage de cuestas*, très émoussées par l'altération des molasses, a pour origine l'ablation générale, anté- ou interglaciaire, sans que l'érosion glaciaire dirigée puisse y être caractérisée.

Les « contournements glaciaires » du Mont Pélerin sur Vevey ne sont pas non plus un burinage, mais ont aussi une origine strictement structurale. L'analyse morphologique ne permet donc pas de déduire la direction d'écoulement du glacier sur le Plateau. Par contre, elle est révélatrice du tréfonds.

* * *

Le plateau molassique vaudois, paysage de mamelons aux formes allongées et douces, coupé de ravins profonds, présente par endroit une orientation générale Sud ouest-Nord est de ses lignes topographiques. On ne peut parcourir du regard, par exemple, la région qui s'étend au N-E de la Tour de Gourze sans être frappé par l'alignement des crêtes dans cette direction. Cette disposition est plus évidente encore sur quelques-unes des feuilles de l'atlas au 1: 25.000^e, où les courbes de niveau équidistantes de 10 m la mettent en valeur. Suivant cette direction les monticules isolés sont plus

ou moins allongés, ils se soudent à deux ou trois par leurs bases et se relayent pour former des trains de mamelons, les crêtes surgissent et s'effacent sur des longueurs atteignant jusqu'à 1 km, et les cours d'eau secondaires, ruisseaux et ruisselets, sont également alignés.

Ce trait morphologique prononcé du pays de la Molasse, où tous les caractères géologiques apparaissent flous et comme noyés dans une inexpressive monotonie, sollicite l'attention et l'explication.

Sur ce territoire, l'envahissement des anciens glaciers du Rhône est péremptoirement démontré par des restes erratiques de toutes sortes: blocs, moraines en place ou transportées postérieurement dans les bas-fonds par érosion. On sait que les glaciers disparus y furent épais de plusieurs centaines de mètres puisque leur surface atteignit et dépassa même la barrière du Jura. On est donc fortement tenté, en première analyse, d'attribuer cette morphologie orientée à l'action glaciaire.

Cette action se serait manifestée de deux manières: 1° *érosion* par la base de la nappe de glace, burinant son plancher molassique en fossés séparés par des mamelons et crêtes et 2° abandon de trains de *drumlins*¹, c'est-à-dire d'amas elliptiques de moraine de fond dégorgés par le glacier dans sa direction d'écoulement. C'est dans cette deuxième action glaciaire, donc dans le dépôt de drumlins, que Th. Biéler (Bibl. 1) au début de ce siècle, a vu l'origine des collines orientées du Plateau vaudois. Il donne, dans son étude, une liste judicieuse des territoires montrant cette orientation des buttes au N ou au N-E: environs de Cossonay, de St-Barthélemy près Echallens, de Pompaples et Arnex, de Montcherand, du Tronchet et du lac de Bret, du lac de Lussy près de Châtel-St-Denis. D'autre part, il attribue à la sculpture glaciaire les crêtes contournant le Mont Pélerin à l'W. Un autre courant glaciaire contournait ce mont à l'E par la vallée morte d'Attalens à partir de l'*aire de dispersion* de Vevey. Enfin une autre ligne de drumlins comprendrait à Lavaux les crêts d'Aran, Savuit et Bochat.

Le malheur des morphologistes c'est que l'érosion du gla-

¹ Le nom de *drumlin* est appliqué en Irlande à des buttes, généralement ovoïdes, formées de matériaux de moraine de fond et groupées en alignements parallèles suivant la direction du mouvement de la glace. Les mêmes formes existent en Bavière, dans l'Allemagne du Nord, la Suède. Aux Etats-Unis, les drumlins couvrent tout le Nord du Wisconsin et y atteignent des dimensions relativement considérables (de Martonne, 3, p. 647).

cier et le dépôt des drumlins se produisent également suivant les lignes d'écoulement de la masse de glace et qu'il devient dès lors impossible de distinguer à la seule forme des monticules ceux qui résultent d'une sculpture érosive de ceux qui sont dus à l'alluvionnement morainique. Pour distinguer

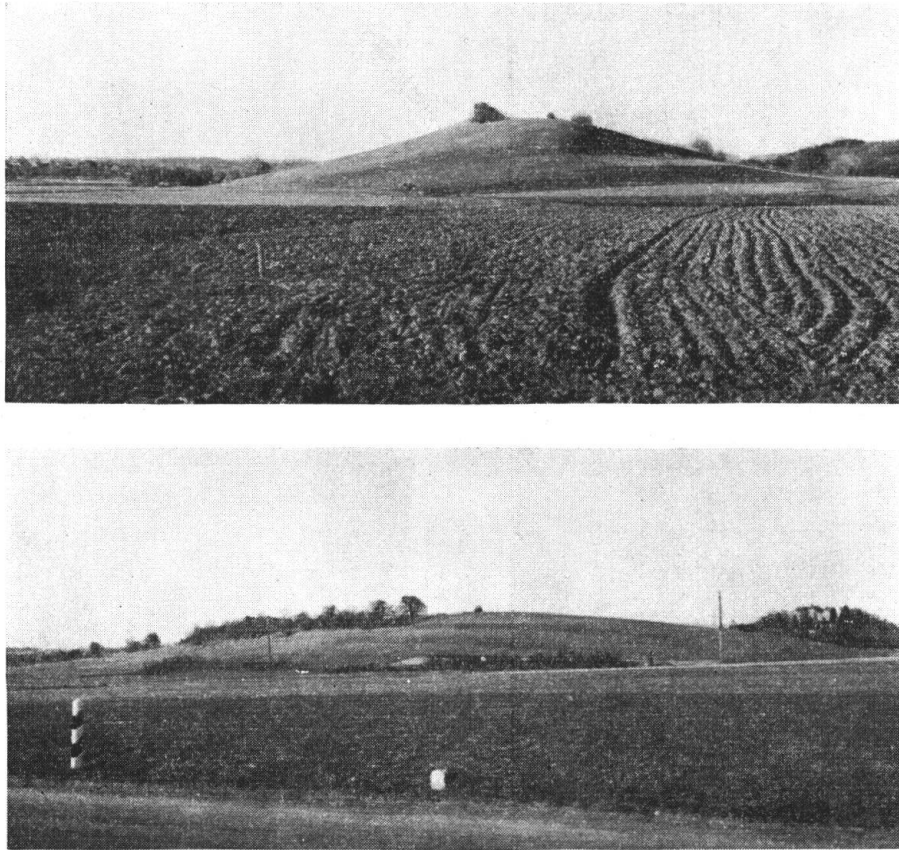


FIG. 1. — Type de colline orientée (pseudo-drumlin) du Plateau vaudois, à Vussalle entre St-Barthélemy et Bettens.

En haut, vue transversale de la butte, prise du Sud.

En bas, vue longitudinale, prise de l'Ouest, de la route de Bettens à Oulens. Aucun affleurement n'est visible. Il s'agit probablement d'un noyau rocheux enrobé de moraine de fond.

entre ces deux causes il faut, premièrement et dans chaque cas, une reconnaissance de la nature du monticule: nature rocheuse molassique, c'est-à-dire gréseuse ou marneuse, ou nature morainique graveleuse, sableuse ou argileuse. Ainsi l'expert appelé à distinguer de quelle facture, moulage ou sculpture résulte une statue, a pour premier soin d'en déterminer la matière. Cette détermination étant souvent impossible par

défaut d'affleurements, Biéler en est arrivé à confondre sous le même nom de *drumlin* des buttes morainiques pures, des buttes morainiques à noyau rocheux, et des buttes entièrement rocheuses.

Grouper un ensemble si hétéroclite sous le même nom de drumlin c'est détourner ce nom de sa définition et lui faire perdre sa signification historique. Un tel ensemble est en effet le résultat non plus d'un seul, mais de deux facteurs morphogéniques distincts: arrachement de matériaux molassiques autochtones ou morainiques allochtones, donc *érosion glaciaire*, et apport de substance morainique en protubérances ou enrobant les éperons rocheux, donc *alluvionnement glaciaire*.

En faisant intervenir ces deux actions, on arrive bien facilement à expliquer la genèse des buttes et lignes orientées. On conçoit aisément qu'une aire d'érosion glaciaire puisse devenir aire alluviale lors du retrait des glaces; c'est alors, semble-t-il, des moraines latéro-frontales qui se déposent en vallums au moins partiellement orientés en travers du sens de l'écoulement. De même on conçoit que d'anciennes moraines puissent subir l'érosion d'une récurrence glaciaire. Mais les résultats de ces péripéties sont bien éloignés du drumlin qui par définition est une *moraine de fond* dont la forme résulte de *la marche* du glacier, et qui ne se conçoit que déposé sous une couche de glace en mouvement. Tout dépôt morainique ne remplissant pas ces deux conditions mérite un autre nom et caractérise une autre phase de l'histoire glaciaire d'un terrain.

Drumlin et érosion glaciaire sur un même territoire attesteraient donc que, toujours en mouvement, dans les mêmes conditions de déclivité et de relief du plancher, le glacier a creusé et alluvionné. On trouverait aisément de tels exemples dans le cours d'un fleuve où le courant affouille un éperon rocheux, tandis qu'il dépose des alluvions derrière lui, où il creuse à l'extérieur d'un méandre tout en apportant des graviers à l'intérieur. Mais de telles analogies sont facilement trompeuses puisque les vitesses de l'eau et de la glace sont extrêmement différentes et que ce sont elles qui importent surtout. Le champ drumlinique sur un plateau nous apparaît plutôt comme assimilable à un grand delta où le glacier débouchant d'une vallée s'étale largement, perdant à la fois son épaisseur et sa vitesse donc son pouvoir érosif et où, dès lors, l'alluvionnement l'emporte sur l'érosion.

La juxtaposition théorique des deux processus glaciaires

d'alluvionnement et d'érosion pour expliquer les alignements du plateau vaudois nous a toujours paru forcée. Les doutes que nous avons précédemment exprimés à ce sujet (6) se sont renforcés dans la mesure où nous analysons davantage cette morphologie. Après nous être convaincu de l'inexistence des drumlins, nous avons cherché ce qu'il pouvait y avoir de fondé dans l'idée d'un burinage glaciaire, qui à défaut de drumlins, ressort le plus clairement de l'étude de Biéler. Nos observations sur ce sujet font l'objet de la présente note. Nous passerons en revue deux régions à topographies orientées caractéristiques du Plateau vaudois: le plateau du lac de Bret-le Tronchet et celui de Boussens-Cheseaux-St-Barthélemy. Nous confronterons ensuite les idées de Biéler et la morphologie du Mont Pélerin, des régions de Vevey et de Lavaux. Les régions morainiques du pied du Jura ne seront pas abordées ici puisque nous ne les avons pas étudiées avec le détail que nécessitent absolument ces recherches, mais où nous doutons pourtant de l'existence de drumlins authentiques et caractéristiques.

Nos conclusions seront que les topographies orientées n'indiquent pas le sens de l'écoulement glaciaire, qu'elles ne relèvent pas d'un burinage caractéristique, mais qu'elles sont simplement la traduction en surface des différences de dureté et de l'inclinaison des assises de la Molasse. Ces conclusions sont simples et sur un territoire moins empâté de moraine, sans envahissement glaciaire, à différence de dureté plus nette entre les bancs et surtout avec une roche moins altérable que la molasse, comme le sont d'ordinaire les paysages de cuestas, elles se seraient imposées à première vue.

Le plateau du lac de Bret.

Au N de la ligne joignant la Tour de Gourze à Puidoux, dès le sommet du versant dominant le lac Léman, à l'altitude moyenne de 700 m, s'étend une région qu'on peut qualifier de paysage subalpin ou plus justement de *paysage de la Molasse inclinée*. En effet, ce type de paysage à lignes de crêtes fuyant au N-E se prolonge très loin sur le Plateau molassique en bordure des Alpes. On le retrouve, à proximité, au N du Mont Vuarat et aux alentours de Châtel-St-Denis-lac de Lussy.

Nous nous limiterons donc ici à l'analyse de cette première région: environs du lac de Bret et du bassin du Grenet jusqu'à Palézieux. Les résultats obtenus là seront valables

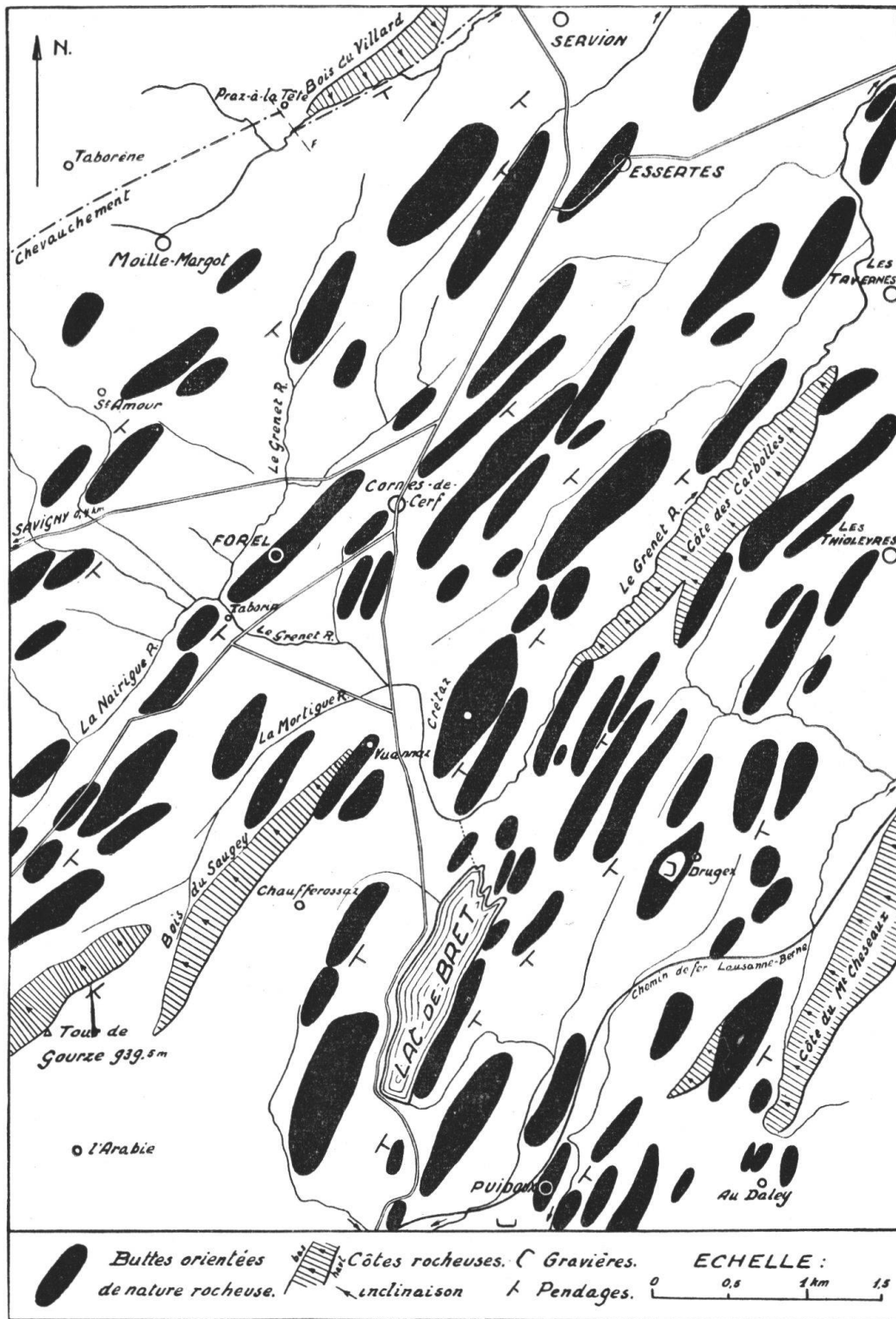


FIG. 2. — Carte schématique des côtes et buttes orientées de la région du lac de Bret. Les côtes sont en hâchures, les buttes en noir. Côtes et buttes sont rocheuses,

plus loin comme nous avons pu le vérifier sur le terrain en Molasse fribourgeoise.

Ce pays, schématiquement représenté à la fig. 2, semble à premier parcours presque entièrement dépourvu d'affleurements. Ce ne sont que crêtes arrondies et boisées sur leurs pentes les plus raides, prairies largement ouvertes à bas-fonds tourbeux, ruisseaux à fleur de pré ou ravins peu profonds. Pas d'escarpements nus, pas de falaises de molasse comme il s'en présente dans les ravins du Jorat, de Lausanne ou du Gros-de-Vaud. On ne compte guère, au début, arriver à identifier ce sous-sol, à distinguer entre roche en place ou erratique dans ces collines allongées dont les formes, semble-t-il, sont celles d'authentiques moraines.

Après plusieurs parcours, le doute se lève, la Molasse affleure au sol presque partout et il est rare qu'on n'en puisse avoir la certitude. C'est qu'on est ici en pleine Molasse stampienne argileuse, bien différente de la Molasse grise de Lausanne et du Jorat. Dans ces dernières localités les bancs de grès sont épais, ils sont plus jeunes et appartiennent à une zone de décantation relativement proche du rivage alpin, où parvenaient encore des feldspaths détritiques. Par la présence de ces feldspaths, ces grès constituent des *molasses* pétrographiquement bien définies. Par ces feldspaths aussi, éminemment décomposables, la roche manque de résistance et s'émousse à l'action des agents superficiels. Dans la Molasse stampienne subalpine, rien de pareil: le rivage était lointain quand elle se déposa, c'est une zone de décantation au large, essentiellement et puissamment argileuse. Le grès n'y fait plus si importante figure, il prend souvent forme de bancs minces en plaquettes. Les feldspaths ne sont plus parvenus dans cette zone éloignée, décomposés et pulvérisés en cours de cheminement. Le grès est d'essence quartzeuse, il montre parfois d'abondants débris de radiolarites, partant il est plus résistant à la désagrégation et forme des bancs durs dans l'ensemble argileux.

Ces grandes épaisseurs argileuses, assez vivement colorées, de la masse stampienne n'apparaissent que rarement en surface, dans les fouilles, les tranchées de chemins ou les ravins; elles forment les fonds imperméables des grandes dépressions. Par contre ce qu'on voit couramment sortir de terre, ce sont les grès calcaires fins plaquetés, brunâtres ou gris. Toutes les maisons un peu anciennes sont construites avec ces fragments, et les vieilles petites carrières d'où s'extrait cette pierre abondent un peu partout. Les pointements de ces dalles

en surface vont nous indiquer la roche en place; de plus ils vont nous permettre une mesure satisfaisante de la direction des couches et de leur plongement.

Grâce à ces multiples affleurements, on constate que toutes les couches de la Molasse stampienne de la région sont orientées en direction SW-NE, c'est-à-dire parallèlement à l'orientation des lignes de crêtes, et que leur inclinaison au S-E est générale, variable entre 10° et 60°, avec une moyenne de 25°.

Sur la carte de la fig. 2, deux sortes d'éléments topographiques ont été représentés: les *côtes* et les *mamelons*. Les *côtes* représentées par des hâchures sont les flancs abrupts des grandes crêtes allongées; on les reconnaît à première vue sur la carte topographique à la grande densité de leurs courbes de niveau. Ce terme de *côte*, employé pour désigner ces abrupts, satisfait à la terminologie géographique (3, p. 550). Les *mamelons* ou *buttes*, en noir, ont été dessinés d'après les isohypses qui dans la plupart des cas se referment autour d'eux. Pas toujours cependant, puisque ces buttes peuvent surgir sur une pente tout en gardant la même signification génétique. De plus, certains de ces mamelons, d'une hauteur inférieure à l'équidistance de 10 m, n'apparaissent pas dans le contour des isohypses; leur figuration résulte d'observations sur le terrain.

Dans toutes les *côtes*, que leur roideur rend impropres à la culture et qui sont demeurées en forêt, que ce soit à la Tour de Gourze, au Saugey, au Bois-de-la-Crête, aux Carbolles ou au Mont Cheseaux, les bancs de grès affleurent toujours par leur tranche. C'est le flanc abrupt N-W « sur le pendage », tandis que le flanc S-E « sous le pendage » montre plus rarement la roche (fig. 3). Par contre, comme le flanc descend avec le pendage, les glissements des couches argileuses y sont fréquents, accompagnés parfois de fissurations ouvertes des plaques de grès intercalées, qui glissent aussi. On en a sous les yeux un bel exemple en examinant du point coté 719 le versant de Chaufferosse, en face (1 km à l'W du lac de Bret), où les bourrelets de glissement sont nombreux et ressortent d'une manière saisissante au soleil couchant.

Les *mamelons* eux aussi sont rocheux sans exception. Au début leur nature échappe à l'œil de l'observateur, mais à y regarder attentivement, soit au sommet où manque la terre arable, peu épaisse, soit sur les chemins, dans les fossés, sur les tertres hauts des champs, dans les caves, captages, fouilles, etc., on finit par voir en place les brunes dalles de

grès calcaire où les couches argileuses qui montrent la roche en place. De la sorte chacun des mamelons orientés représentés en noir nous a révélé sa nature rocheuse. Aucun d'eux n'est fait de matériel morainique et celui de Druget lui-même (1 km au N-E du lac de Bret) qui possède à son sommet une curieuse exploitation de gravier morainique, montre tout à côté un bel affleurement de grès massif témoignant de la nature rocheuse de la colline. C'est un lambeau morainique protégé par un pointement rocheux.

A toutes ces côtes parallèles, abruptes au N-W, une seule exception: celle du Bois-de-Villars près de Servion, — dans

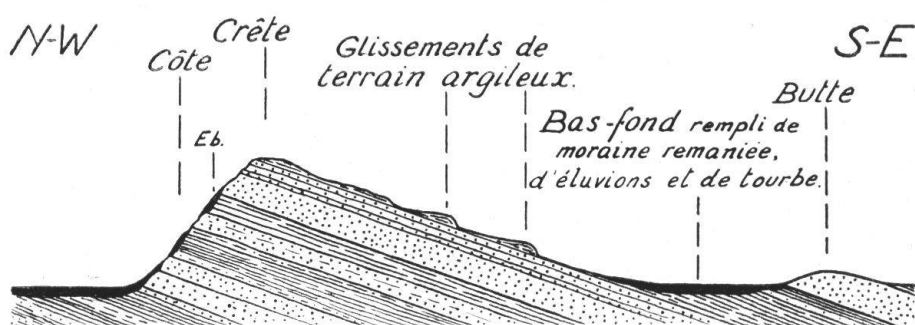


FIG. 3. — Coupe schématique d'une côte orientée de la région du lac de Bret. Il s'agit d'une *cuesta* émoussée.

l'angle supérieur gauche de la carte — qui descend au S-E. Cette côte-là présente un intérêt tout particulier. Elle n'est plus stampienne comme les précédentes. C'est le bord de la grande table burdigalienne du Jorat, faite de grès dur. C'est le « talus » burdigalien du Jorat, celui qu'on retrouve de l'autre côté dans la région du Mont et de Montherond. Contre lui s'applique ici le chevauchement de la Molasse stampienne tendre enlevée par dénudation. Le grès burdigalien dur, affecté d'une faible ondulation anticlinale, surgit ici au N-W du chevauchement, et si son bord est parallèle à l'orientation topographique générale, c'est que le chevauchement a lui-même la direction des couches tendres chevauchantes. Voilà donc encore une côte déterminée par la structure du sous-sol et c'est, peut-on dire, une exception apparente qui confirme la règle.

La certitude de la nature rocheuse des crêtes et buttes une fois acquise, mais seulement alors, l'ordonnance du réseau hydrographique apparaît dans toute sa schématique simplicité. Il y a, comme M. C. Biermann (2) l'a déjà fait re-

marquer, deux directions nettes de cours d'eau. La première suit la pente générale du pays et concorde avec la direction du pendage. C'est celle des ruisseaux descendant des hautes pentes du Jorat dans la région de Savigny où le cours principal, une branche du Grenet, descend de la Séchaude-St-Amour. Une première ligne de crêtes importante est franchie à Taborin, une seconde à Vuannaz au N du lac de Bret. La seconde direction est parallèle aux têtes de bancs, à l'orientation topographique générale. Elle saute aux yeux à l'examen de la carte topographique. C'est suivant elle que s'engage finalement le Grenet qui draine toute cette région vers la Broye. Pour appliquer à ce réseau hydrographique la terminologie géographique, nous dirons avec M. C. Biermann que dans cette région isoclinale la première direction est celle des cours *conséquents* tandis que la seconde est celle des cours *subséquents*. Les cours subséquents sont destinés, on le sait, à capturer les cours conséquents : dans le cas du Grenet une première capture se produit avant la percée de Taborin, une seconde au N du lac de Bret.

Semblable réseau est toujours lié à une topographie de côtes. Pour caractériser par un terme géographique le paysage analysé ici, nous pouvons donc l'appeler *paysage de cuestas*. En plus des côtes proprement dites, chaque butte est en somme, par la côte émoussée qu'elle comporte sur le pendage, assimilable à une *cuesta* (3, pp. 548-50). La désignation synonymique de *paysage en têtes de bancs* convient également.

Sur ce plateau à relief molassique il n'existe pas un seul drumlin et, ce qui est plus inattendu, pas de crêtes morainiques. Les amas morainiques même paraissent manquer, de fait le pays de Savigny-Forel n'a pas d'exploitations de gravier; on va chercher celui-ci aux Monts-de-Pully ou à Puidoux. Qu'est donc devenu le matériel morainique qui dut être déposé ici comme partout? Sans doute les dépôts originels furent-ils peu importants; de plus ce pays fait partie du domaine glaciaire du Jorat où les matériaux erratiques ont été remaniés dans les dépressions. Nous avons décrit autrefois cette disposition (6, p. 15 et 25) et n'y reviendrons point. Ce qui est bien net, et sur quoi nous projetons de revenir plus tard, c'est que le haut du versant lémanique marque un alluvionnement morainique considérable et plus frais que celui du plateau du Jorat. Le retrait du dernier glacier montre ainsi un stade important à l'altitude de 700 m environ auquel appartiennent entre autres la moraine qui barre au S le lac de Bret, les dépôts de Puidoux et, plus à l'W,

ceux du Bois-de-la-Chaux et des Escherins. Pendant ce stade — appelons-le provisoirement stade de Bret, qui correspondrait au glacier que nous supposons à propos des blocs de Vernand (6, p. 31) — notre plateau libre de glace a dû subir un ruissellement et une solifluxion intenses entraînant vers les bas-fonds, sous les tourbières actuelles où il est caché, le matériel erratique meuble.

La conclusion de cette étude de détail est que les éléments orientés du plateau stampien du lac de Bret: côtes, mamelons et ruisseaux, ont leur première origine dans la structure interne du terrain molassique. La direction des couches et leurs différences de résistance à l'ablation sont les vraies déterminantes de cette morphologie en têtes de bancs. Les drumlins n'y sont pour rien. Le relief y est tel que si l'altération superficielle, l'érosion fluviale, en un mot la dénudation en général l'avait seule modelé. Il est superflu d'invoquer, parallèlement aux têtes de bancs, un burinage glaciaire.

On peut se demander maintenant pourquoi les crêtes ne sont pas plus continues, et pourquoi les monticules elliptiques ne sont pas davantage alignés bout à bout suivant l'affleurement des bancs durs. A cela nous voyons deux raisons. La première est que les bancs ne sont pas de composition lithologique, ni de dureté constantes. Dans ces différences interviennent surtout l'abondance relative et la nature du ciment des grès et macignos. Certains d'entre eux sont déjà conglomeratiques, donc très durs, mais par place seulement; ce sont les extrémités effilées et discontinues des bancs à galets des anciens deltas. La seconde raison est l'existence probable de petites failles décrochantes tronçonnant les couches. On peut également se demander si la mise en saillie de certaines de ces crêtes ne résulte pas de poussées tectoniques internes. Nous discuterons de ces questions dans un exposé de la tectonique de détail si curieuse de cette région.

Le plateau de Boussens-Cheseaux-St-Barthélemy.

Entre les villages de Cheseaux et Sullens au S, et jusqu'au delà du Talent d'Echallens au N, à l'altitude moyenne de 600 m, s'étend un semis de buttes allongées en direction SW-NE (fig. 4) comme celui du lac de Bret. Mais ces buttes sont beaucoup moins accentuées. Ce sont de très larges bombements, des dos de tortue, surgissant d'un pays plat essentiellement marécageux, mal drainé naturellement et dont l'excès d'humidité est évacué par d'abondants drainages artificiels.

Pays désolant pour le géologue qui n'y trouve pas d'affleurements sur des kilomètres carrés. A peine par-ci par-là une carrière de gravier abandonnée montre-t-elle que la couverture morainique est plus générale et importante que sur le plateau de Bret.

C'est dans la partie N de ce champ que les buttes allongées atteignent le modelé le plus achevé et le plus caractéristique, et c'est là que Biéler a défini son paysage drumlinique de St-Barthélemy.

Que dire ou présumer de la nature lithologique de ces buttes ? Faute, en général, du moindre affleurement sur ces dos de tortue, ce simple problème est l'un des plus ardues de la géologie du plateau. Veut-on un exemple des traquenards qu'offrent ces buttes ? Près d'Echallens (2 km au S-W) deux petits mamelons allongés se succèdent, celui de Grassillière, sommet coté 604 m, et celui de Derrière-le-Bois, coté 610 m. A quelque distance leur aspect drumlinique est normal, il paraît certain qu'on ait là deux drumlins frères. Or à Grassillière une profonde gravière abandonnée montre que le mamelon est en matériel morainique, tandis qu'à Derrière-le-Bois la molasse apparaît sur le chemin et révèle que la butte est rocheuse.

Pour les buttes de St-Barthélemy, les renseignements de surface sont si maigres que personne ne s'est prononcé catégoriquement à leur sujet. Biéler, qui les suppose surtout morainiques, est très dubitatif dans ses conclusions et admet la possibilité d'un noyau rocheux. Custer (5), qui parcourut la région, a réservé son opinion. Nous-même, décrivant la région située au S, celle de Boussens-Bioley, et guidé surtout par le cas du faux drumlin de Bioley, où la route, franchissant la butte montre la molasse en place, avons opiné avec réserve, plus favorablement pour la roche que pour la moraine. Nous reprenons le problème après avoir examiné en détail la région de St-Barthélemy qui sortait du cadre de nos précédentes recherches, limitées à la feuille Cheseaux.

Sur toute cette étendue, nous ne connaissons qu'une butte vraiment morainique, peut-être deux au plus. La première est à Grassillière, déjà citée. La seconde, celle des Esserts à l'E d'Etagnières, montre une petite fouille graveleuse, très superficielle et abandonnée, qui n'entame probablement qu'un petit voile morainique sur un dos rocheux. Même à Grassillière il n'est pas exclu qu'un pointement rocheux au S du mamelon ait protégé un lambeau morainique. C'est même assez probable puisque les croupes alignées sur lui au N sont

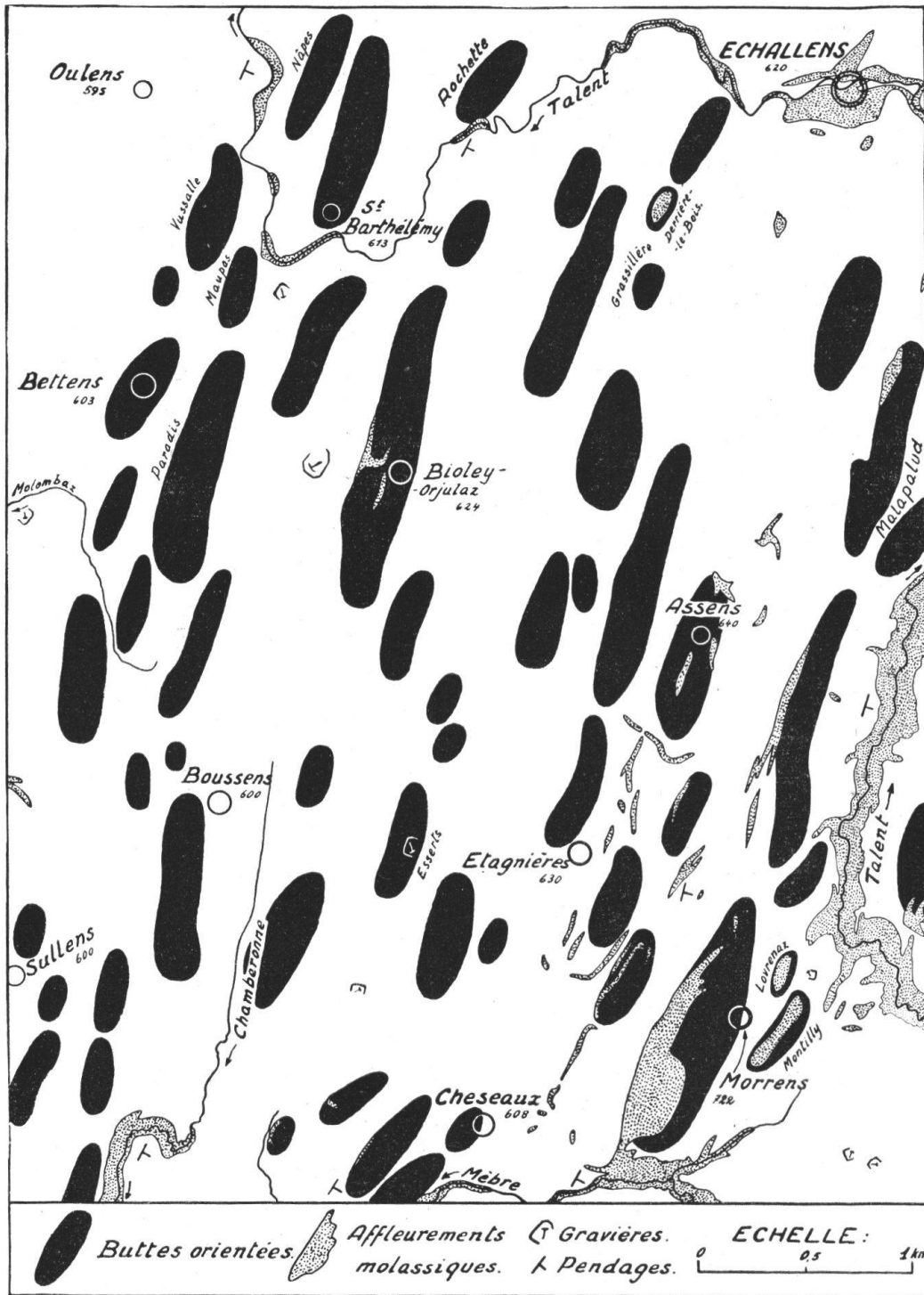


FIG. 4. — Carte schématique du pays à collines orientées de Cheseaux-St-Barthélemy. Les collines sont en noir, les affleurements de Molasse en pointillé.

rocheuses et situent assez bien une tête de banc. De tels cas nous sont connus; nous avons cité plus haut celui de Druget, près du lac de Bret, un autre, tout aussi net, est celui des anciennes gravières de Romanel, de part et d'autre de la route de Lausanne, où l'éperon rocheux au S abritant le nid de gravier au N, est bien apparent. Il est donc bien probable que ces restes morainiques arrondis sont des lambeaux usés et émoussés par érosion, dont la forme allongée résulte d'une infrastructure ou d'une protection rocheuse, et qu'ils n'ont pas fonction de drumlins.

Par contre, les buttes authentiquement rocheuses ne manquent pas. Celle de Morrens et ses voisines de Montilly, Lo-

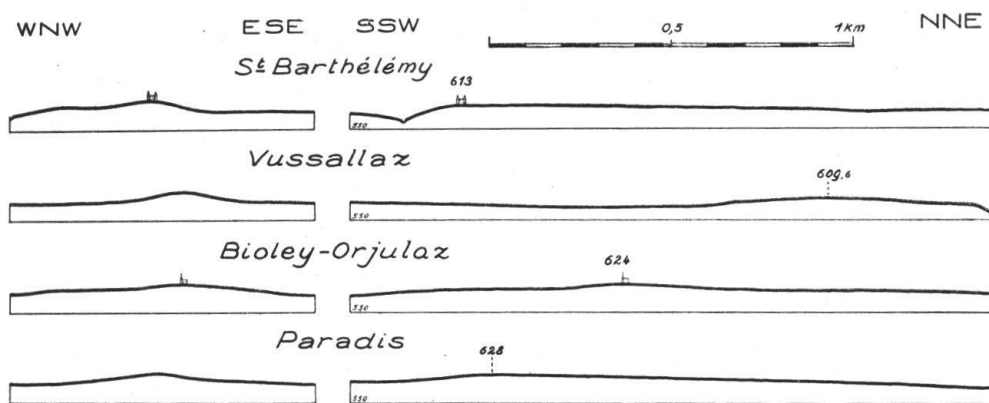


FIG. 5. — Profils à l'échelle, en travers (à gauche) et en long (à droite), de buttes orientées des environs de St-Barthélemy près Echallens.

vrenaz, Rochette en sont de beaux exemples. Entre Morrens, Etagnières, Assens et Malapalud c'est le grès molassique qui constitue tous les mamelons. En nous rapprochant de St-Barthélemy, nous constatons que les collines de Bioley et Bettens, d'aspect si drumlinique, sont péremptoirement molassiques, mais nous ne le savons que parce que des routes ou des fouilles de construction ont pénétré dans le sol. C'est là un sérieux argument en faveur de la nature rocheuse des autres buttes du « train drumlinique » de St-Barthélemy qui, elles, n'ont été fouillées par aucun travail humain.

La belle butte de St-Barthélemy qui, avec ses voisines de Vussalle, Bioley et Paradis, présente les lignes les plus pures de cette morphologie, n'a rien révélé de son tréfonds. Le pittoresque château du XI^e siècle qui la domine n'a qu'une petite cave à fleur de sol. L'ancien puits, descendant, dit-on,

au niveau du Talent, est maintenant muré, et personne ne sait plus dans quoi il fut creusé. Enfin la pente abrupte du S ne montre que des déblais du chemin, éboulés et terreux.

Mais la coupure du Talent va nous fournir quelques indices, qui demanderont interprétation, mais qui sont précieux. Au débouché de sa vallée molassique d'Echallens, la rivière paresse en méandres sur le plateau de Bretigny, comme re-

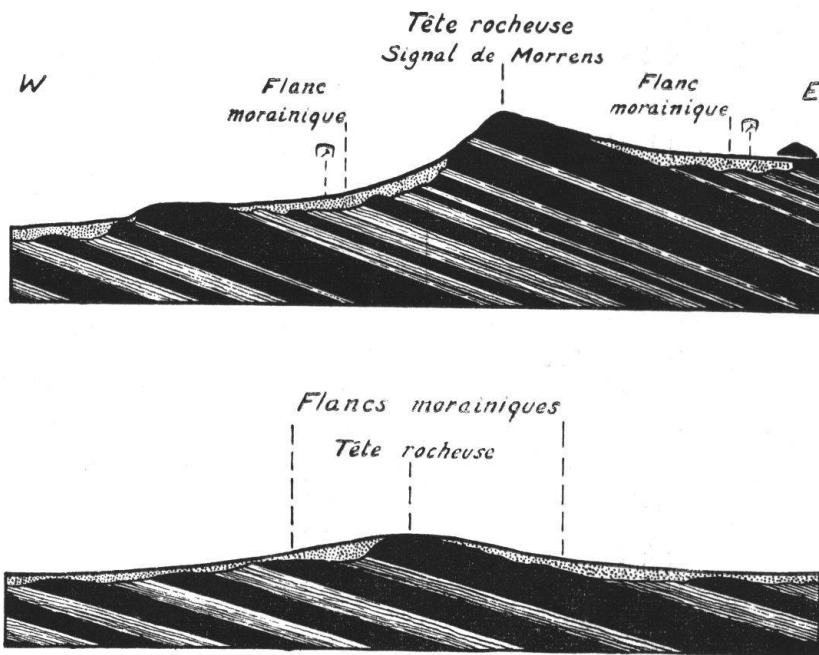


FIG. 6. — Profils schématiques de buttes orientées du pays isoclinal de Cheseaux-St-Barthélemy montrant les saillies des têtes de bancs durs gréseux (en noir). En haut, coupe du Signal de Morrens avec remplissage morainique des creux. En bas, type de butte (pseudo-drumlin) à noyau rocheux et flancs morainiques. C'est un paysage de *cuestas* très émoussées par altération superficielle des molasses.

tenue par le seuil accidenté de St-Barthélemy, qu'elle franchit finalement en se faufilant entre les buttes. Le lit de la rivière montre que le bas-fond de ce plateau est partiellement en moraine de fond argileuse. Pourtant, sur le prolongement de la butte de Rochette, le cours d'eau scie un pointement molassique. C'est l'indice que cette butte est rocheuse, et les paysans qui l'ont ainsi nommée le savaient avant nous. Plus loin, jusqu'au pont situé au pied du château, l'argile glaciaire à galets stratifiés règne sans conteste. Au pont, juste sur le prolongement de la butte de St-Barthé-

lemy, la roche réapparaît brusquement dans le lit. L'analogie avec Rochette est frappante. Plus bas, au coude du Moulin, la molasse, qui n'a pas cessé depuis le pont, s'élève sur rive gauche dans le prolongement de la butte du Mau-pas. Un demi km en aval, la roche réapparaît sur le prolongement de la butte de Nâpes. Analogies encore. Par contre, sur le prolongement de Vussalle, le coude du Talent révèle une pente morainique argileuse. Mais ne serait-ce point là un placage E contre un dos rocheux ? Le fait que la molasse réapparaît immédiatement plus bas, axée sur Vussalle, le laisse supposer.

L'impression dominante c'est donc que le Talent franchit à St-Barthélemy plusieurs remparts rocheux successifs, constitués par des assises de grès dont les têtes émoussées constituent les buttes environnantes. Peut-être même ce passage se fait-il à la faveur d'une faille transversale dont résulteraient les pendages accidentels au N-E observés dans le lit aux abords immédiats de St-Barthélemy. Ainsi, sur le prolongement des buttes rocheuses de Bioley et Bettens, croyons-nous devoir considérer les buttes de St-Barthélemy comme également rocheuses, quoique partiellement voilées de moraine (v. fig. 6).

Cette opinion est considérablement renforcée par l'examen d'ensemble de la constitution géologique de cette partie du Plateau. Toute cette Molasse du tréfonds appartient à la bordure W de la *Fosse joratienne*, faite d'une épaisse série de couches aquitaniennes argileuses et gréseuses plongeant avec ensemble au S-E vers l'axe de la Fosse. Ce plongement général est visible de la manière la plus désirable dans les ravins des Chamberonne, de la Mèbre et du Talent supérieur, que nous avons décrits suffisamment (6) pour n'y plus revenir¹. On a donc ici, comme sur le plateau du lac de Bret, une surface isoclinale apte à présenter une morphologie en têtes-de-bancs. Toutefois la différence des deux formations se traduit dans la morphologie. Au lieu d'une prédominance argileuse avec bancs de grès durs sans feldspaths, c'est ici la pleine région des complexes gréso-marneux de subsidence faits d'épais bancs de grès feldspathiques, donc décomposables et émoussables, séparés par des intervalles marneux. Les assises de grès inclinées doivent donc se traduire en surface par de

¹ Au N de St-Barthélemy, le long du Talent, cette inclinaison des couches est tout aussi générale. Dès l'anticlinal urgonien inframolassique de Goumoens-le-Jux, elle varie de 8° à 25°. A Rochette, au N de Bretigny elle mesure 15° à 20°.

larges et longs dos de tortue, séparés par les séries marneuses plus affouillables, constituant des bas-fonds marécageux où l'érosion les a mêlées aux argiles morainiques remaniées. Et c'est bien là ce que nous voyons à Bioley-Bettens; c'est aussi ce que le cours du Talent nous laissait supposer. Toute la figure de ce plateau s'ordonne ainsi au mieux suivant la nature du sous-sol: à l'W, où la coupe stratigraphique générale (6, pp. 102-103) montre de nombreuses intercalations marneuses tendres, les buttes sont espacées et bien individualisées; vers l'E, la formation devenant plus gréseuse et compacte, les buttes sont moins bien formées, se confondent et forment de vrais talus (Morrens-Malapalud).

Cette morphologie orientée n'est donc que la traduction en surface de la couche isoclinale du sous-sol molassique en épaisses couches de duretés alternantes. Le façonnement de ces têtes de bancs, de ces cuestas très émoussées est le fait de la dénudation en général. Pas plus ici qu'au lac de Bret on n'est en droit de faire intervenir un burinage glaciaire. Le glacier n'a pu, par ses dépôts morainiques, qu'empâter les formes préexistantes et alourdir le modelé.

Morphologie du Mont-Pélerin.

Cette région est morphologiquement liée au plateau de Bret. Elle en est le prolongement méridional. Nous ne pouvons la passer sous silence, dans cette étude des topographies orientées, d'autant moins que Biéler y voit un remarquable exemple d'érosion glaciaire et que cette idée trouve encore crédit. Or l'analyse géologique montre que les formes de ce mont ont une cause structurale et non glaciaire, semblables en cela à celles des aires décrites plus haut. Mais ici le problème est plus aisément soluble; la matière dont est constitué le mont transparait à chaque pas, et la moraine y est réduite à bien peu de chose, à des placages ou des lambeaux qui sont comme accrochés dans les anfractuosités des bancs rocheux.

On imagine aisément que l'ancien glacier du Rhône, débouchant sur le plateau par la vallée du Léman, débordait vers le Nord en contournant le Mont Pélerin qui fendait comme une proue le courant glaciaire. D'un côté la glace fuyait par le seuil Chardonne-Chexbres et tournait au nord par Puidoux-Bret, derrière l'éperon rocheux. De l'autre côté elle coulait dans la vallée morte d'Attalens, comme canalisée entre le Pélerin et le Vuarat. Les deux courants con-

fluaient derrière l'obstacle, près des Thioleyres-Palézieux. Le mont, quand la glace le recouvrait, devait être un verrou conducteur. Quand le niveau des glaces baissait, aux périodes de crue ou de décrue, il émergeait comme une île et son

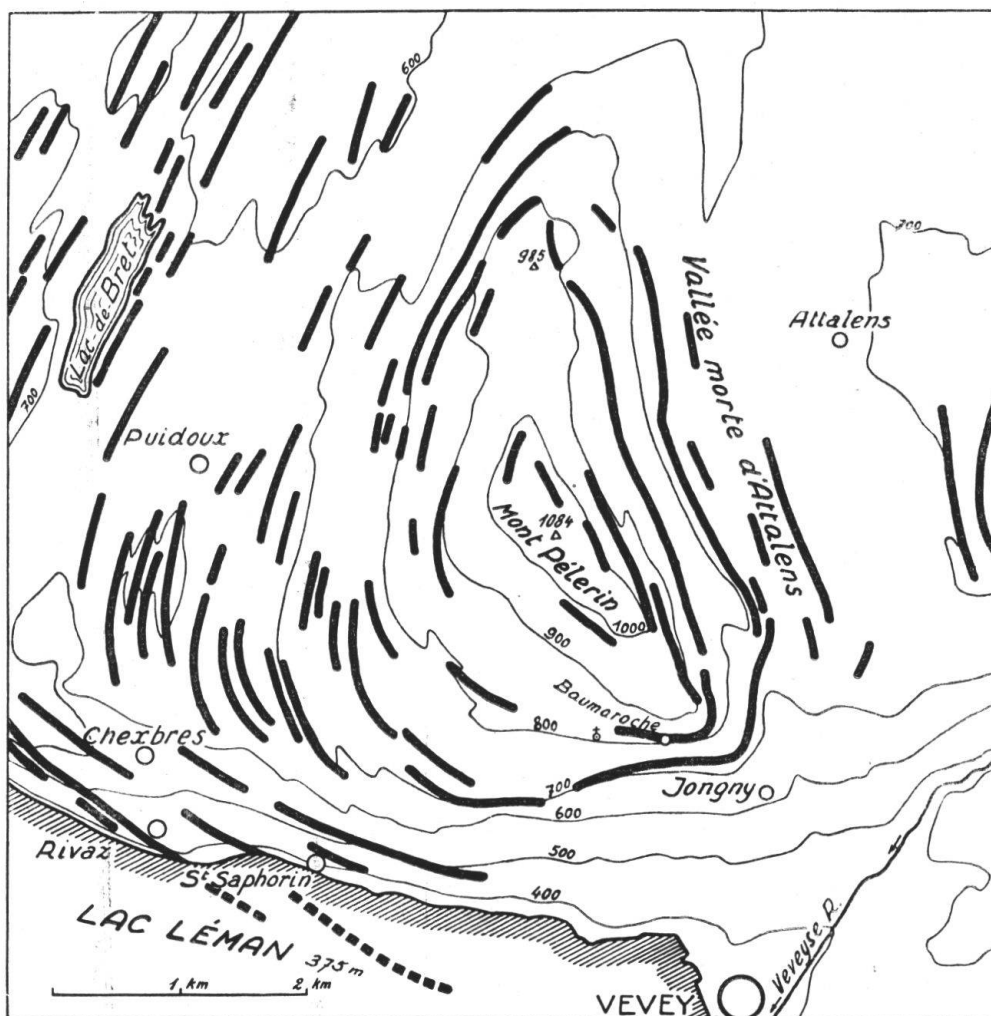


FIG. 7. — Carte du Mont-Pélerin sur Vevey. Les traits noirs épais représentent les côtes et buttes. L'ensemble donne l'impression d'être sculpté par l'écoulement glaciaire arrivant du SE, tranché par le mont en deux branches fuyant vers le N. Il s'agit simplement des lignes d'affleurement des couches dures de conglomérat comme le montre la fig. 8.

rôle de pourfendeur du courant devait apparaître magnifiquement.

Biéler admet que ces courants de glace supposés ont déterminé la forme du Pélerin, l'ont burinée et sculptée. A considérer la direction des saillies et ruptures de pentes (voir

fig. 7) entourant le mont comme des cannelures ou des coups de gouge cette supposition est bien attirante. Sans discuter ici du mouvement des glaces autour de la montagne, qui a fort bien pu suivre les lignes topographiques, nous allons être obligé de constater que ces lignes ne sont autre que les intersections des surfaces des couches avec la surface topographique. Les saillies qui contournent le Pélerin ont encore la même cause déterminante que les crêtes du lac de Bret

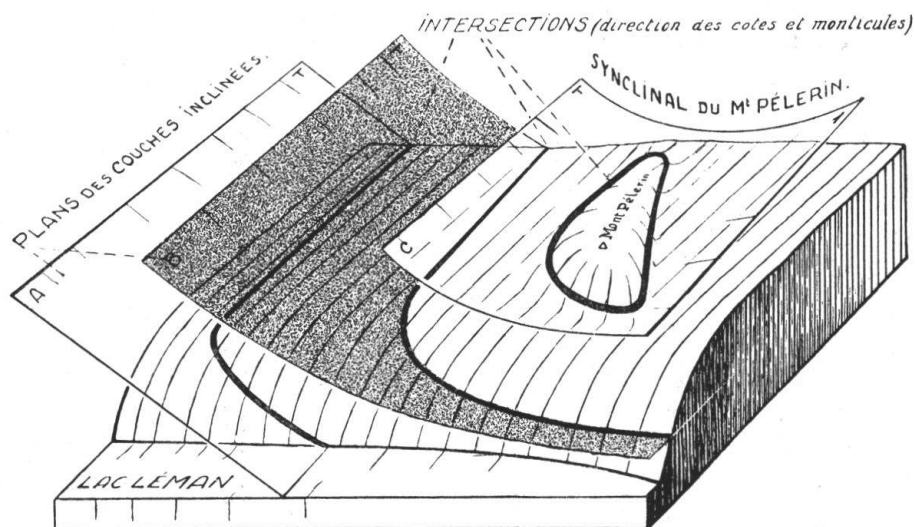


FIG. 8. — Bloc perspective schématique de la région du Mont-Pélerin. Les plans idéaux A, B, C, sont ceux des couches, inclinées en A, se courbant en synclinal en B et C, dont les intersections avec la surface du terrain (plateau et versant lémanique) sont représentés en traits noirs épais. Ces intersections ou lignes d'affleurement des bancs durs expliquent les courbes des côtes et buttes de la fig. 7.

dont elles ne sont que la prolongation au S. Elles s'expliquent simplement par la structure rocheuse du sous-sol.

Plus rapidement et précisément qu'une longue description, un simple examen des courbes de niveau de la feuille Chardonne au 1 : 25.000^e ou sur la carte schématique ci-contre (fig. 7) montrera ces lignes topographiques. A première vue, au N de Chexbres, plusieurs arêtes — des mamelons surgissant de la pente — montrent une direction s'infléchissant au S, pour passer au S-S-E dans la région de Chexbres-Cremières; plus bas elle tourne encore pour gagner le S-E, et le dépasser même, en venant se confondre avec le versant du lac.

C'est ici la pleine région des *conglomérats du Pélerin*, situés au-dessus de la Molasse de Bret et plus récents qu'elle. On sait qu'ils représentent un ancien delta d'un Rhône tertiaire qui, au pied des Alpes naissantes, s'embouchait dans la mer molassique. Les bancs de conglomérat, caillouteux, durs et résistants, sont mis en saillies par rapport aux roches plus tendres intercalées : grès, macignos et marnes. Le contournement de ces saillies résulte de l'intersection de deux surfaces : le plan des couches dures incliné au S-E, et la surface topographique qui, grossièrement horizontale au N de Puidoux, s'incline progressivement, lentement d'abord puis rapidement vers le Léman (fig. 8). En somme, l'affleurement saillant d'une couche dure absolument constante dessinerait une hyperbole grossière à branche N-E sur le plateau de Bret, à sommet incurvé sur le haut du versant, et à branche S-E coupant obliquement la pente, à peu près constante, du versant. Voilà, comme le montre schématiquement la fig. 8, un simple problème d'intersection. C'est une telle branche S-E qui émerge du lac au Moulin de Rivaz et qui monte en direction de la Cornallaz, en franchissant la route en corniche de Chexbres. Mais comme ce banc de conglomérat s'effile en hauteur — vers le large de l'ancien delta — pour passer à des grès sableux, la saillie se perd dans le paysage.

On sait que les conglomérats du Pélerin ont une forme anticlinale largement ouverte, dont la carte géologique de M. E. Gagnebin (4) révèle tout le détail. Donc, entre Crenières et Chardonne-Baumaroché, l'intersection des surfaces topographique et structurale va s'incurver encore vers l'E. Et là il faut reconnaître que le parallélisme devient frappant entre ces lignes topographiques et ce que nous pouvons imaginer de la direction d'écoulement glaciaire. Il est tout aussi frappant une fois franchi l'éperon de Jongny-Baumaroché, et sur le trajet de la langue glaciaire débordant par la dépression d'Attalens, où nous trouvons brusquement des buttes et des crêtes orientées au N-N-W, c'est-à-dire suivant l'axe de la dépression, et toujours parallèlement au déplacement supposé du glacier. Et cependant jamais, au cours de ce contournement, dès le lac de Bret jusqu'à l'E du Pélerin, nous n'avons cessé de rencontrer des crêtes, des pentes, des mamelons, parallèles à l'intersection des couches et de la surface.

C'est dire que tout le pourtour du Pélerin présente une topographie en têtes de bancs. Ces têtes, par sapement et af-

fouillement à la base des bancs, fournirent des blocs isolés, nombreux dans ce paysage. Eboulés sur le glacier et transportés par lui, semblables blocs — ou ceux d'une topographie disparue — ont été parsemés sur le Plateau où l'on en retrouve couramment. Leur répartition actuelle montre bien que le glacier qui les prit en charge ne s'écoulait pas uniquement au N. ni au NE, puisqu'on trouve de ces blocs sur le Jorat et le Gros-de-Vaud, à plus de 20 km au NW.

Encore une fois, il faut bien constater, comme pour les plateaux décrits précédemment, que les lignes topographiques du Pélerin sont engendrées par la disposition tectonique du sol et les affleurements des bancs durs. Or la mise en saillie des bancs durs est affaire de la dénudation en général et non pas caractéristique d'un burinage glaciaire, dont tout ce qu'on pourrait dire, c'est qu'il a docilement suivi les traits topographiques.

On n'a donc pas de preuve d'un tel burinage. Si la disposition tectonique des couches était autre, qu'elles soient par exemple redressées ou anticlinales, et que les cannelures actuelles soient cependant marquées, le burinage serait démontré. Mais nulle part ces cannelures ne prennent les bancs en écharpe.

Nous dirons donc que l'action glaciaire autour du Pélerin a dû être une usure générale, un moutonnement, une évacuation de blocs, mais qu'elle n'a pas de manière visible ciselé le mont suivant les lignes d'écoulement.

« *L'aire de dispersion* » de Vevey et les « *drumlins* » de Lavaux.

L'idée d'un glacier suivant d'une part la vallée du Léman et divergeant, d'autre part, de côté et d'autre du Pélerin, a amené Biéler à considérer le paysage mamelonique et moutonné de Vevey-Clarens comme une *aire de dispersion*, une *patte d'oie*, conservant dans les axes de ses mamelons la trace de l'embranchement et de l'étalement du glacier.

Des mamelons de ce coin de pays, les uns ont en plan une forme elliptique, les autres une forme ronde. Ici les champs morainiques ne sont point rares (4), et sur leurs surfaces tendres et inclinées le jeu de l'érosion est rapide et capricieux. La Molasse rouge, d'autre part, qui sort de partout, est affectée d'accidents nombreux, cassures et replis; elle n'est plus une surface isoclinale simple. C'est tout cela qui justifie l'allure dispersée des mamelons.

Et comment voir une aire de dispersion, une patte d'oie en Y, quand les monticules elliptiques sont axés dans toutes les directions ? Il s'en trouve un exemple convaincant à l'E d'Hauteville, entre Vevey et St-Légier. Trois monticules allongés, d'altitudes semblables, cotés 518, 518 et 516,7 m — qui sont donc synchrones dans le cas d'érosion glaciaire ou de drumlins — sont disposés de manière telle que leurs axes dessinent un triangle isocèle. Même en supposant d'in vraisemblables tourbillons dans la masse de glace, on ne peut aboutir à pareil modelé.

Nous ne retrouvons pas, d'ailleurs, une fois passé l'îlot du Pélerin, de *surface de convergence* qui puisse être le pendant de l'aire de dispersion de Vevey. Entre les Thioleyres et Palézieux-gare, sitôt dépassés les conglomérats durs, il n'y a plus, sur ce plateau de molasse tendre largement synclinale, la moindre butte orientée. Et pourtant les branches E et W du glacier devaient s'y rejoindre. Suivant le même principe, le sol y devrait être modelé en lignes convergentes. Pour toutes ces raisons, l'aire de dispersion de Vevey paraît un leurre.

On en dira tout autant des « drumlins » de Lavaux soi-disant axés sur l'écoulement glaciaire de la vallée du Léman: Aran, Savuit et Bochat. Il s'agit de buttes rocheuses et de lambeaux de moraines latéro-frontales, rapidement mis à mal par l'érosion très active sur cette pente raide. Ces drumlins de versant seraient d'ailleurs d'une bien grande originalité, et si drumlins il y a, ils ne peuvent guère être que dans le fond de la vallée, sous les eaux du lac, où rien ne les indique.

* * *

Des conclusions d'ensemble se dégagent des analyses précédentes. Elles se sont déjà dessinées après chaque chapitre, il suffira de les grouper.

¹ Cette direction pourrait être connue par les alignements de crêtes morainiques frontales et latérales, par la dispersion des blocs erratiques et par les stries glaciaires. On a vu que les crêtes morainiques manquent. Les stries sur les surfaces moutonnées ne sont que rarement mises à découvert et sont souvent divergentes. Il est d'ailleurs concevable que la direction d'écoulement variait avec l'épaisseur de la masse de glace. A des épaisseurs différentes correspondaient des exutoires différents, aux largeurs également variables. La « direction d'écoulement » n'a donc de sens que dans un certain laps de temps. Une autre cause de modification du sens d'écoulement serait dans les changements de pentes dus à des gondolements de surface pendant une ou entre deux glaciations. Nous raisonnons en effet à propos des glaciations en partant de la topographie actuelle. Mais les variations de la charge glaciaire et leur retentissement sur l'isostasie, d'autres facteurs tectoniques encore, ont pu la modifier. Reconnaissons qu'il est incomparablement plus simple de soulever ces problèmes que d'y répondre.

Dans la genèse de ces alignements topographiques, l'alluvion morainique drumlinique n'a aucune part. Il n'y a pas de champs de drumlins sur le Plateau vaudois entre la Venoge et les Préalpes. Cette morphologie de côtes et de buttes ou croupes est essentiellement rocheuse.

Le burinage de sillons ou cannelures par le fond du glacier est indémontrable dans tous les cas. Outre la difficulté théorique à admettre que l'érosion glaciaire se puisse manifester inégalement sur une surface plane d'étalement et d'alluvionnement, on se trouverait dans l'obligation, pour faire jouer au glacier un rôle de ciseleur des côtes et buttes, de supposer *a priori* que ses lignes d'écoulement sont toujours parallèles à la direction même des couches. Seules seraient démonstratives des cannelures prenant en écharpe les têtes de couches, et de tels exemples n'existent pas.

De plus l'érosion glaciaire ne pourrait s'être bornée aux surfaces isoclinales du pays. Le glacier a occupé l'ensemble du Plateau vaudois: à cet écoulement général devrait donc correspondre une sculpture générale en buttes allongées de tout le pays recouvert, ce qui n'est pas.

Il en résulte que nous ne pouvons pas déduire des formes du terrain le sens de l'écoulement glaciaire sur cette partie du Plateau.

Ceci ne signifie pas que rien n'y relève du glacier: l'émoussement des saillies, le moutonnement général — sans orientation distincte — et surtout l'empâtement des formes par la moraine, sont ses attributs. Mais le mouvement glaciaire n'a pas été générateur de reliefs rocheux.

Les lignes topographiques orientées du Plateau, et particulièrement les collines allongées, sont une morphologie originale et propre à la formation molassique. Sur ce sol aux couches alternativement dures et tendres, elles résultent de l'ablation générale sur les têtes de bancs des seules régions isoclinales. Cette ablation est essentiellement le fait des altérations superficielles, particulièrement intenses dans les molasses, et des érosions subaériennes inter- ou antéglaciaires. Ainsi se traduit en surface l'influence prédominante et caractéristique du tréfonds.

Par cela, la signification morphologique n'est pas appauvrie. Bien au contraire, la Molasse, d'aspect si flou et sans grandes particularités morphologiques, se montre pourvue de traits caractéristiques et révélateurs du tréfonds, dans l'élaboration desquels l'action glaciaire n'intervient qu'au second plan.

Ces formes superficielles aideront certainement à déchiffrer certains problèmes du soubassement. Déjà les grandes zones isoclinales se révèlent dans toute leur ampleur par le simple dessin topographique. Plus l'hypsométrie de nos cartes, qui pour le Plateau laisse encore beaucoup à désirer, se fera précise et serrée, plus elle laissera transparaître l'infrastructure de ces zones. Et cette analyse du fond par la morphologie permettra sans doute quelque jour de déceler en surface des accidents profonds encore ignorés.

BIBLIOGRAPHIE

1. TH. BIÉLER. — Etude préliminaire sur le modelé glaciaire et le paysage drumlinique dans la plaine vaudoise. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 37, 1901.
 2. CH. BIERMANN. — Le Jorat. *Bull. Soc. neuchât. géogr.*, T, XX, 1910.
 3. E. DE MARTONNE. — Traité de Géographie physique. Paris, Colin, 1920.
 4. E. GAGNEBIN. — Carte géologique des Préalpes entre Montreux et le Moléson et du Mont Pélerin. *Comm. géol. suisse*, 1922.
 5. W. CUSTER. — Etude géologique du Pied du Jura vaudois. *Mat. carte géol. suisse*, Livr. 59, 1928.
 6. A. BERSIER. — Recherches sur la Géologie et la Stratigraphie du Jorat. *Mém. Soc. vaud. Sc. nat.*, Vol. 6, No 3, 1938.
-