

Zeitschrift: Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 6 (1938-1941)
Heft: 3

Artikel: Recherches sur la géologie et la stratigraphie du Jorat
Autor: Bersier, Arnold
Kapitel: I: Revêtement et morphologie glaciaires
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-287459>

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: 13.01.2026

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

d'une compréhension avancée du faciès molassique, signale en une brève communication que nous citerons partiellement plus loin, un gisement de feuilles fossiles au Bouzinet, près de Chezeaux.

Les synthèses de Ch. Depéret (17) et de H. Douxami (18) ont englobé toutes deux le Jorat sans apporter à son sujet aucune observation originale, se bornant à grouper les résultats obtenus dans la région du Léman et de la Venoge. Nous donnons un aperçu de leur classification des terrains de la région lausannoise, dans la partie stratigraphique de ce travail. Notons simplement cette réflexion caractéristique de H. Douxami à propos du tertiaire vaudois: « Les difficultés sont encore accrues par les grandes variations de faciès que présentent tous les dépôts gréseux, par l'état de conservation fort défectueux des fossiles, généralement à l'état de moules plus ou moins déformés, ainsi que par la continuité parfaite entre les dépôts aquitaniens généralement d'eau douce, et les miocènes marins; cela rend la limite des étages fort difficile à préciser. »

Enfin F. Jaccard, pour une étude géographique de Ch. Biermann (6) sur laquelle nous reviendrons au cours de ce travail, a levé une petite carte géologique de Corcelles-le-Jorat, qu'il situe dans l'Helvétien.

En somme le Jorat a toujours paru représenter le simple prolongement septentrional des assises du versant lémanique. Cette conception rudimentaire s'ajoutant aux difficultés signalées plus haut, des recherches plus approfondies semblaient vouées à la stérilité. Une ignorance quasi totale persista donc sur la géologie de cette région, et la bibliographie, durant nos premières hésitations, ne nous a guère été secourable.

CHAPITRE PREMIER

Revêtement et morphologie glaciaires

La connaissance de l'histoire glaciaire du plateau vaudois est peu avancée, et les échelons stratigraphiques élémentaires ne sont pas encore nettement déterminés. Une étude de détail comme celle-ci, sur une fraction de territoire arbitrairement découpée, sera donc forcément limitée dans ses conclusions.

La difficulté principale dans l'interprétation morphologique réside dans la discrimination entre relief erratique et relief molassique. A quelques exceptions près, les molasses sont

des roches de cohérence faible, gélives, que le contact avec l'atmosphère ou simplement la proximité de la surface décompose et ameublit encore. Ce qui affleure d'un banc, même cohérent ou dur à l'intérieur du sol, ce n'est souvent qu'une matière sableuse, pulvérulente, complètement désagrégée par l'effet de l'air, de l'humidité et du gel, et dont la consistance est à peine supérieure à celle des moraines.

Les formes arrondies et douces que l'altération superficielle et l'ablation donnent aux bancs rocheux affleurants sont donc pareilles dans l'ensemble à celles qui résultent du jeu de l'érosion sur les matériaux morainiques. Si l'on ajoute que ces deux matières de résistances voisines ont subi au même degré le modelé glaciaire, et que le glacier distribua la moraine sur la molasse sans que rien, souvent, permette de saisir l'ordre de cette distribution, on comprendra combien il peut être ardu et aléatoire de distinguer la nature du sol au simple examen topographique de la surface.

A cela s'ajoute que la végétation ne trahit rien de cette différence des sols. Ils sont pour cela trop intimement mêlés. D'autre part leurs constitutions minéralogiques sont voisines, molasse et erratique n'étant que deux formes d'alluvions du même édifice alpin.

L'examen direct du sol, dans les champs labourés, par exemple, ne peut guère fournir davantage d'arguments. Des cailloux alpins striés, disséminés dans un champ, feront croire qu'on est là sur la moraine. Or il se peut fort que les seuls éléments erratiques de ce sol en soient ces quelques cailloux épars et que tout le reste ne soit que molasse désagrégée. Dans une terre riche en argile on voudra voir l'indice de moraine de fond. Il est tout aussi probable qu'on ait là, en réalité, de l'argile molassique.

Certes à la longue l'œil s'exerce, et scrutant attentivement les linéaments de la face du sol, il en pénètre l'essence dans une certaine mesure. Le relief molassique est moins franchement mou que l'erratique, plus riche en disharmonies de forme dont il faut voir l'origine dans les variations de cohésion au sein d'un même banc rocheux. Mais il s'agit là de critères de différenciation bien subtils et qui souvent prêtent à confusion. Hormis les cas tranchés par un affouillement, une gravière, un terrassement de route, il faut bien dire que faire le départ entre la roche moutonnée et le matériel morainique modelé est en général une impossibilité. Il ne faut pas se dissimuler que c'est là le principal, l'insurmontable obstacle à toute vraie connaissance du glaciaire sur le plateau.

A. Définition de quelques termes.

La grande confusion régnant dans la nomenclature des anciennes formations glaciaires fait qu'il n'est pas inutile de définir le sens attribué aux divers termes dont on usera pour les désigner. Sur une étendue de terrain relativement restreinte, on n'éprouve pas de grandes difficultés à distinguer et à classer ces formations; il est entre elles de grands traits communs. La difficulté est de les désigner d'un terme qui traduise leur véritable signification. Et c'est dans cette attribution que les interprétations et représentations personnelles jouent un rôle prédominant. Il en résulte, lorsqu'on passe d'un auteur à l'autre, de regrettables divergences de définition pour un objet commun, qui, jointes au désordre des déterminations, sont un obstacle énorme à toute tentative de coordination.

Une telle confusion est compréhensible: s'il est possible, localement, de grouper entre elles des formations présentant une certaine homogénéité, résultant d'une similitude de conditions de dépôt, la difficulté s'accroît considérablement si l'on cherche à englober sous une nomenclature régionale des faciès à l'origine desquels interviennent une multitude d'agents. Aussi bien nous garderons-nous de proposer une généralisation des définitions qui suivent, limitant leur validité au seul territoire sur lequel nous les avons établies.

1. MORaine DE FOND.

Par là nous entendons un mélange confus et sans aucun ordre apparent de matériaux graveleux, sableux, d'aspect argileux ou le plus ordinairement terreux. Les argiles plus ou moins lavées et sablonneuses, englobant des graviers subanguleux ou roulés de volume variable (*argile à blocs* des auteurs), existent aussi, mais dans plus d'un cas il y a lieu de croire qu'elles sont le résultat de dépôts boueux dans des lacs ou poches d'eau péri- ou post-glaciaires et s'apparentent alors plutôt à la moraine remaniée ou même au fluvioglaciaire.

Les graviers de cette formation sont émoussés, très généralement striés, surtout s'ils sont de nature sédimentaire. Toutes les roches alpines s'y trouvent mélangées, et l'on y découvre aussi quelquefois des poudingues du Pélerin et des grès molassiques.

Nous verrons plus loin qu'il faut y comprendre de nombreux matériaux originaires de moraines superficielles ou fron-

tales, intimement mêlés en cours de dépôt et dont la distinction n'est plus possible.

2. MORAINE REMANIÉE.

Ce sont les matériaux précédents repris et transportés, si peu que ce soit, par les eaux de fusion. Leur aspect est plus net, ils ont souvent perdu par l'évaporation leur enrobement terreux. Il s'est produit déjà une certaine sélection, il y a par place des amorces de stratification, des ébauches de lits.

Il s'agit là d'une action des eaux de fusion en conjonction étroite avec celle de la glace elle-même, opérant aux abords immédiats du glacier et plus souvent sous lui, au sein de la moraine, dans des nappes infraglaciaires, des poches ou des crevasses. Ce peuvent être aussi bien des dépôts morainiques repris par l'eau que des alluvions sous-glaciaires remaniées par la masse de glace. Il est certain que ce remaniement doit être attribué en bonne partie aux crues et décrues amenant un déplacement incessant du front glaciaire soit en phase de récurrence, soit en phase de retrait. Il en résultait, outre le mélange des moraines frontales et de fond, une reprise partielle de ce matériel morainique par l'eau, que bousculait ensuite une crue de la glace.

Il va de soi que tous les termes de passage sont concevables, tant des moraines proprement dites à la moraine remaniée que de celle-ci au fluvioglaciaire.

3. FLUVIOGLACIAIRE.

Il s'agit d'alluvions fluviatiles de toutes tailles, limons plus ou moins argileux ou sableux, sables, graviers, galets, ordonnés en lits et résultant du transport par eau courante de matériaux d'origine glaciaire, mais sans qu'on puisse cependant en exclure d'origine purement fluviale. Ils se sont déposés en avant ou au large du front glaciaire; il ne peut faire aucun doute qu'ils aient également pu se déposer sous le glacier. En dehors de ce dernier cas, ils sont inter- ou post-glaciaires et peuvent renfermer des vestiges de faune. On y découvre presque toujours, mêlés aux galets roulés, des cailloux à stries encore nettes, dont s'empare le torrent s'échappant du glacier pour les incorporer à ses alluvions.

La structure de ces alluvions démontre que, loin d'appartenir à une nappe parfaite, elles résultent d'un ruissellement tumultueux dont la direction d'écoulement se modifiait sans cesse. Entre deux phases de dépôt, on peut observer dans les bancs des rubéfactions locales indiquant un temps prolongé

d'exposition à l'action atmosphérique. Quelquefois une sapropélisation montre un envahissement par la végétation. Il arrive qu'un début de cimentation donne à ces cailloutis un aspect de conglomérat. Leur décomposition superficielle et leur transformation en sol peuvent leur rendre un aspect terneux, jusqu'à donner l'illusion d'un revêtement morainique. Les glissements, particulièrement sur les flancs des ravins, peuvent en brouiller la stratification. Nulle part sur le territoire étudié ils n'ont l'apparence de delta lacustre.

4. LA NOTION DE DRUMLIN.

Ce terme a donné lieu dans la littérature géologique à de fort nombreuses confusions. Le résultat en est son emploi généralisé pour désigner non seulement des formations hybrides, mais jusqu'à des buttes moutonnées de forme elliptique.

Au sens strict et original, *le drumlin est un amas ovoïde de moraine de fond, à grand axe dirigé dans le sens du cheminement glaciaire*, situé à l'intérieur d'un arc morainique frontal. Il appartient donc, comme tel, au terrain erratique avec une origine et un rôle géologique et morphologique bien déterminés.

C'est bien cette définition, la seule possible, que Biéler (12) entendait lorsqu'il décrivait les trains drumliniques du plateau vaudois. Toutefois, en terminant son étude, cet auteur fait quelques réserves à ce sujet, et laisse entendre qu'il range sous ce nom des *collines de constitution uniquement morainique*, mais sans spécification du genre particulier de moraine, des *mamelons rocheux sculptés par la masse glaciaire*, et de nombreux *termes de passage à noyau rocheux* ayant amorcé un dépôt erratique postérieur.

D'autres auteurs, dans diverses parties du plateau suisse, ont usé du terme dans son sens généralisé. En s'attachant à déterminer les variétés de constitution de ces monticules, ils ont précisément mis en évidence la grande uniformité morphologique d'individus de nature diverse. Et c'est l'impossibilité de fixer cette nature chaque fois qu'aucun indice extérieur ne vient révéler la composition du sous-sol, qui leur a fait adopter la généralisation du terme drumlin. Pourtant si dans un train drumlinique les individus de nature rocheuse ou fluvioglaciaire s'apparentent morphologiquement aux autres, leur fonction géologique n'est plus la même. On ne saurait, en effet, admettre *a priori* que le résultat de l'action glaciaire sur des buttes de cette nature et de forme quelconque soit leur ciselure en collines allongées indiquant la direction de cheminement.

Mais si désirable soit-il de conserver leur sens original aux drumlins, on sera constamment arrêté en les cartographiant, par l'impossibilité de déterminer leur nature. Il y aura donc un certain flou dans l'interprétation de la carte, et toujours subsistera l'éventualité, dans le figuré adopté, de buttes moutonnées rocheuses ou fluvioglaciaires d'aspect et d'orientation drumliniques. Remarquons d'ailleurs que la figuration sur une carte de terrains erratiques, étant donné leur diversité de genres et l'extrême variabilité de leur épaisseur, soulève un certain nombre de problèmes pratiquement insolubles.

B. Descriptions régionales.

Un trait qu'il faut mettre en évidence parce qu'il domine toute la morphologie de la région et qu'il s'impose d'emblée au premier examen de la carte topographique, c'est l'orientation générale au N ou au N-E des formes topographiques. Les exceptions ne manquent point, surtout dans le Haut-Jorat, mais dans l'ensemble cette orientation du paysage est des plus nettes. Dans la région occidentale, aux environs de Sullens, par exemple, elle est méridienne, à peine déclinée au N-E. Puis au fur et à mesure qu'on se déplace vers l'orient cette déclinaison s'accentue. Aux alentours de Cugy-Bettens, elle est déjà au N-N-E, à Corcelles-le-Jorat aussi. Plus loin, au N, dans la région de Sottens, la déclinaison à l'E s'accentue encore.

Cette orientation serait-elle le résultat d'une érosion glaciaire dirigée correspondant aux lignes de progression de l'ancien glacier du Rhône, ou d'une érosion fluviale orientée par l'action glaciaire ? C'est ici le lieu de remarquer que le plongement général des couches molassiques est au S-E, donc cette direction coïncide avec celle des assises et des gradins étagés de la Fosse molassique du Jorat; *c'est celle des têtes de bancs avec mise en évidence des assises résistantes dans le relief.*

Ces divers facteurs peuvent être entrés en jeu dans la morphologie. Quelles sont leurs importances respectives? Lequel domine l'autre, ou bien faut-il attribuer à un seul d'entre eux ce modèle caractéristique? Il importe, avant de répondre, d'analyser autant que possible les résultats de l'action glaciaire et la répartition du terrain erratique dans la région.

1. LE PAYSAGE DRUMLINIQUE DE BOUSSENS.

La région dont Boussens occupe le centre, vaste replat compris entre le gradin de Sullens-Boussens descendant vers la

Venoge, et la gradin descendant vers le Haut-Jorat à partir de la ligne Cheseaux-Etagnières-Assens, est un plateau à caractère drumlinique. C'est la continuation méridionale du champ drumlinique de St-Barthélémy près d'Echallens signalé en premier lieu par Biéler (12). Situé aux confins des deux bassins du Léman et du lac de Neuchâtel et non encore atteint par l'érosion régressive, c'est un *territoire glaciaire conservé* à peu près tel qu'a dû l'abandonner l'ancien glacier. C'est une suite de collines surbaissées, arrondies, dont la forme en plan est grossièrement elliptique avec un grand axe dirigé au N ou au N-N-E, entre lesquelles s'accumulent les eaux formant de nombreux marécages sur le fond morainique argileux du sol. Il y a là, à 600 m. d'altitude, au N-E de Boussens, un marécage étendu et typique, le Marais de Planaize. Le fond en est occupé par une tourbe épaisse et exploitable, dans laquelle ont été découvertes, fort bien conservées, des élytres de coléoptères (Musée de Lausanne). Ce marécage a un émissaire, la Chamberonne, qui le draine imparfaitement. Aussi a-t-on approfondi son cours sur plus d'un kilomètre pour récupérer quelques hectares de terrain cultivable. C'est un exemple d'un fait souvent observable ailleurs, de façon moins frappante il est vrai.

Le train drumlinique de Boussens-Bioley débute à la hauteur de la route joignant Cheseaux à Sullens. Les premiers individus en sont aux lieux-dits suivants : à Montauban avec un sommet coté 621; le point 620, à l'E du précédent, en est un autre de petite taille; la ferme de Grande-Condemine, à 600 m., en surmonte un de belle taille; à Grassaz, coté 609. Dominant Sullens, les points 607 au Paquier, 606 à La Croix, 610 aux Perrelets, en représentent des cas douteux. Mais les plus beaux individus sont autour du marécage de Champ-Buet au N de Boussens, à Champ-Garrin, Talachet, Bois-de-Bettens. Celui de Chaney, coté 628, est de forme particulièrement typique. Vue du S, la butte que domine le village de Bioley-Orjulaz paraît un bel exemple de drumlin. Il n'en est rien cependant; au sommet même une excavation de maison met en évidence le grès molassique. La tranchée de la route descendant à l'W montre également ce même grès.

Un tel exemple donne à réfléchir sur l'authenticité des drumlins de cette région. Sans la construction de ce village et ses affouillements révélateurs, il est probable que nul n'eût jamais douté de l'existence ici d'un vrai drumlin, de forme typique. Et ce cas doit induire à la prudence dans l'interprétation des collines qui poursuivent vers le N, le champ drumlinique de St-Barthélémy.

Biéler ne doutait pas de l'authenticité de ces drumlins. W. Custer, dans son étude de détail de la région d'Echallens (15, p. 39), dit ne pouvoir se prononcer sur leur nature. Cette question doit rester en suspens, me semble-t-il, jusqu'à ce que des travaux ou des fouilles mettant à jour le sous-sol permettent d'en juger, mais on peut tenir pour certain que la molasse y apparaîtra plus fréquemment qu'on ne le pourrait croire.

Le cas de Bioley-Orjulaz est d'autant plus curieux qu'à 130 m. en contre-bas à l'W, à 500 m. du village, est un des plus beaux affleurements de glaciaire que possède la région. C'est une grande gravière activement exploitée pour l'entretien des routes cantonales, qu'une exploitation future probable maintiendra longtemps en état de fraîcheur. Le front de taille montre une épaisseur de 5 à 7 m. d'alluvions fluvioglaciaires bien stratifiés, en lits horizontaux alternants de sables et galets d'origine alpine. Des ossements de Cerf y ont été découverts, et le Musée de Lausanne en conserve une molaire de *Rhinoceros tichorhinus*, Fisch. Un sondage de 5 m. pratiqué sur le fond actuel de la gravière n'a pas atteint le substratum rocheux.

Ces alluvions sont recouvertes, en superposition parfaitement nette et tranchée, d'une épaisseur de matériaux morainiques, à vrai dire très terreux et décomposés, atteignant jusqu'à 3 m.

La surface de ces alluvions n'est pas horizontale; elle s'abaisse à l'W de deux ou trois mètres, témoignant ainsi d'une érosion antérieure au dépôt de la moraine, érosion qui peut être le fait soit du ruisseau précédent l'avance des glaces, soit du glacier lui-même.

Les alluvions fluvioglaciaires sont donc ici beaucoup plus importantes que la moraine qui les recouvre. Nul doute qu'elles ne jouent un rôle essentiel dans la formation du manteau erratique épais de ce plateau de Boussens où nulle part ailleurs elles ne sont mises en évidence.

Un fragment de défense d'*Elephas primigenius*, Blum., conservé au Musée de Lausanne, a été trouvé dans la région des Champs-d'Ost, à 2 km. de Bioley, à l'E, dans des alluvions visibles dans une gravière du versant gauche de la Molombaz.

1. LA RÉGION DE VERNAND (AU S DE CHESEAUX).

Les dépôts glaciaires y sont importants. A l'W dans le Bois-de-Plamont, entre les deux Chamberonnes, ils apparaissent nettement. Une gravière a été creusée dans une masse qui tient

à la fois du fluvioglaciaire et de la moraine remaniée. Les gravières et sables y sont bien lavés, mais beaucoup moins ordonnés en lits qu'à Bioley, par exemple; d'ailleurs l'affleurement est d'importance bien moindre. Sans doute est-ce le cas, simplement, de parler ici de moraine remaniée. Un matériel identique se retrouve à Timonet, le versant W de la colline 574 en est constitué, et le haut du ravin de la Petite-Chamberonne le met en évidence.

Vernand-dessous est un plateau de glaciaire. Les blocs erratiques y sont nombreux, non pas dans la partie cultivée, d'où ils ont disparu, mais dans le bois dominant la Mèbre. Signalons-y l'existence d'un des plus grands blocs connus aux environs de Lausanne, la Pierre-à-Cambot, en poudingue de Vallorcine, qui n'a de comparable, comme taille, qu'un autre grand bloc tout à fait inconnu, dans la Bressonnaz, près de Ste-Catherine.

A Bel-Air, un puits profond de 6 m., creusé dans le glaciaire, n'atteint pas la molasse. D'autre part, cette dernière cesse dans le ravin de la Mèbre, à l'aval de la route cantonale. Plusieurs petites gravières ont été creusées dans la région jusqu'à une profondeur de 4 m. On y voit, en particulier, entre Vernand et Romanel, un matériel morainique plus ou moins lavé, avec par places des amorces de stratification. Le glaciaire apparaît donc, sur ce territoire assez uniformément épais.

Un seuil de molasse domine ce plateau, entre 630 et 640 m. d'altitude, au-dessus de l'ancienne route reliant Romanel à Cheseaux. A ce premier gradin molassique en fait suite un second, entre 680 et 700 m., dans le Bois de Vernand-dessus. Le replat qui les sépare est aussi recouvert de glaciaire épais qu'on voit fort bien dans une gravière derrière les maisons de Vernand-dessus, et qui présente ce même caractère de moraine plus ou moins reprise par le ruissellement.

On a donc affaire ici à un relief préglaciaire en gradins dont les replats ont été recouverts par d'abondants dépôts. Les blocs erratiques sont fréquents aussi dans le Bois de Vernand-dessus. Il en existe tout un essaim, d'assez belles tailles, dans le haut du ravin de la Mèbre, sous le point 668.

3. LE PLATEAU DE CUGY.

Entre la colline rocheuse de Morrens et le gradin burdigalien du Haut-Jorat, limité au S et au N par les deux ravins de la Mèbre et du Talent, s'étend le plateau de Cugy, à couverture glaciaire épaisse. Il s'agit là surtout de moraine de

fond, pour autant qu'on en puisse juger dans les nombreuses gravières du pays, malheureusement envahies par la végétation.

Signalons près de Morrens, à La Rochette et à Montellier, de curieuses buttes escarpées et rocheuses, à contour elliptique orientées au N-E.

4. LE HAUT-JORAT.

Il ne semble pas, de prime abord, que le glaciaire abonde dans la partie haute du Jorat. Le grès burdigalien, en effet, apparaît dans les ruisseaux sitôt que leurs ravins s'enfoncent quelque peu. Le sol, parfois très sableux, paraît surtout formé d'éléments résultant de la décomposition des grès. Dans ces grandes forêts, à distance des habitations, il ne semble pas que l'exploitation des blocs ait dû être poussée aussi activement qu'ailleurs, pourtant ils y sont plutôt rares.

A la vérité, si le glaciaire est à peu près absent sur les croupes molassiques, il occupe plutôt les dépressions, et il y paraît souvent épais. Son rôle géographique y est important, nous ne nous y attarderons pas puisque c'est un fait déjà bien connu: nous voulons parler du réservoir qu'il constitue pour les sources. La carte hydrographique du Jorat présente toute une ramification développée, un vrai chevelu de ruisselets et les sources y sont légion. La cause n'en est pas tant aux précipitations atmosphériques, guère plus élevées que dans le pourtour, qu'à deux agents importants ajoutant leurs effets pour la conservation de cette eau de pluie. Le premier est l'action des grandes étendues forestières peuplées de sapins. Si leur rôle dans la condensation des vapeurs atmosphériques est encore mal connu, on sait au moins qu'elles sont un important obstacle à l'évaporation, et cette dernière influence est énorme. Le second, c'est la présence d'un sol en grande partie erratique, poreux, dans lequel les infiltrations s'accumulent et se filtrent admirablement.

L'étude de la répartition de l'erratique dans ces régions dévoile un fait frappant: *l'existence de matériaux erratiques dans des dépressions préglaciaires, à tout le moins antérieures à la dernière glaciation, et plus profondes que le réseau hydrographique actuel.* Il faut examiner de près les ravins des cours d'eau pour voir apparaître bien clairement ce phénomène.

Nous en trouverons le premier exemple dans le Talent. A 250 m. en amont du coude de cette rivière, vers Froideville, les grès du Burdigalien qui occupent jusque-là les deux versants de la vallée, cessent brusquement, et c'est du matériel erratique qui se substitue à la molasse sur les versants et

dans le thalweg. S'agit-il d'un placage, ou du recouplement d'un ancien lit? En tout cas la transition est nette, et le glaciaire descend plus profondément que le lit de la rivière. A Paturiau, sous Les Saugealles, un pointement rocheux sort du glaciaire, mais sur un court trajet de la rivière, et le glaciaire se substitue à nouveau au grès, descendant encore visiblement plus bas que le thalweg, jusque tout près du pont coté 783. Il y a là sur rive gauche, dans le ravin, une exploitation de graviers appartenant à la moraine remaniée. On peut admettre que la vallée actuelle est épigénétique, qu'elle recoupe une vallée plus ancienne et plus sinuuse, mais il est malaisé de saisir par où s'échappait cette ancienne vallée. Les alentours paraissent, en effet, constitués partout à cette profondeur par de la molasse. Cependant la roche n'apparaît pas partout, tant s'en faut, et l'on ne peut absolument écarter d'emblée l'existence d'un ancien tronçon de ravin dissimulé sous le sol et la végétation.

Un fait semblable s'observe immédiatement en aval de la patinoire de Ste-Catherine, dans la tête du ravin de la Bressonnaz. Le grès burdigalien qui, aux alentours de Montpreveyres et des Cullayes, s'observe partout dans la vallée, cesse à la hauteur de la Rèce, 1 km. en aval de la patinoire. La Bressonnaz coule alors nettement dans de la moraine, visible sur plusieurs mètres de puissance, avec de nombreux blocs erratiques. Il y a, à 700 m. de la patinoire, à l'altitude de 835 m., un des blocs les plus volumineux du Jorat, en conglomérat du Pélerin, tout à fait ignoré, même de la carte d'Alph. Favre (9).

Au nord, dominant la Bressonnaz, le versant de la Montagne-du-Château est essentiellement rocheux, ainsi que cela est visible dans les petits affluents qui en descendent. Près de la patinoire, sur l'autre versant du vallon, la molasse se montre aussi: c'est donc une vraie dépression dans la molasse que la moraine a comblée, et la Bressonnaz actuelle n'en a pas encore atteint le fond.

Dans le bois des Riaux, ou plus joliment Rios, entre Les Cullayes et Mézières, le ravin du rio principal, aux belles parois de grès gris-vert burdigalien, a aussi été rempli de glaciaire. En face d'une grande carrière de grès, encore un peu exploitée actuellement, s'en trouve une autre, de gravier, probablement de la moraine remaniée ou du fluvioglaciaire, occupant la partie gauche du fond du ravin. L'exploitation a mis à découvert, sous ces graviers, un ancien thalweg comblé. Le cours actuel est épigénétique sur ce tronçon, mais dans l'ensemble il occupe cependant un ravin préexistant, antérieur à l'invasion morainique.

Voilà qui diverge passablement de l'interprétation de M. C. Biermann (6) qui voit dans le talus de molasse que forme le bois des Rios et les ruisseaux qui le franchissent la démonstration que cette roche, qu'il dit très fissurée, est plus rapidement attaquée par l'érosion que le matériel erratique.

On n'en finirait pas de décrire les points où se montre la moraine dans le Haut-Jorat. Citons-en cependant quelques autres :

Au-dessus de Montherond, sur le versant gauche du Talent, où grimpent les lacets de la route de Lausanne, le glaciaire est important. Ce sont des argiles de fond qui ont fait l'objet d'une description de la part de E. de la Harpe (2). C'est un placage morainique de versant. Une carrière montre que les graviers y abondent également.

Sur l'autre versant, dans le Bois d'Arches, autour du Challet à Marin, le placage est épais, avec de nombreux, mais peu volumineux blocs erratiques, surtout dans les ruisseaux de Tiolleyre et de Freteyre. De nombreuses sources s'alimentent à cette moraine. Une carrière, au N de Fayules, montre de la moraine remaniée avec stratifications.

Plus loin, au N, sur la butte de Planche-Riande, dans un chemin creux, le contact de la moraine sur la molasse est visible. Des fragments de grès molassiques décomposés y sont mêlés aux matériaux alpins. La présence de ces matériaux autochtones, observés ailleurs également, montre de frappante manière l'activité érosive du glacier sur le plateau.

Dans la haute Mentue, la moraine de fond sableuse ou argileuse apparaît fréquemment. Le ruisseau de la Rose, en particulier, qui relie deux bassins hydrographiques, creuse son lit côté Mentue, dans des argiles glaciaires homogènes, épaisses d'une vingtaine de mètres.

5. LA DÉPRESSION PRÉGLACIAIRE D'USSIÈRES.

Le relief préglaciaire (et nous entendons par ce terme: antérieur aux dépôts superposés, sans préjuger ici de l'âge relatif) à comblement morainique dont nous avons vu quelques exemples dans les vallées, apparaît sous un aspect plus vaste sur le plateau de Mézières-Corcelles-le-Jorat. Cette région forme une sorte de concavité, dont Ussières occupe le centre, recouverte d'un important matériel erratique.

La Bressonnaz la traverse, et malgré l'indication par une carte précédente (6) de molasse sur presque tout le trajet du lit, celle-ci est interrompue pendant toute la traversée de la

plaine d'Ussières. On la quitte, en remontant le cours d'eau, un peu en amont du Moulin des Vaux; elle ne reprend qu'au voisinage du pont de la route cantonale.

Le glaciaire se montre en de nombreux points de cette concavité: au-dessus du Moulin des Vaux dans une gravière, dans une autre encore à Molleyre, et dans le lit du petit ruisseau qui en descend, où l'on trouve des blocs erratiques près de Pacoton. Mais c'est aux carrières des Usines d'Ussières, à proximité immédiate de la Bressonnaz, qu'il apparaît dans toute sa puissance. Ce sol d'alluvions a été exploité depuis fort longtemps par d'anciennes carrières abandonnées. Actuellement ce travail se poursuit dans la principale des exploitations. On y voit des lits de sables et de graviers; il s'agit de fluvioglaciaire. Mais les matériaux argileux abondent aussi, et ce fluvioglaciaire ne doit guère être autre chose que de la moraine remaniée. L'exploitation descend de plusieurs mètres en contre-bas du lit actuel de la Bressonnaz, et cependant le substratum molassique n'est pas atteint.

Cette dépression d'Ussières se poursuit au S, au bas du gradin rocheux de Champ Doguz-Pendens-Moilles. Les ruisseaux quittent la molasse dès leur arrivée au bas de ce gradin et coulent sur l'alluvion glaciaire. Le Flon lui-même, à la hauteur de Servion, coule sur ces alluvions.

Les buttes molassiques de Servion, Ferlens, Mézières, Main-de-Fer, bordent la dépression à l'E. Que les glaciers quaternaires soient les principaux agents sculpteurs de ces collines rocheuses plus ou moins tapissées de glaciaire, on n'en saurait disconvenir, sans y voir pour cela des drumlins typiques (6, p. 27 et pl. 9).

Le Flon de Carrouge lui aussi, près du village du même nom, interrompt son lit rocheux sur un espace de 2 km. 5. Le glaciaire sur lequel il coule pendant ce trajet remplit encore une dépression ancienne.

6. LA HAUTE-MÉRINE.

L'exemple le plus frappant de dénivellation préglaciaire comblée puis rajeunie par l'érosion fluviale postglaciaire, c'est dans la Haute-Mérine, en aval de Villars-Mendraz, qu'il faut le voir. La Mérine occupe une des vallées les plus profondes du Jorat. Dans la partie inférieure, l'erratique ne joue aucun rôle. Il est, par contre, important dans le haut de la vallée.

Déjà sous Le Chalet, à l'E de Sottens, immédiatement au-dessus de la route, une petite gravière fait apparaître du maté-

riel graveleux, de la moraine de fond sans doute, sur le versant de la vallée. Sur l'autre versant, comme l'indiquent plusieurs gravières à Vy de Sottens, la moraine existe aussi, elle descend même fort bas, presque jusqu'au cours d'eau, voilant la roche, qui n'apparaît plus que dans le haut d'un des affluents, un ruisseau privé de sa tête, capturée par la Bressonnaz vers Moille-Robert.

Si l'on abandonne la vallée adventive descendant de Sottens, fort encaissée et essentiellement rocheuse, pour continuer à remonter le cours de la Mérine, on constate que la molasse s'abaisse sur les versants pour cesser bientôt complètement dans le thalweg en aval du gué de Baumaz. La vallée, qui s'est élargie, apparaît maintenant comme entièrement taillée dans le glaciaire et le lit de la rivière est encombré de blocs erratiques dévalés des versants.

Après un demi-kilomètre d'interruption, la roche reparaît, n'occupant que l'extrême fond de la vallée, et appartenant sans doute à un ancien versant. Au-dessus, les deux versants paraissent constitués de glaciaire épais. Au Moulin des Forges, la roche disparaît à nouveau.

Cette région du Moulin des Forges est extrêmement intéressante par le jeu de l'érosion dans la molasse et dans son manteau de matériel erratique. Le bras de la Mérine parcouru jusqu'ici s'y divise en deux. Celui du S est le ruisseau de Lava-Bobiux, au N-W c'est celui de Neyrevaux. Or, soit qu'on examine, sur la rive gauche, le ruisseau de Lava-Bobiux ou son affluent des Gandines, ou bien, sur rive droite, le ruisseau de Neyrevaux et ses petits collatéraux, ce n'est jamais que dans leur partie tout à fait supérieure que leurs ravins sont taillés dans la roche. Toujours la partie basse est dans le fluvioglaciaire ou la moraine. Cela est particulièrement net dans les deux petits ruisselets au N-W des lacets de la route de Peney. On voit la roche dans le haut, sur le flanc du ravin, et sur une hauteur d'une trentaine de mètres. Le fluvioglaciaire de la base est mis en évidence, de fort belle façon, dans une grande gravière en exploitation, juste au bord du premier virage de la route, en montant. Il y a là, visibles sur une hauteur de 15 m., d'épais lits de sable entremêlés de lits de graviers, le tout fort bien stratifié. C'est donc du fluvioglaciaire accroché contre le flanc de la vallée, et qui devait antérieurement la combler presqu'entièrement.

Ce fluvioglaciaire est important. La butte 791 en est constituée. De petites gravières, où il se montre plus ou moins soudé en poudingue, permettent de n'en pas douter. Cette butte est

séparée d'une autre, cotée 781, par une petite vallée morte. Il est permis de supposer que le ravin actuel prenant de l'importance et s'enfonçant davantage, sans doute après capture de la partie supérieure du ruisseau franchissant précédemment le col de Villars-Mendraz, les eaux que drainait cette vallée morte se sont infiltrées dans le sous-sol perméable. Le point d'eau dans le thalweg principal, en prolongement de cette vallée, en représenterait donc l'écoulement actuel.

Ce n'est qu'après le coude de capture de Villars-Mendraz que la molasse réapparaît dans le lit du ruisseau de Neyrevaux.

Dans les ruisseaux descendant du Bois des Oliviers et de Côte-Germain, le revêtement morainique apparaît sous forme d'argile ou de blocs erratiques.

Dans le bas du ruisseau de Lava-Bobius, le glaciaire est représenté par des sables argileux, homogènes. Il faut voir là, pensons-nous, de la moraine de fond. Après ces sables, la molasse reprend et il est bien visible qu'il s'agit ici du bord d'un versant ancien. Le passage d'un matériel à l'autre détermine une cascade, et la paroi rocheuse formant le seuil fait preuve d'une décomposition avancée.

Plus haut, dans les environs de Peney, la moraine de fond paraît importante. La gravière du Chalet au Renard la rend apparente, montrant qu'il s'agit plutôt de moraine remaniée, agrégée par places en masse conglomératique, la « grappe » dans le langage des carriers.

7. LE PLATEAU DE SOTTENS.

Le paysage de la région de Sottens est, nous paraît-il, l'un des plus caractéristiques du pays molassique vaudois. C'est un plateau irrégulièrement accidenté et bosselé, limité par deux vallées, deux coupures profondes, celles de la Mentue et de la Mérine. L'encaissement brusque de l'une et l'autre met en évidence la jeunesse de l'érosion actuelle.

Le plateau est abondamment couvert d'erratique. On pourrait lui appliquer, comme à celui de Boussens, l'épithète de *paysage glaciaire conservé*. La nature de ce revêtement se révèle dans plusieurs gravières importantes. Les principales sont à côté de la station radioélectrique, de part et d'autre de la route de Chapelle, à 200 m. du carrefour coté 777. Sur une épaisseur de 5 m. apparaît du fluvioglaciaire bien stratifié, à cailloutis de tous calibres, présentant parfois un début de cimentation, alternant avec des bancs de sables de tailles variables, quelquefois argileux ou même terreux. A divers niveaux

peuvent s'observer des zones plus ou moins rubéfiées. Dans la gravière E, sur un front de taille étendu, la partie supérieure des cailloutis est simplement décomposée, rubéfiée et transformée en sol. Toutefois H. Lagotala (7) considère cette mince formation superficielle comme moraine de fond.

L'excavation de l'W est creusée dans les mêmes cailloutis; toutefois, à droite de l'entrée, dans un talus malheureusement mal dégagé, et sur une surface de quelques mètres carrés, les sables et graviers sont mêlés sans stratification apparente. On peut voir là, dans de bien précaires conditions, il est vrai, un indice de la présence de moraine sur le plateau.

Un kilomètre plus à l'W, au coude de la route de Possens, une autre grande gravière met aussi le terrain à découvert sur une hauteur de 5 m. à peu près. Ce sont également des cailloutis fluvioglaciaires, pourtant la disposition en lits est moins nette qu'aux gravières de la station radioélectrique. Au sommet de cette masse stratifiée et s'en différenciant clairement à première vue par sa teinte brunâtre, s'étend une couverture superficielle, épaisse de 1 à 3 m., composée de matériaux terreux, rubéfiés, sableux ou limoneux, mêlés à des cailloux analogues à ceux du soubassement quoique beaucoup plus patinés et souvent fort décomposés. Nous inclinons à ne pas considérer cette couverture comme moraine, mais plutôt, à cause de sa rubéfaction avancée, comme *éluvion* ou *limon de ruissellement de pente*.

A la sortie N du village de Martherenges, une excavation restreinte met aussi en évidence des graviers fluvioglaciaires soudés par places en conglomérats, et sans dépôt morainique à leur sommet.

Au N de Chapelle, au lieu dit « Champs-Jacquenoud », un sondage en vue du captage d'une source effectué en 1916, a donné les résultats suivants¹:

- 0-1,2 m. terre végétale tourbeuse.
- 1,2-2,5 m. limon et marne bleue.
- 2,5-6,5 m. sables et graviers.

Ce banc marneux, qu'une galerie suivit plus tard d'une quinzaine de mètres, est-il un indice de moraine de fond? Ou bien ne s'agit-il encore que de limon de surface ou plus simplement et plus probablement d'un épisode argileux dans le fluvioglaciaire, analogue à ceux de bien des gravières?

¹ D'après documents manuscrits déposés aux Archives communales de Chapelle.

Il existe, dans cette région, une série de collines allongées en direction SE-NW, à l'aspect de drumlins.

Elles se trouvent aux lieux dits Tiveret, sommet coté 793, Praz-Feuilly 779, Champ-Monnet 780, Morenches 781, Haut-de-la-Crestaz 795, et peut-être faut-il y comprendre le sommet de Possession 795, sur le versant droit de la Mentue. Toutes ces collines sont très probablement en terrain glaciaire, au moins pour la majeure part. Pour celle de Morenches, au pied de laquelle est la gravière de Possens, il semble que cela ne puisse faire aucun doute. Et pourtant nous retrouvons ici la même disposition qu'à Bioley-Orjulaz: une colline arrondie avec, à l'W, en contre-bas, une gravière dans le fluvioglaciaire; cependant la colline de ce dernier village est rocheuse. On le voit, il serait parfaitement vain d'épiloguer à ce sujet, où encore sur une distinction possible entre constitution morainique ou fluvioglaciaire. Mais il peut être permis, dans le doute, en soulignant sur la carte l'alignement général de ces monticules, de leur donner figure de drumlins.

C. La difficulté d'une conclusion.

Les diverses observations que nous venons de décrire: alignement des crêtes et des gradins, drumlins, dépressions combées, alluvionnements fluvioglaciaires, dépôts morainiques et blocs erratiques, ne révèlent que des épisodes isolés d'une longue histoire glaciaire. Vouloir les ordonner, les classer chronologiquement, chercher parmi les diverses interprétations s'offrant en foule les plus propres à reconstituer cette histoire, est une tâche délicate et risquée. C'est qu'avant tout il importe, en effet, de ne point se dissimuler combien pauvres, ambigus et peu éloquents sont ces témoins, en face des multiples péripéties de l'invasion glaciaire que le géologue voudrait reconstituer.

Ajoutons que le passage de glaciations successives s'inscrit moins nettement sur un plateau que sur le fond ou les versants d'une vallée. Les différences altitudinaires y sont moins prononcées, et l'on n'y a le secours ni des formes typiques d'érosion en augé, ni des banquettes, ni des moraines étagées. De plus, les multiples phénomènes secondaires accompagnant le retrait des glaces, alors que toute surface de fond devenait surface de front soumise à d'incessantes crues et décrues, ravinée par des eaux d'écoulement guidées par une topographie disparue, recouverte de lacs périphériques où s'alluvionnaient les dépôts plus ou moins remaniés, doivent avoir joué un rôle considérable dans la disposition des dépôts.

Ces réserves faites, qu'il importe de ne point perdre de vue au cours des essais de coordination que nous allons tenter, passons en revue les divers phénomènes que nous avons constatés, et leur rôle dans l'histoire glaciaire du pays.

1. LA MORAINE.

Une couverture étendue de moraine est révélée en de nombreux points par les carrières ou par les ravins. L'ensemble du pays en paraît recouvert et presque uniformément des cailloux d'origine alpine se mêlent partout à la terre des champs. A défaut d'autre critère, on les attribue à la moraine de fond, pourtant ils doivent appartenir pour une part au fluvioglaciaire affleurant en surface. On pourrait objecter que ce dernier doit fournir un sol plus riche en galets que la moraine de fond au caractère plus argileux ou sableux. Mais des générations successives de laboureurs ont enlevé des champs une masse considérable de cailloux. Une seconde objection portera sur l'existence ou l'absence de striation. L'expérience montre rapidement que ceci n'est pas un critère. Les galets, entièrement roulés, sont tout aussi nombreux dans les champs morainiques de Bous-sens que dans les sols d'origine fluvioglaciaire de Sottens. Dans ces derniers, la proportion entre galets striés et non-striés est sensiblement égale à ce qu'elle est généralement. Et tout comme on découvre toujours des galets d'apparence roulés dans la moraine, on finit de même par découvrir de nombreux galets striés dans les cailloutis fluvioglaciaires.

Fréquemment, cette moraine de fond est remaniée, à ce point que l'on n'hésiterait guère à l'attribuer au fluvioglaciaire. D'ailleurs, nous l'avons dit plus haut, tous les passages existent entre ces deux termes extrêmes. Cette reprise du matériel déposé a dû s'effectuer soit immédiatement en avant du front de retrait alors qu'alternaient crues et décrues déposant ou reprenant les éléments morainiques déjà plus ou moins lavés et déplacés par les eaux de fonte, soit sous le glacier lui-même déjà au cours du dépôt.

D'autre part, nous ne sommes pas éloignés de croire que dans plus d'un cas, dans celui des couvertures de nappes d'alluvions en particulier, le revêtement morainique superficiel n'est qu'une *pseudo-moraine* dont l'origine est à rechercher dans l'active solifluxion des matériaux meubles soumis sans relâche aux actions de gel et de dégel des climats périglaciaires. Il n'est non plus pas exclu qu'une partie de ces revêtements rentre simplement dans la catégorie des *limons* sablo-argileux ou

des *éluvions* dont le dépôt peut remonter à des phases climatiques plus humides que la période présente, dans celle des coulées boueuses entraînant des blocs, ou encore dans celle des *limons de solifluxion*. Enfin il faut envisager une autre origine possible, celle du dépôt plus ou moins tumultueux dans des nappes d'eau temporaires. Les argiles à blocaux, entre autres, peuvent être tout autre chose que strictement une moraine de fond.

Quel est le rôle des moraines frontales ou marginales? Topographiquement elles ne peuvent être distinguées, on le sait, que dans le seul cas où elles revêtent la forme de vallum ou de crêtes caractéristiques. Il est impossible, selon nous, d'en distinguer avec quelque sûreté sur le territoire qui nous occupe. Les matériaux de ces moraines superficielles se différencient de ceux de la moraine profonde par la vivacité de leurs angles et leur aspect général moins usé. A vrai dire, c'est pour nous une obligation que de constater l'existence très générale de tels matériaux. Très fréquemment on trouve, mêlés aux autres, des cailloux encore anguleux, des fragments de roche incomplètement émoussés sans que de leur répartition on puisse tirer la moindre conclusion.

Les seuls témoins nets de ces moraines sont les *blocs erratiques*. Il en subsiste, non encore exploités, dans les bois de Vernand où ils sont le plus nombreux, dans le bois de la Judée près de Cheseaux, dans le bois de Boussens, aux alentours de Montherond où leur taille est plus restreinte, à Ste-Catherine; on en pouvait voir récemment encore près de Servion; ils sont fréquents dans le fond de la Haute-Mérine. Il en est de polis, émoussés par l'action glaciaire, il en est aussi à angles vifs, d'où l'on peut conclure qu'ils ont dû cheminer à toutes profondeurs dans le glacier. Certains n'apparaissent que partiellement, d'autres étaient enterrés avant qu'une érosion récente les dégage, les faisant rouler dans le fond des ravins. Sont-ils englobés dans la moraine de fond, ou dans des apports superficiels? On ne peut qu'accidentellement le déterminer.

Lors d'une progression glaciaire sur le plateau, la nappe de glace devait s'étendre dans un temps relativement restreint. De même en période de régression, la glace présentant à l'ablation une surface étendue et une épaisseur faible devait rapidement abandonner le terrain. Donc, soit *en crue*, soit *en décrue*, le front glaciaire parcourait le plateau plus rapidement qu'une vallée, et les moraines superficielles qu'il abandonnait, d'autant moins volumineuses que la surface à couvrir était vaste et

les stationnements moins localisés, se mêlaient, en grande partie sous l'action des eaux de fusion, à la moraine de fond déjà déposée.

Donc aucun stationnement prolongé lors du retrait des glaces ne peut être mis en évidence dans le Jorat, et son revêtement morainique associe en un ensemble d'apparence uniforme les moraines profondes et superficielles du dernier glacier.

2. LE FLUVIOGLACIAIRE ET SON AGE RELATIF.

L'existence d'un ensemble d'alluvions fluvioglaciaires se constate, elle aussi, dans une série d'exploitations.

A Bioley-Orjulaz, ces alluvions sont sous-jacentes à la moraine de fond.

Sur le plateau de Sottens, il y a des présomptions en faveur d'une disposition semblable, mais la superposition est beaucoup plus douteuse. Ces cailloutis de la station radioélectrique de Sottens que M. Lagotala (7) considère comme antérieurs au Néowurm et raccorde hardiment à la nappe d'alluvions de La Côte, nous nous bornerons, encore que sans certitude complète, à les juger contemporains de la moraine remaniée du Chalet-au-Renard (3 km. au S-E). Ceux d'Ussières, sans doute, doivent se rattacher à la même formation.

Au Moulin des Forges, le fluvioglaciaire a envahi l'ancien lit de la Mérine et repose sur la molasse. Ici la présence de blocs erratiques soit dans le lit du cours d'eau en aval, soit au-dessus des Forges, la proximité à Moille-Robert d'une nappe morainique descendant dans la vallée sont autant d'indices d'une couverture de moraine.

On peut donc envisager plusieurs solutions quant à l'âge de ces cailloutis relativement à la moraine.

Recouverts par elle, ils se sont déposés au cours de la période *interglaciaire* qui précéda la dernière glaciation. C'est le cas à Bioley-Orjulaz, et peut-être aussi sur le plateau de Sottens.

Dépourvus de couverture morainique, ces cailloutis, théoriquement, doivent résulter de la reprise des matériaux morainiques par les eaux s'échappant du front du glacier, lors de son retrait définitif, et se répandant sur l'avant-pays. Les érosions ultérieures ont à coup sûr joué un rôle dans l'arrangement en nappes des cailloutis. Les alluvions de cette catégorie doivent donc être considérés comme *postglaciaires*.

Il faut bien envisager aussi une autre hypothèse: celle du dépôt *sous-glaciaire* d'une partie de ces alluvions. On sait la

possibilité de tels dépôts par les eaux circulant sous la glace, et leur existence a été maintes fois reconnue dans les pays d'inlandsis quaternaire. On peut fort bien admettre cette origine pour les alluvions comblant les anciennes vallées et les dépressions préglaciaires du Jorat. Les cailloutis de cette catégorie seraient donc contemporains de la moraine de fond déposée ailleurs, eux-mêmes en étant ou non recouverts par la suite, au cours cependant de la même glaciation. Ce pourrait être le cas notamment, au Moulin des Forges dans la Mérine. Enfin, on ne peut exclure d'emblée le dépôt de ces alluvions au large d'un front glaciaire en avancement qui, poursuivant sa progression, les revêtit de moraine de fond, auquel cas il serait permis de les dater d'une glaciation plutôt que d'un interglaciaire. Seule une étude d'ensemble, en établissant le raccordement de ces nappes à d'anciens arcs frontaux postérieurement recouverts par l'invasion (c'est-à-dire pratiquement effacés, et l'on juge alors de la difficulté du problème!) pourra prétendre établir s'il s'agit, pour une part de ces alluvions, de *graviers de progression*. Il est hors de question pour nous d'en préjuger sur le territoire étudié.

On le voit, il importe de se garder d'illusion quant à la précision de l'âge à attribuer à ces formations alluviales. *Celui-ci dépend essentiellement de l'existence d'une couverture morainique.* Or rien n'est plus conditionnel, plus aléatoire, que cette existence. La moraine ne s'est pas uniformément répandue partout; souvent des érosions périglaciaires ou récentes ont pu l'enlever totalement ou la déposer plus loin sur des alluvions interglaciaires dont elle ne se distingue plus. *Et rien n'apparaît plus vague, dans le langage géologique, que ces termes de moraine remaniée, d'alluvions inter, post, ou sous-glaceiaires.*

Nulle part, même dans les anciennes vallées ou dépressions comblées, on n'aperçoit de moraine sous le fluvioglaciaire. A plusieurs reprises, par contre, il apparaît clairement que ce dernier repose directement sur le substratum miocène. Aussi, envisageant comme dernière glaciation une invasion générale des glaces, qui franchit à coup sûr le Jorat, dirons-nous que la moraine de fond est *würmienne*¹ et que le fluvioglaciaire subordonné est *interglaciaire Riss-Würm*.

¹ Et non pas *néowürmienne* comme l'a admis H. Lagotala (7) pour le plateau de Sottens. En effet, il nous paraît bien trop hasardeux de relier à travers un large espace dont la glaciologie est loin d'être au point, les cailloutis du Jorat septentrional connus sur quelques décamètres carrés seulement et sans qu'apparaissent clairement leurs propres relations chronologiques, aux nappes d'alluvions interglaciaires de La Côte.

3. PRÉEXISTENCE D'UN ANCIEN RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE ET VARIATIONS DU NIVEAU DE BASE.

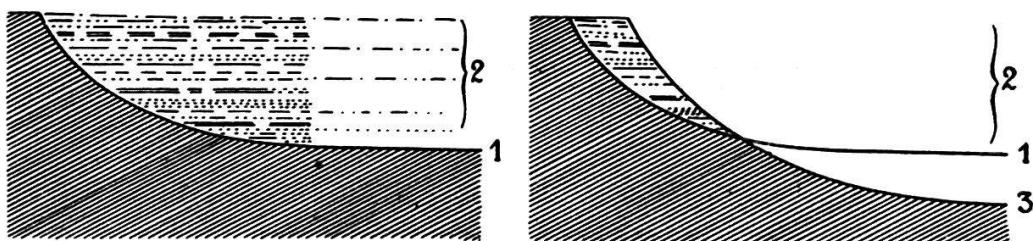
La préexistence d'un réseau hydrographique plus profond que l'actuel, révélé par cette étude dans le Jorat, n'est pas un fait isolé sur le plateau. Interprétant des résultats de sondages dans la région de Genève, M. E. Joukowsky (13, p. 115) a démontré l'existence d'un ancien thalweg du Rhône à un niveau inférieur. Les exemples du Talent, de la Bressonnaz, de la Mérine, nous amènent à un résultat d'apparence analogue pour cette partie élevée du bassin rhénan. Soulignons l'apparence seule de l'analogie, puisqu'une analyse plus complète nous amènera, au contraire, à admettre un niveau de base supérieur à l'actuel.

Plus on scrute attentivement la géologie du Jorat et plus on essaie de pénétrer son relief rocheux, plus aussi se forme la conviction que le canal d'écoulement des plus importants cours d'eau occupe l'emplacement même des anciennes vallées préwürmiennes partiellement comblées. On ne saurait admettre en effet, pour une ancienne Mérine, par exemple, un passage pour le moins aussi important que l'actuel puisque supposé plus profond, comblé par le glaciaire et dont l'emplacement ne serait qu'en partie réoccupé, sans que rien dans la morphologie ne trahisse cette entaille considérable, sans que les affleurements rocheux ne s'effacent sur de larges espaces continus. Rien n'autorise même à invoquer l'éventualité de gorges plus aisément dissimulées sous le couvert morainique, puisque les placages erratiques des versants témoignent d'anciennes vallées au moins aussi ouvertes que les actuelles. La constitution molassique, d'ailleurs, y mettrait obstacle. On ne peut donc être autorisé à voir, dans la partie aval de la Mérine, où le thalweg n'est plus dans la moraine ou le fluvioglaciaire, mais dans la roche même, une vallée épigénétique. C'est bien là l'ancienne vallée, que l'érosion régressive a atteinte et dont elle poursuit le creusement après l'avoir déblayée. Si donc il subsiste en amont du matériel glaciaire, c'est que *l'érosion régressive n'a pas encore entièrement reconquis l'ancien profil rocheux.*

Cette anomalie dans la constitution des thalwegs met en évidence un rajeunissement, donc un abaissement du niveau de base, de l'hydrographie du Jorat. Nous schématiserons cela par les figures ci-contre.

Le profil d'équilibre primitif correspondait à un certain niveau de base, soit 1. L'alluvionnement, pour occuper les ra-

vins précédemment en cours d'érosion, exige un exhaussement du niveau de base, dont il est difficile de fixer l'amplitude, représenté par 2. Une modification négative, 3, nous amène au profil d'équilibre actuel, consécutif à la réoccupation des thalwegs. De l'alluvionnement précédent ne subsistent que des témoins en proie à l'érosion régressive. Notons ce détail qu'au Moulin des Forges, les versants de fluvioglaciaire ont un escarpement aussi accentué que celui de la molasse.



Il serait prématuré de vouloir tirer parti de cet ensemble de faits avant de savoir si des dispositions semblables ont été constatées en d'autres points de la bordure du bassin du lac de Neuchâtel ou de l'Aar, ce qui n'est pas le cas jusqu'ici, à notre connaissance. On peut invoquer pour l'établissement du niveau 2, correspondant à l'alluvionnement intermédiaire, toutes sortes d'accidents purement locaux. L'abaissement de 1 à 3 doit revêtir, par contre, un caractère général.

Remarquons cependant qu'une surélévation générale du Jorat entre 1 et 3 aurait abouti au même état de chose sans que 3 soit nécessairement dans ce cas plus bas que 1.

Au-dessus de la zone encore occupée par l'erratique, il arrive que les têtes de ravin entaillent la roche. Que tirer de cette observation, si ce n'est que l'invasion glaciaire, en dérangeant si peu que ce soit le relief préexistant, a modifié l'emplacement du haut des cours d'eau. *Les têtes des cours d'eau n'occupent donc pas dans le Jorat leurs cours antérieurs au Würm*, ce n'est qu'un peu en aval seulement que les vallées sont réoccupées, soit à la suite d'un comblement imparfait ayant réamorcé l'érosion, soit par un second creusement régressif guidé depuis le bas par la moindre résistance du remplissage. Et de ces deux hypothèses, peut-être concomitantes, il est peu probable que nous sachions jamais laquelle préférer à l'autre.

Dans quelle mesure peut-on préciser l'âge respectif de ces vallées juxtaposées? Nous avons vu à plusieurs reprises que

la moraine würmienne subsiste encore par place sur les versants et qu'elle recouvre le fluvioglaciaire Riss-Würm occupant lui-même les vallées. Celles-ci étaient donc creusées lorsque le glacier rissien abandonna le Jorat. Est-il indispensable pour conjecturer de leur âge antérissien d'exiger la découverte de moraine rissienne sous ces alluvions? A moins d'admettre le ruissellement Riss-Würm creusant ces ravins pour les alluvionner ensuite, ce qui sous-entend un changement positif considérable et inattendu du niveau de base au cours d'un interglaciaire, il faut bien convenir que les matériaux du glacier rissien ont été alluvionnés, conséutivement à son retrait, dans des dépressions déjà existantes, et l'on ne saurait faire état de l'absence aléatoire de moraine de fond. Donc à moins de la possibilité d'un creusement sous-glaciaire, on est conduit à cette conclusion que ces vallées primitives sont l'œuvre de l'érosion interglaciaire *Mindel-Riss*, c'est-à-dire antérieures aux glaciations dont l'existence est prouvée par les apports morainiques.

4. ORIENTATION DES LIGNES TOPOGRAPHIQUES ET ACTION GLACIAIRE.

Un problème important est posé par l'orientation générale des lignes topographiques signalées plus haut et par celle des *drumlins*.

Ces deux données sont-elles d'égale signification? La direction fournie par les drumlins, une fois admise leur existence, ne saurait prêter à discussion. L'action érosive glaciaire, par contre, en s'exerçant sur un plateau, peut-elle y creuser des fossés, mettre en évidence des crêtes parallèles entre eux, dont la direction soit la sienne propre?

En abordant la question des buttes moutonnées et des drumlins, nous n'avons pas admis la ciseliure en long des mamelons quelconques. Nous ne pourrions l'admettre davantage pour des fossés. Le glacier rencontrant des ravins ou des dépressions préexistantes, sera, au moins en partie, contraint de s'écouler par eux. Néanmoins on ne peut prétendre de prime abord voir dans leur direction celle-là même de la totalité du glacier. Il en résulte que l'indication fournie par les drumlins est de valeur supérieure à celle des alignements topographiques.

C'est ici le lieu de faire intervenir les hypothèses de Rütimeyer (8), puis de M. Lugeon (11), montrant un Rhône et une Drance de Savoie pliocènes s'écoulant au N dans le bassin du Rhin. Ceci permet, une fois admis, de supposer l'existence de tout un réseau hydrographique parallèlement orienté,

créant une topographie conductrice pour les glaciations quaternaires, et dont les gradins et coteaux actuels sont les reliques.

L'apport principal de glace, lors des invasions, débouchait de la vallée du Rhône valaisan. Il en est résulté cette opinion générale que le flux glaciaire s'avancait essentiellement en prolongement de la vallée, suivant la ligne Villeneuve-Jorat-Chasseron, opinion concrétisée entre autres par la carte de A. Jaccard (10) et appuyée par l'altitude maximale des moraines rhodaniennes au Chasseron. Cette idée, inspirée de l'analogie avec un jet liquide, ne résiste pas à la critique. On ne saurait en effet, dans l'écoulement glaciaire, faire intervenir l'énergie cinétique, puisque si la masse est considérable, la vitesse, facteur prédominant, est extrêmement réduite. La masse glaciaire est sollicitée en premier chef par le relief du lit et la direction des versants, l'afflux en est déterminé par la pente et la poussée postérieure, il ne peut être question d'élan.

Les invasions glaciaires se sont donc pliées docilement au relief antérieur, suivant la ligne de plus grande pente. Ce relief et cette pente, les hypothèses précitées et nos propres observations nous autorisent à les admettre orientés au N. Cette direction, favorisée par le vide existant sur la droite en bordure des Préalpes, a donc été celle du cheminement principal sur la région joratienne, ce qui, du reste, ne mettait pas obstacle à l'accumulation de masses dérivées contre le Jura ou à leur fuite au S-W. Et c'est aussi la même direction, et non celle de Villeneuve-Chasseron, que nous indiquent les drumlins.

On le voit, en optant de la sorte, il faut admettre la prédominance de l'érosion fluviale anté- ou interglaciaire, et même contemporaine dans le cas de ravinements sous-glaciaires, sur l'érosion du glacier proprement dite. Nous rejoignons en cela de nombreuses observations poursuivies bien ailleurs actuellement, et qui tendent à le démontrer.

* * *

Il subsiste certes dans le relief du Jorat lui-même de nombreux hiéroglyphes dont il faut se borner à constater l'existence sans en posséder la clef. De nombreuses questions surgissent, appelant des recherches plus étendues. A quelle époque la dépression lémanique a-t-elle contraint l'éventail glaciaire à diriger en partie son flux à l'W, le divisant en deux branches tranchées par l'éperon du Pélerin? Faut-il admettre que par la suite le glacier dirigé entièrement au S du Pélerin, soit par approfondissement de la dépression, soit par diminution de l'épaisseur des glaces, a débordé encore par-dessus le Jorat,

ce débordement reprenant la direction N ou N-E des assauts précédents? Un des aspects de la dernière régression n'est-il pas un glacier insuffisant à franchir le Jorat, n'y envoyant plus que ses eaux de bordure, et qui, s'amoindrissant encore par la suite, ramenant à lui ses eaux et celles du versant rhodanien, s'allongeait encore beaucoup plus loin dans la direction de Genève? Il n'est pas exclu que les nombreux blocs erratiques de Vernand ne relèvent d'une telle origine, n'étant que les dépôts marginaux d'un glacier semblable ou d'un lobe débordant, alors que la région joratienne était entièrement dégagée. Une dernière réoccupation ne dépassant pas cette amplitude ne peut-elle fort bien avoir eu lieu? Auquel cas la moraine supérieure du Jorat n'aurait plus rien de commun avec cette dernière glaciation.

Cette étude, on le constate, pose plus de questions qu'elle n'en résout, ce à quoi l'exiguité du territoire auquel elle s'applique la conduisait fatallement. Si l'on est trop souvent tenté, en glaciologie quaternaire, de retourner la proposition de Buffon: «observer les faits pour qu'ils nous donnent des idées», il n'en reste pas moins qu'un malheureux aspect de cette discipline c'est que de pauvres faits — d'ambiguës et minimes particularités locales — y suggèrent trop d'idées.

CHAPITRE II

Lithologie des sédiments

Parmi les nombreux cas de nomenclature abusive ou erronée de roches sédimentaires, le terme de *molasse* occupe une place de premier rang. On désigne couramment par là non seulement les grès *feldspathiques à ciment calcaire* (22, p. 166) répondant en propre à cette définition, mais aussi l'ensemble des sédiments tertiaires du bassin péréalpin, allant des grès de toutes sortes aux marnes, des marnes aux argiles et de celles-ci aux calcaires avec une foule de variétés intermédiaires. Certes la molasse *sensu stricto* domine dans cette formation, mais l'emploi trop généralisé de ce vocable ajoute encore à l'idée d'uniformité qu'on se fait généralement de ce faciès.

Au contraire, la distinction des diverses variétés lithologiques permet d'aborder l'analyse de la sédimentation de ce bassin, si monotone de prime abord, et d'en reconstituer dans une certaine mesure la paléogéographie. Pour peu qu'on s'y