

Le Quaternaire

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles =
Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg**

Band (Jahr): **51 (1961)**

PDF erstellt am: **23.06.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

les dimensions souvent énormes des galets ainsi que la résistance relativement faible de certains d'entre eux (molasse friable, blocs de grès plaquetés), s'opposent à l'idée d'un long transport. On doit en conclure qu'au moment du dépôt de ce matériel dans la mer molassique, la zone émettrice ne pouvait être très éloignée du rivage.

Les deux unités : Molasse subalpine et Flysch des Préalpes externes devaient former, à l'Helvétien déjà, un relief très marqué en bordure de la mer. C'est admettre par le fait même que l'écaillage de la Molasse subalpine et son recouvrement par des Préalpes sont antérieurs au Pliocène. Ces mouvements ont dû s'amorcer vers la fin de l'Oligocène déjà et se poursuivre durant tout le Miocène. (Voir aussi p. 70 et 78).

TROISIÈME PARTIE

LE QUATERNAIRE

Dans la région S de Fribourg, tous les dépôts glaciaires se rattachent aux deux dernières glaciations, celles de Riss et de Würm. Celle de Würm est de loin la plus importante, en raison de l'abondance du matériel amené et de l'influence exercée sur la morphologie actuelle.

On peut établir dans le Quaternaire les divisions chronologiques suivantes :

5. La période postwürmienne
4. La glaciation de Würm
3. L'Interglaciaire Riss-Würm
2. La glaciation de Riss
1. La période pré-rissienne

I. La période pré-rissienne

Les thalwegs pré-rissiens

Les plus belles sections dans les dépôts quaternaires sont données par le cours de la Gérine, qui, débouchant des Préalpes au SSE de St-Sylvestre, traverse diagonalement tout le territoire étudié pour se jeter dans la Sarine en amont de Fribourg.

Or, l'examen des coupes naturelles fournies par les berges de la Gérine montre que cette dernière recoupe à plusieurs reprises un thalweg ancien qui court dans la même direction générale que la rivière actuelle, mais dont le niveau de base était plus profond. Cet ancien chenal est colmaté par des argiles et sables stratifiés sur lesquels la Gérine actuelle s'écoule, sans jamais atteindre la Molasse sous-jacente. Le tracé de cet ancien cours de la Gérine est facilement repérable (voir carte Pl. I) ; il rejoignait la Sarine pré-rissienne un peu au SW de son embouchure actuelle, dans la région de Au Port.

Le matériel de remplissage du cours pré-rissien de la Sarine est observable, en dehors de mon terrain, dans le secteur Posieux-Grange-neuve, et présente la succession générale suivante :

2. Argiles et sables stratifiés (identiques à ceux de la Gérine).
1. Moraine de fond rissienne.

Fait important, on observe ici le passage du terme 2 aux graviers interglaciaires sariniens (Riss-Würm), surmontés de la moraine de fond würmienne.

Le remplissage glaciaire des anciens thalwegs de la Sarine et de la Gérine date par conséquent de la glaciation de Riss, et leur creusement, de la période pré-rissienne.

Il existait donc tout un réseau hydrographique pré-rissien, plus profond que celui du dernier Interglaciale et que le réseau actuel.

Quelle était la continuation de la Sarine et de la Gérine après leur point de confluence ? Un vaste thalweg, entièrement colmaté, se dirige vers Matran, en passant par la gravière de Châtillon. C'est dans cette direction, et non pas vers Fribourg, qu'il faut rechercher le prolongement du cours pré-rissien de la Sarine. Les études actuelles sur les terrains limitrophes (J. P. DORTHE, R. SIEBER) permettront d'en établir le tracé définitif.

Il faut encore mentionner ici un petit affluent de la Gérine pré-rissienne, dans le bassin de Marly. Le Rio de Copy recoupe un ancien thalweg remblayé. Le matériel de remplissage n'est plus guère visible aujourd'hui, mais selon O. BÜCHI (1928), il serait constitué aussi de sables et argiles stratifiés.

Cet ancien cours est en outre plus profond que l'actuel : ce serait un affluent du cours pré-rissien de la Gérine, avec embouchure dans la région de Chésalles.

Conclusions sur la période pré-rissienne

Dans nos régions, on ne connaît nulle part des graviers fluviatiles sous la moraine de fond rissienne. Celle-ci semble reposer directement sur la molasse. D'autre part, les cours pré-rissiens sont, sur le territoire étudié, plus profonds que ceux du dernier Interglaciaire et que les cours actuels. Ces faits confirment l'opinion générale suivant laquelle la période interglaciaire précédant la glaciation de Riss fut la plus longue et vouée surtout à une intense activité érosive.

II. La glaciation de Riss

Les dépôts rissiens, on l'a vu, tapissent le fond d'anciens thalwegs et ne sont mis à jour que là où les vallées postwürmiennes recoupent un tel chenal.

Le cas se trouve réalisé par la Gérine, surtout dans son cours supérieur, en amont de Giffers.

On distingue :

- b) Les argiles et sables stratifiés.
- a) La moraine de fond rissienne.

a) La moraine de fond rissienne

A la moraine de fond rissienne, dans la zone qui nous occupe, je rattache quelques lambeaux de moraine argilo-graveleuse extrêmement compacte, abandonnés sur la Molasse, latéralement à l'axe du cours pré-rissien, au NNE de Tschüpru (rive gauche de la Gérine). Ce niveau correspond à un stade d'approfondissement du canyon pré-rissien. Le terme est surmonté de moraine würmienne. Soulignons une fois de plus l'absence de graviers fluviatiles sous cette moraine rissienne.

La moraine de fond rissienne n'est en revanche pas observable dans le lit actuel de la Gérine, dont les eaux s'écoulent sur les argiles stratifiées.

b) Les argiles et sables stratifiés

Les dépôts rissiens se limitent généralement à des argiles gris-bleu ou jaunes, plus ou moins pures, finement varvées, et renfermant quelques rares galets striés. On note çà et là l'intercalation d'un petit niveau graveleux, ou d'un banc de sable horizontal. Les affleurements d'argiles et sables rissiens ont été décrits fidèlement par O. BÜCHI (1946), si bien qu'il suffit de les rappeler ici :

1. *Rive gauche de la Gérine en amont de Giffers*

Affleurements visibles à l'E de Chrachen, jusqu'à l'E de Tschüpru. La Gérine coule par endroits sur les argiles varvées.

2. *Rive droite de la Gérine en amont de Giffers*

Les argiles affleurent au N de Eimatt (Pt 779) jusqu'au N de Graben (Pt 764).

3. *Région de Giffers et de Marly*

Le niveau des argiles varvées, sans affleurer directement, est repérable grâce à un horizon aquifère qu'on observe dans le bassin de Giffers aussi bien que dans celui de Marly, au contact entre les dépôts rissiens et les graviers et sables fluvio-glaciaires superposés. Dans le cours de la Sarine, les dépôts rissiens passent verticalement aux graviers interglaciaires et à la moraine de fond würmienne, alors que sur les rives de la Gérine, ils sont recouverts de sédiments datant de la progression, du maximum, ou du retrait würmien.

Interprétation

L. MORNOD (1949) réunit dans un seul « complexe rissien » les deux termes de moraine de fond et d'argiles stratifiées que forment les dépôts rissiens. Les argiles rubannées qui surmontent toujours la moraine de fond se rattachent au glacio-lacustre ancien (E. PARÉJAS 1938), et aux « glaises rubannées » de E. JOUKOWSKY (1941).

En l'absence de preuves militent en faveur de la formation en milieu lacustre de ces argiles et sables stratifiés (lignites, mollusques d'eau douce), la dénomination de « complexe rissien » semble adéquate pour désigner les deux termes formant l'ensemble des dépôts rissiens.

Si la moraine de fond date du maximum rissien, le terme des argiles et sables stratifiés correspond plutôt à la période de retrait du glacier.

III. L'Interglaciaire Riss-Würm

= alluvion ancienne de E. JOUKOWSKY

= fluvio-glaciaire ancien (auct.)

Comparativement aux autres dépôts quaternaires, les graviers strictement fluviatiles datant du dernier Interglaciaire ne jouent dans le cadre du terrain étudié qu'un rôle négligeable. Ce n'est que dans la partie NW de la carte que nous trouvons des graviers interglaciaires certains ; ils ont été abandonnés par la Sarine à l'altitude de 590-600 m., et se raccordent aux terrasses de Fribourg de Ch. CRAUSAZ (1959).

Les importants dépôts de graviers de la vallée de la Nesslera trouveront une interprétation différente de celle de O. BÜCHI, et seront rangés dans la progression würmienne.

IV. La glaciation de Würm

La dernière glaciation est celle dont les vestiges sont les plus abondants et les plus variés. C'est elle en définitive qui a conféré au territoire sa morphologie actuelle. Sur les flancs du Cousimbert et de La Berra, l'étude du glaciaire revêt un intérêt supplémentaire du fait qu'on peut suivre la limite supérieure de l'inlandsis rhodanien et que certains traits de cette morphologie sont demeurés à l'abri de l'érosion postwürmienne.

Nous considérerons successivement :

- A. La progression würmienne
- B. Le maximum würmien
- C. La période tardiwürmienne

A. La progression würmienne

Il y a lieu d'analyser ici plusieurs phénomènes contemporains de la progression du glacier, ou qui la précèdent immédiatement.

Ce sont :

- a) les phénomènes d'érosion
- b) les dépôts de barrage
- c) les graviers de progression s. str.
- d) quelques tronçons de vallées préwürmiennes

a) *Les phénomènes d'érosion*

L'observateur qui se trouve sur les flancs de La Berra et regarde vers le Plateau, se rend compte de l'influence que le substratum molassique a dû exercer lors de l'avancée du glacier rhodanien. Pour la région qui nous occupe, un rôle primordial fut joué par le massif-obstacle du Gibloux contre lequel est venu buter l'inlandsis, détachant à ce moment une langue glaciaire qui pénétra dans la vallée de La Roche. Celle-ci se trouvait déjà partiellement érodée par les eaux descendant du Cousimbert et de La Berra, qui se concentraient dans cette zone et entaillaient rapidement un thalweg dans les terrains peu résistants de la Molasse subalpine.

Mais, lorsque la langue glaciaire eut coupé le cours normal de la Sarine, toutes les eaux furent barrées dans la vallée de La Roche pour constituer un véritable lac¹ qui ne put s'écouler vers le NE qu'au moment où le glacier fut suffisamment élevé.

Un premier exutoire fut la dépression de Montévraz où les eaux de barrage s'engouffrèrent avec violence et creusèrent une large dépression dans la Molasse helvétique et burdigalienne. Simultanément, l'érosion s'attaquait aux grès conglomératiques du Pratzey, moins résistants que la Nagelfluh voisine, formant ainsi la profonde et étroite gorge du Pratzey. La vallée de La Roche n'a donc pas été creusée par un hypothétique cours interglaciaire sarinien, comme l'affirment certains auteurs, mais résulte de phénomènes d'érosion liés à la progression et au retrait glaciaire, phénomènes qui ont joué alternativement vers le NE et vers le SW, de part et d'autre de la

¹ Les sables et argiles stratifiés qu'on aperçoit sous les débris de pente, rive droite de la Serbache, au SW du Stechele, entre les cotes 710 et 760 m., se sont vraisemblablement déposés dans ce lac momentanément.

gorge du Pratzey. Le glacier lui-même a sans doute opéré un surcreusement dans cette vallée dont l'axe se confond avec la direction d'écoulement des glaces.

Le couloir de Montévraz et celui du Pratzey se réunissaient dans la région du Mouret, et de là, se dirigeaient en un seul chenal¹ vers le Pafuet et la Nesslerera, où l'on voit bien cette entaille de près de 300 m. de largeur dans la Molasse, colmatée de graviers de progression.

b) *Les dépôts de barrage contemporains de la progression würmienne*

Les phénomènes de barrage invoqués plus haut, expliquent la présence, dans de nombreux ruisseaux descendant du Cousimbert et de La Berra, d'énormes masses alluvionnaires atteignant parfois jusqu'à 70 m. d'épaisseur.

Voici quelques caractéristiques de ces dépôts de barrage :

1. Ce sont des accumulations de sables, de graviers, d'argiles jaunes et bleues, le tout stratifié plus ou moins horizontalement.
2. La majorité des galets provient de la Molasse subalpine et du Flysch. Les galets rhodaniens striés ne sont pas rares, surtout dans la zone la plus rapprochée des moraines latérales rhodaniennes.
3. Ces dépôts stratifiés s'adossent aux moraines latérales du glacier würmien. Le fait est observable notamment aux endroits suivants :

La Boustera, alt. 1020 m. (SE de Sur Montsoflo, Coord. 578,220/170,630).

Sur La Roche (Coord. 578,450/172,070)

Cierne-Derrey (Coord. 579,320/172,590)

La présence de galets rhodaniens dans ces alluvions est due au remaniement des moraines latérales par les eaux de barrage. D'autre part, le fait qu'on trouve à maintes reprises des dépôts morainiques recouvrant ces mêmes alluvions prouve qu'il s'agit d'une sédimentation contemporaine de la progression glaciaire.

Sur la carte, ces dépôts de barrage sont figurés par une légende spéciale.

J'attribue le même mode de formation aux alluvions qui se sont accumulées en arrière de la grande moraine latérale du glacier du

¹ Les récents travaux sismiques confirment la présence d'une large entaille dans la molasse entre Le Mouret et le Pafuet au lieu dit « Vers les Hantz », c'est-à-dire exactement dans l'axe de la coupure de la Nesslerera.

Rhône dans la région S de St-Sylvestre. Nous avons là des graviers grossiers du Flysch, surmontés d'argile et de sables bien stratifiés. Localement, la série est recouverte de moraine.

En relation avec la progression würmienne, on peut encore faire appel à des phénomènes momentanés de barrage pour expliquer les faits suivants : entre Stersmühle (W de Giffers) et la gorge de Rossmatte, rive droite de la Gérine, de part et d'autre des graviers de progression, on aperçoit, bien qu'ils soient presque toujours masqués par des débris de pente, d'importants dépôts de sables fins et de limons stratifiés. Comme les graviers de progression, ils sont recouverts par la moraine de fond würmienne. Dans le bassin de Marly, on ne retrouve pas de dépôts analogues quant à la pétrographie et à la position stratigraphique. La genèse de ces dépôts très localisés peut être conçue de la manière suivante :

Sur l'emplacement de l'ancien cours prétrissien de la Gérine, il devait exister une dépression s'étendant de la région de Stersmühle jusqu'à la gorge de Rossmatte, dépression certainement fermée au NW par un vallum morainique la séparant du bassin de Marly. Nous avons vu plus haut que, lors de la progression würmienne, un premier lac de barrage momentané s'est établi dans la vallée de La Roche. Ce lac s'est déversé ensuite vers le NE, au moyen de deux exutoires qui se réunissaient dans la région du Pafuet-La Nesslerera. La ligne de pente de ces exutoires devait être extrêmement forte, si l'on songe à la dénivellation existant entre les hauteurs du Pratzey-Montévraz et la dépression postrissienne du bassin de Giffers. C'est ce qui explique une érosion aussi vive en un temps relativement court.

Tout comme dans la vallée de La Roche, les eaux s'accumulèrent dans la dépression de Giffers pour former un lac momentané, puisque les eaux ne pouvaient ni s'échapper vers Marly, ni s'écouler vers le NE, le cours interglaciaire de la Gérine n'ayant jamais emprunté un tel parcours. Durant cet épisode lacustre s'est opéré un alluvionnement très fort au débouché du chenal (graviers de La Nesslerera et de Corbaroche) ainsi que, vers le NE, dans l'axe du chenal (graviers de Stersmühle). Latéralement à la zone d'alimentation grossière se sont déposés des sables et limons stratifiés. Par la suite, lorsque le plan d'eau du lac se fut suffisamment élevé, le même processus de déversement vers le NE a dû se reproduire et l'érosion jouer à nouveau jusqu'à ce que fût atteint le niveau de base de la Singine intergla-

ciaire. Celle-ci coulait au NNE de St. Ursen et son cours n'avait pas encore été perturbé par la proximité du front glaciaire.

Ces phénomènes de barrages et de détournements successifs des cours d'eau sont facilement concevables dans des régions où l'avancée du glacier se faisait obliquement ou perpendiculairement aux principales lignes de direction du réseau hydrographique. Dans de très nombreux cas, surtout en bordure des Alpes, les rivières ont dû être barrées momentanément, emprunter sur certains tronçons un parcours différent, quitte à rejoindre, en aval du front glaciaire, leur ancien lit, ou celui d'une autre rivière non encore influencée directement par le glacier. C'est le cas, par exemple, de la Sarine, détournée vers La Roche, puis vers Giffers, en formant successivement deux lacs de barrage, avant de rejoindre le cours interglaciaire de la Singine. On conçoit très bien que, au gré de la morphologie préwürmienne, certains tronçons de ces cours déviés aient leur niveau de base à des altitudes extrêmement variables.

c) *Les graviers de progression s. str.*

Il faut rapporter à la progression würmienne les graviers colmatant la vallée creusée immédiatement avant le Würm depuis Montévraz vers le Pafuet et La Nesslera. C'est dans la vallée de La Nesslera que ces dépôts sont le mieux visibles. Deux coupures dans la molasse permettent d'évaluer les dimensions approximatives de cet ancien chenal : les graviers accusent une épaisseur de 40 m. environ, sur une largeur de plus de 250 m. Ces chiffres illustrent bien l'importance de cet ancien cours.

Caractères distinctifs de ces graviers

La granulométrie est très variable : les graviers grossiers, bien roulés, voisinent avec des sables très fins disposés en traînées irrégulières. On note également la présence de blocs et de galets striés typiquement rhodaniens, de galets éclatés. Mais le caractère prédominant est la stratification deltaïque, très désordonnée. Ces graviers sont surmontés de la moraine de fond würmienne.

A ce même niveau se rattachent les graviers à stratification torrentielle de Stersmühle, à l'W de Giffers.

Selon O. BÜCHI, ces graviers représenteraient les dépôts d'une Nesslera interglaciaire (1946 p. 115). Dans l'interprétation adoptée

ici, ce sont des alluvions qui ont colmaté le canyon préwürmien immédiatement avant l'arrivée du glacier.

L'âge de cette vallée et de son matériel de remplissage peut être précisé encore par les remarques suivantes : dans la vallée de la Nesslera, on observe que les graviers de progression reposent directement sur la molasse ; vers le NE (Brädelen, Stersmühle) ils surmontent les argiles et sables stratifiés rissiens, colmatage du cours pré-rissien de la Gérine. Le substratum molassique de ce dernier chenal n'apparaît nulle part dans la région.

Il en résulte que l'ancien cours préwürmien venant de la vallée de La Roche et du Pafuet est postérieur à la glaciation rissienne, et antérieur à celle de Würm (superposition de la moraine de fond würmienne aux graviers). L'étude de ses conditions d'érosion et de remplissage conduit à le dater de la progression würmienne.

Prolongement de cette vallée préwürmienne

A la suite de G. MICHEL et de E. BÄRTSCHI, O. BÜCHI prolongeait cet ancien chenal vers le NNE, c'est-à-dire vers Tentlingen, Frohmatt, Schwandbach.

Deux arguments m'ont fait tout d'abord douter de ce parcours : d'une part, la présence des graviers de progression qui s'étirent vers le NW, de la vallée de la Nesslera jusqu'à Corbaroche, c'est-à-dire en direction du bassin de Marly ; d'autre part, le fait que l'absence de molasse entre Tentlingen et Frohmatt ne pouvait être prouvée avec certitude.

Or, très récemment, les recherches sismiques entreprises dans la région de Tentlingen ont fait ressortir l'existence d'un thalweg taillé entre deux flancs molassiques, de 50 m. de profondeur, de même largeur que celui du Pafuet et entièrement remblayé.

Du même coup se trouve confirmée l'hypothèse du prolongement vers le NNE de cet ancien chenal, hypothèse défendue par O. BÜCHI et ses prédécesseurs.

d) *Quelques tronçons de vallées préwürmiennes*

C'est avec raison que O. BÜCHI a souligné le rôle joué par le glacier dans la déviation des cours d'eau de la région. Il existe effectivement une série de ruisseaux secondaires dont il est manifeste qu'à un

moment donné et sur certains tronçons, ils ont emprunté un chenal différent de l'actuel.

Le manque d'affleurements, et partant, de preuves stratigraphiques, empêche le plus souvent d'assigner un âge précis à ces anciennes vallées. J'en mentionnerai quelques-unes qui sont certainement d'âge préwürmien puisque leur cours a été remblayé par des dépôts morainiques de la dernière glaciation ; on ne peut cependant pas dire s'ils datent d'un Interglaciaire sensu stricto, ou s'ils ont été déviés immédiatement avant l'arrivée du glacier würmien.

C'est le cas pour les anciens cours suivants ¹ :

1. Ruisseau de Bonnefontaine

Celui-ci constituait vraisemblablement un affluent de la Gérine prérisssienne.

2. Système du Gingerrain-Tasbergbach

3. Ruisseau de la Bruggera

Dans la partie supérieure de la Nesslerera, la Molasse présente une rupture de continuité qui correspond à un ancien chenal colmaté de moraine de fond würmienne. On ne peut cependant savoir s'il s'agit d'un affluent de la Gérine prérisssienne, ou si le thalweg date du dernier Interglaciaire.

B. Le maximum würmien

LE GLACIAIRE RHODANIEN

Les dépôts du maximum würmien

a) *La moraine de fond argileuse* (argile à blocs)

Le terme est fait d'une argile plus ou moins pure, jaune ou bleue, très plastique au contact de l'eau, renfermant des galets striés. On remarque souvent un passage vers l'argile sableuse. L'argile à blocs est bien visible sur la rive droite de la Sarine entre Fribourg et Marly-le-Petit, où elle recouvre les graviers interglaciaires sariniens. Elle entre pour une bonne part dans la constitution du drumlin de Marly-le-Petit.

¹ Voir également O. BÜCHI (1946) et Pl. I.

b) *La moraine graveleuse*

La moraine würmienne peut localement se charger fortement en galets. Simultanément, la teneur en sable de la pâte argileuse augmente et l'on aboutit à des accumulations de blocs, de graviers et de sables plus ou moins argileux, où la proportion des éléments fins ou grossiers est extrêmement variable. Ce type de moraine graveleuse se retrouve souvent dans les vallums. Il n'est pas rare d'y rencontrer des niveaux grossièrement ou même finement stratifiés. Mais l'ensemble n'accuse pas encore des influences fluviales aussi marquées que les dépôts du retrait würmien.

L'affleurement le plus typique est celui du Fanischeholz, au S de St-Sylvestre (Coord. 583,530/175,600), qu'un ruisseau a entaillé dans le flanc de la grande moraine latérale du Riederwäli. On y observe des galets calcaires à stries très fraîches, voisinant avec de nombreux éléments de la Molasse bigarrée subalpine, dans une pâte sablo-argileuse. Localement, s'intercalent des bancs de sables horizontaux très finement stratifiés ou de graviers fortement cimentés. Au sommet de l'affleurement, se développe un niveau d'argile à blocs.

La gravière de Chrachen, au NE de cet affleurement, montre des influences torrentielles plus sensibles et constitue un terme de passage vers les dépôts tardiwürmiens.

c) *La moraine informe*

C'est le produit de délavage de la moraine graveleuse par les eaux de fusion. Ce type résiduel constitue le dépôt le plus répandu sur tout le territoire étudié.

d) *Les blocs erratiques*

Ils sont si abondants qu'il ne m'a pas été possible de les indiquer tous sur la carte. Ils forment localement de véritables amas, notamment sur les flancs de La Berra et du Cousimbart au S de La Roche, puis dans la région de Montévraz et plus à l'E dans la forêt de Riederwäli au S de St-Sylvestre.

La nature pétrographique des principaux blocs erratiques est représentée par les poudingues et le grès du Verrucano (Permien), le conglomérat de Vallorcine (Carbonifère), le gneiss œillé, des grès divers d'habitus flysch, ainsi que des granites. Mentionnons spécialement ici

l'énorme bloc erratique de Pierrafortscha, qui est un granit gneissique. Un genre particulier de bloc erratique est constitué par l'amas de blocs de Flysch qui se trouve aux abords du chalet de Balliswilschwand (SSE de St-Sylvestre). Il représente une masse détachée de la paroi de Flysch, tombée à la surface du glacier et transportée sur une certaine distance.

La Morphologie würmienne

a) *Vallums et drumlins*

Les Vallums. Je les ai signalés sur la carte. Les plus beaux systèmes de vallums se développent sur les flancs du Cousimbert ; on les observe au S de La Roche, puis surtout dans la région de Montévraz-Zénauva, de part et d'autre du massif de La Feyla (fig. 30). Mentionnons encore la puissante moraine de Riederwäli au S de St-Sylvestre.

Sur le plateau, les véritables vallums sont plus rares ; relevons cependant celui de Senèdes, qui est à l'origine d'un lac postwürmien dont nous reparlerons par la suite.

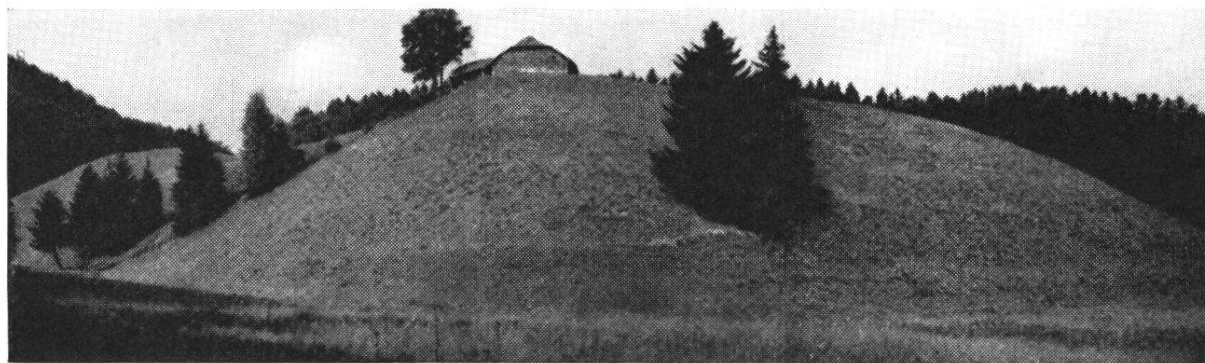


Fig. 30. Vallum morainique au S de Montécu.

Selon A. JAYET (1956), il faut envisager les moraines superficielles frontales, latérales ou médianes comme provenant de moraines intra-glaciaires qui, au moment du retrait, sont mises à jour par l'ablation de la glace. Sur les flancs du Cousimbert, on l'a vu, contre les moraines latérales du glacier rhodanien viennent s'adosser de puissants dépôts de barrages, et à maintes reprises on observe le passage continu de ces vallums aux alluvions latérales. Celles-ci sont d'âge préwürmien

puisque la moraine les recouvre par endroit. Dans ce cas, les moraines latérales semblent bien être à la surface du glacier lors du maximum déjà, car on ne remarque nulle part des accidents mécaniques (flexures, failles) qui accompagnent généralement la mise en place des moraines intraglaciaires. Le phénomène est différent pour les vallums de plaines dont l'origine intraglaciaire se conçoit plus aisément. Il faudrait alors distinguer entre le moment de l'apport du matériel (maximum würmien) et celui de sa mise à jour (retrait würmien).

Les Drumlins. Ce sont des collines allongées dans la direction du mouvement du glacier (R. LEBEAU, 1954), c'est-à-dire, pour le territoire qui nous occupe, une direction générale SW-NE. Nous considérerons successivement les drumlins de Marly-le-Petit et d'Arconciel, puis le champ de drumlins de La Combert, et enfin le roc-drumlin de La Ruji (S de La Combert).

1. Drumlins de Marly-le-Petit et d'Arconciel :

Le drumlin de Marly-le-Petit, dont le flanc gauche a été érodé par la Sarine, accuse des dimensions approximatives de 400 m. sur 150 m. environ. Il est constitué en partie d'argile à blocs, puis vers le sommet de sables et graviers stratifiés. Celui d'Arconciel, dans lequel on a aménagé le réservoir pour les eaux de la Tuffière destinées à la ville de Fribourg, est composé de moraine graveleuse passablement délavée.

Le profil en long de ces drumlins est symétrique et s'oppose à la forme des drumlins de La Combert que nous allons préciser maintenant.

2. Champ de drumlins de La Combert (fig. 31) :

A l'W de La Combert, entre deux flancs molassiques donnant sur la vallée de La Roche au S et sur celle de Treyvaux au N, se trouve une dépression fermée vers l'E par le massif de La Combert. Cette dépression est comblée d'épais dépôts morainiques, et parsemée de collines ovoïdes qui présentent les caractéristiques propres aux champs de drumlins disposés en contre-pente, montant vers l'aval. Les drumlins sont en effet moins allongés et plus arrondis que ceux analysés plus haut. Remarquons que, contrairement à ce qui se passe ordinairement, la plupart des drumlins présentent ici une pente plus douce et plus longue vers l'amont alors que la pente aval (toujours par rapport à

la direction du glacier) est plus raide et plus courte. D'autres ont un profil symétrique.

La constitution interne de ces drumlins s'écarte aussi de celle des drumlins vus plus haut : il s'agit ici d'une blocaille hétéroclite, où les sables et graviers plus ou moins stratifiés l'emportent nettement sur les composants argileux.

3. Le roc-drumlin de La Ruji (coord. 577,480/173,190) :

Cette petite colline située sur le flanc S de La Combert est entièrement molassique, mais sa morphologie et son orientation sont typiques des rocs-drumlins modelés par le glacier.

Selon R. LEBEAU (1954), les études récentes consacrées à la genèse des drumlins attachent une grande importance, tant pour les formes

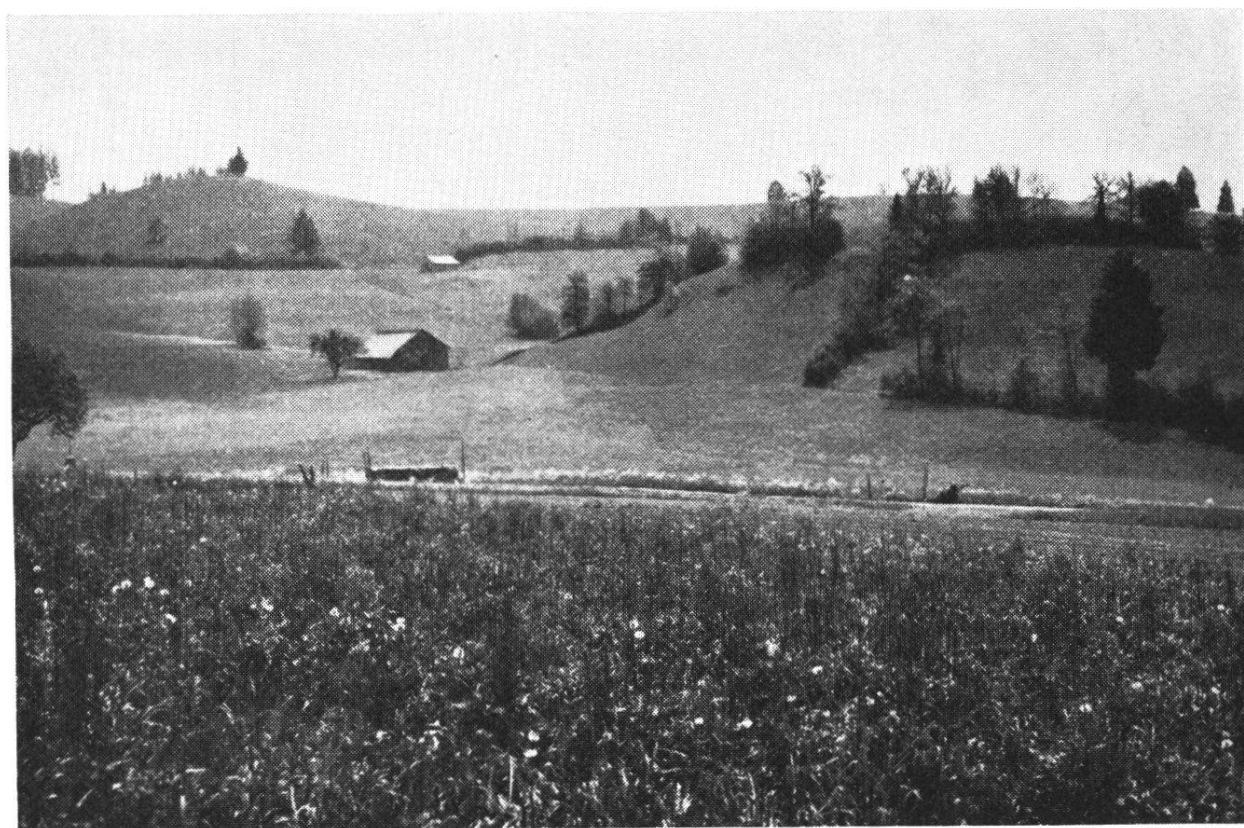


Fig. 31. Drumlins de La Combert.

d'accumulation que d'érosion, à l'action mécanique de la glace, et tendent à considérer les drumlins comme des formations du maximum würmien.

b) *La limite supérieure du glaciaire rhodanien*

Elle coïncide, dans ses grandes lignes, avec celle donnée par J. TERCIER (1928, pp. 98-99).

Je range cependant dans le glaciaire local les dépôts morainiques confinés dans l'angle SW de ma carte, sur les flancs de la chaîne du Bifé, entre le chalet de la Patte (coord. 576,015/167,420) et celui de Grand Essert (coord. 576,400/168,650). Cela n'exclut pas que le glacier rhodanien soit monté plus haut dans ces régions, puisque les glaciers locaux ne se sont développés qu'après le retrait de l'inlandsis rhodanien.

La limite supérieure du glacier rhodanien devait être aux environs de 1100 m., car au N du chalet de la Guigue, un petit vallum rhodanien, à 1110 m. environ, marque la ligne de séparation entre le glaciaire et la zone de débris du Flysch. Vers l'E, cette limite s'abaisse progressivement et se place à environ 950 m. dans la région de La Feyla. Mais, comme le fait remarquer J. TERCIER, « ces chiffres n'indiquent pas d'une façon absolument rigoureuse la plus haute limite atteinte par le glacier du Rhône au maximum de Würm, car les éboulis ont un peu partout effacé les traces supérieures » (1928, p. 98).

Effectivement, si à l'E de La Feyla les éboulis du Flysch descendent jusqu'à 890 m. dans le Fanischeholz, les dépôts glaciaires réapparaissent aux alentours de Römerswilschwand, soit à l'altitude de 1000 m. environ.

LE GLACIAIRE LOCAL

Lors du retrait du glacier rhodanien, quelques petits glaciers locaux ont pu se développer sur le versant externe de la chaîne de La Berra et du Bifé. Leurs dépôts ne sont observables, on l'a vu, que dans la partie SW de ma carte. Ailleurs, s'ils se sont formés, ils disparaissent entièrement sous les débris du Flysch.

Les dépôts morainiques observables entre le chalet de la Patte et celui de Tofeyres (coord. 577,400/168,530) ont été abandonnés par un glacier qui s'alimentait en dehors de ma carte, au pied de l'arête du Croset.

De belles crêtes morainiques sont visibles en dehors de ma carte au SSE du chalet de la Patte. Le chalet de la Patte-à-Bise (Pt 1112.6) est construit sur un vallum bien dessiné dans la morphologie.

Le matériel morainique est constitué essentiellement de blocs de Flysch ou d'éléments provenant de lames tectoniques du Wildflysch (par exemple : calcaire blanc du Malm de La Terrailonne).

C. La période tardiwürmienne

Sous ce chapitre, nous étudierons les dépôts fluvio-glaciaires provenant du remaniement des moraines würmiennes par les eaux de fusion. Ces dépôts peuvent être des formations épiglaciaires, ou des accumulations latérales au glacier, dans des lacs de barrage. Simultanément, nous examinerons certains phénomènes d'érosion, datant de cette période, qui ont laissé des empreintes très nettes dans la morphologie actuelle : telles sont les dépressions ayant servi momentanément d'exutoires aux lacs de barrage : leurs altitudes sont fonction de l'abaissement progressif du plan d'eau de ces lacs.

Caractères des dépôts tardiwürmiens

Ce sont des accumulations, souvent énormes, de graviers et de sables de caractère fluvatile bien marqué. Les pendages sont parfois horizontaux, mais le plus souvent désordonnés, et les couches irrégulières de sables et graviers traduisent l'action violente des eaux de fusion. Les blocs erratiques striés ne sont pas rares, là surtout où les moraines ne sont que grossièrement remaniées : on se rapproche alors de la moraine graveleuse du maximum würmien.

On peut subdiviser ainsi les dépôts tardiwürmiens :

- a) les terrasses fluvio-glaciaires
- b) autres accumulations locales

a) Les terrasses fluvio-glaciaires

Ce sont des accumulations latérales au glacier, sédimentées dans un lac de barrage par les eaux de fusion du glacier et aussi par les cours d'eau provenant des hauteurs avoisinantes libres de glace. Elles jalonnent les abaissements successifs de la surface du glacier en fusion.

Nous considérerons dans l'ordre :

1. Les terrasses de Sonnenwil-Zénauva-Le Mouret
2. Les dépôts fluvio-glaciaires de Giffers-Tentlingen

3. Les dépôts fluvio-glaciaires de St-Ours

4. Les terrasses de Marly

1. Les terrasses fluvio-glaciaires de Sonnenwil-Zénauva-Le Mouret

C'est un système de six terrasses successives, s'étageant de l'altitude de 850 m. au S de Sonnenwil jusqu'à 750 m. environ, aux environs du Mouret. De nombreuses gravières permettent d'en étudier la constitution interne. Les terrasses supérieures sont faites de couches de sables et graviers à stratification torrentielle, alors que la gravière située à l'E de Pramatau (coord. 580,140/176,770) présente des bancs horizontaux de sables fins et de sables argileux finement stratifiés. Dans la terrasse inférieure, en revanche, on note une abondance de galets très grossiers, bien roulés, sans qu'il soit possible d'observer la stratification interne.

Les variations extrêmes dans la granulométrie et la stratification sont à mettre en relation avec les périodes de crues et de décrues, peut-être avec des variations saisonnières.

Les dépôts fluvio-glaciaires qui s'étendent du Cloalet jusqu'à l'E de Bonnefontaine sont plus ou moins contemporains de ceux de Sonnenwil-Zénauva : ils s'étagent ici de l'altitude de 860 m. jusqu'à 800 m. environ.

2. Les dépôts fluvio-glaciaires de Giffers-Tentlingen

Le Plateau de Giffers-Tentlingen est recouvert d'une nappe importante de graviers et sables fluvio-glaciaires, déposés entre l'altitude de 740 et 720 m., c'est-à-dire à un stade où la surface du glacier s'était abaissée déjà, par rapport aux dépôts de Zénauva-Le Mouret.

La nappe d'eau s'écoulait à ce moment d'abord vers le NE par deux couloirs bien visibles aujourd'hui : d'une part une dépression passant à l'E de Tentlingen, d'Engelmoos vers Praderwan, d'autre part, la vallée sèche de Tentlingen vers Frohmatt le long de la route cantonale. Ces deux exutoires se réunissaient au N pour creuser la dépression de Frohmatt.

3. Les dépôts fluvio-glaciaires de St-Ours (St. Ursen)

Recouvrant toute la partie NE de ma carte, jusqu'à la gravière de St-Ours, ils ont fait l'objet d'une analyse détaillée de Ch. CRAU-

SAZ (1959, p. 93). Les eaux de fusion trouvèrent une issue vers la dépression de Frohmatt, puis vers la vallée sèche du Schwandbach, et finalement vers le N, dans la direction de St-Ours.

Mentionnons l'existence dans ces dépôts tardiwürmiens de St-Ours, de loupes glaciaires traduites dans la morphologie actuelle par des dépressions marécageuses. Telles sont les dépressions qui bordent la forêt du Schwandholz, au SW de St-Ours : elles s'expliquent par l'abandon de culots de glace morte dans les alluvions fluvio-glaciaires et par leur fusion ultérieure.

4. Les terrasses fluvio-glaciaires de Marly

Lors du retrait würmien, le bassin de Marly fut occupé par une langue glaciaire dont la fusion progressive a laissé des traces dans la morphologie actuelle : c'est une série de terrasses fluvio-glaciaires, sédimentées dans un lac sur le flanc du glacier, et s'abaissant au fur et à mesure que celui-ci se retirait du bassin. Ces terrasses ont été étudiées très soigneusement par O. BÜCHI (1928) et je me contente de les rappeler ici :

Terrasse de Pfaffenwil (690 m. environ). Elle occupe tout le plateau entre Pfaffenwil et Vieille-Rossmatte, sur la rive droite de la Gérine. A ce stade, le lac périglaciaire s'écoulait vers le N, par Villars-sur-Marly, en direction du Tasberg d'abord, puis vers Granges-sur-Marly. Ces chenaux d'écoulement provisoires forment aujourd'hui des dépressions entre les dômes molassiques.

La coupure qu'on observe dans le dôme molassique du Champ du Roule, au lieudit « Montivert », a dû être pratiquée à ce même stade du retrait, puisqu'elle se place à l'altitude de 680 m.

Sur le bord S du glacier, des dépôts fluvio-glaciaires correspondants se retrouvent à Villarsel-sur-Marly, sur la rive gauche de la Gérine et dans le bois de l'Eglise. A cet endroit, l'altitude est légèrement plus élevée, puisqu'une terrasse se dessine à 710 m.

Terrasse de 655-660 m. Elle recouvre le plateau situé au N de Marly-le-Grand, traversé par la route cantonale venant de Bourguillon. Le long de cette route, une légère dépression servait d'exutoire vers le N au lac temporaire.

Dans la partie S du bassin, des terrasses homologues s'observent entre le Rio de Copy et Chésalles.

Toutes ces terrasses sont des terrasses d'accumulation, qui correspondent à l'abaissement de la surface du glacier. Les terrasses inférieures, en revanche, sont des terrasses d'érosion, taillées dans les dépôts fluvio-glaciaires par la Gérine et ses affluents. Nous les étudierons dans un prochain chapitre.

b) Placages locaux de sables et graviers fluvio-glaciaires

La carte géologique montre une série de petits affleurements d'alluvions fluvio-glaciaires, reposant parfois directement sur la Molasse, mais le plus souvent sur la moraine informe. Il s'agit vraisemblablement de lambeaux faisant originellement partie de nappes fluvio-glaciaires plus étendues, mais isolées ainsi par l'érosion postwürmienne.

V. La période postwürmienne

Les dépôts tardiwürmiens que nous venons d'étudier sont encore liés à la présence du glacier. Celui-ci, il est vrai, se localisait de plus en plus dans les dépressions et les bassins. Dans la période postwürmienne, nous examinerons les phénomènes d'accumulation ou d'érosion qui se sont déroulés après que le glacier se fût retiré totalement du Plateau pour stationner de nouveau à l'entrée des vallées alpines (stade de Bühl).

On peut subdiviser ainsi la période postwürmienne :

1. Le Postwürm ancien
 - a) Episode lacustre
 - b) Approfondissement des vallées (déblaiements, terrasses d'érosion).
2. Le Postwürm récent
Dépôts actuels.

1. Le Postwürm ancien

a) Episode lacustre

Les eaux de fusion ajoutées aux eaux torrentielles descendant de la Berra et du Cousimbert se sont accumulées dans des dépressions souvent fermées par des vallums morainiques. Parfois, les lacs ainsi

formés durèrent un temps suffisant pour permettre le dépôt de sédiments lacustres (sables, argiles, tourbe), avant que l'érosion ne les mît à sec.

Le lac du Mouret

C'est le plus bel exemple de ces lacs postwürmiens et le mieux visible dans la morphologie. Sa genèse est facile à concevoir : une fois le glacier disparu, une grande nappe d'eau occupa toute la région du Mouret avec des digitations vers la vallée de La Roche, vers celle de Montévraz, vers la dépression de Senèdes et vers le Pafuet. Le lac ne pouvait se déverser vers l'E, d'épais dépôts fluviatiles et morainiques ayant colmaté la vallée préwürmienne débouchant à La Nesslera. Vers l'W la dépression de Senèdes se fermait par une moraine de barrage magnifiquement visible aujourd'hui encore au SW de cette localité.

Dans ce lac se sont déposés des sables et des argiles provenant du délavage morainique, et en outre, dans le bras de Senèdes, d'importants niveaux de tourbe atteignant 8 m. d'épaisseur.

Plus tard, le lac commença à se déverser vers l'E par une gorge épigénique dans la Molasse non loin du Pafuet, alors qu'à l'W, un rio, affluent de la Sarine, remontait par érosion régressive jusqu'à la moraine de Senèdes qu'il finissait par crever.

Le lac de Gingerrain (SE de Giffers)

Il est de dimensions plus réduites que celui du Mouret, mais il fut aussi à l'origine d'un dépôt de sables et d'argile très pure. Il a été provoqué par une moraine de barrage située à l'W de Gingerrain, qu'atteste une accumulation de gros blocs erratiques de part et d'autre du ruisseau actuel.

Cas de la dépression de Frohmatt (N de Tentlingen)

On a vu que cette dépression a été creusée déjà à l'époque tardiwürmienne, par les eaux de fusion qui s'écoulaient vers le N, de part et d'autre du Plateau de Tentlingen. Un lac a dû certes se former momentanément, mais il n'a pas duré longtemps ; la gorge épigénique du Tasberg s'est creusée rapidement. Car si le lac avait persisté longtemps, la masse d'eau barrée n'aurait pu, au moment de sa libé-

ration, creuser à elle seule la dépression de Frohmatt. L'érosion a donc agi d'une façon continue jusqu'à ce que les eaux de fusion fussent drainées vers Marly.

b) *Approfondissement des vallées* (déblaiements, terrasses d'érosion)

L'érosion dans les dépôts morainiques et fluvio-glaciaires s'amorçait déjà avec la fusion du glacier. Mais c'est surtout lorsque le réseau fluvial commença à s'organiser et que les lacs postwürmiens disparurent que l'érosion se fit puissante. Elle débâta totalement certaines régions comblées de matériel fluvio-glaciaire ou morainique, s'enfonça ailleurs dans ces dépôts en créant un système de terrasses, ou creusant localement des vallées épigéniques dans la Molasse.

Déblaiements

Certaines vallées préwürmiennes, comblées de matériel morainique ont été rapidement débâtes par des cours d'eau à forte ligne de pente. Ainsi celles de Montévraz, de La Roche, de Treyvaux.

La vallée de la Gérine elle-même s'encaissait en fonction de l'approfondissement de la Sarine. Dans son cours supérieur, la Gérine s'est taillé un nouveau cours soit dans la Molasse, soit sur l'axe du cours pré-rissien, montrant à plusieurs endroits les dépôts rissiens qui ont colmaté son ancien chenal. Dans la large plaine entre Giffers et la gorge de Rossmatte, la Gérine recoupe également le chenal préwürmien de La Nesslera. Par la gorge épigénique de Rossmatte, la Gérine pénètre dans le bassin de Marly où elle a créé un système de terrasses d'érosion que nous allons rappeler ici, (voir aussi O. BÜCHI, 1928).

Terrasses d'érosion de Marly

Le bassin de Marly a une histoire très ancienne, puisqu'il était déjà traversé par la Gérine pré-rissienne, colmatée ensuite par les dépôts rissiens et würmiens. Au Tardiwürm, on l'a vu, le bassin fut comblé de dépôts fluvio-glaciaires, et c'est à partir de ce moment que la Gérine se mit à s'approfondir, chaque stade d'arrêt du creusement étant marqué par une terrasse.

1. Des lambeaux de la terrasse supérieure apparaissent à l'E de Marly-le-Grand à 640 m. environ, entaillés par le ruisseau du Bois du

Roule. Sur la rive gauche de la Gérine, à cette même altitude, entre le ruisseau de Copy et celui de Chésalles, on retrouve des terrasses correspondantes, de même celle qui va de Chésalles jusqu'à l'entrée de la Gérine dans la gorge molassique au SW de Marly-le-Petit.

2. La terrasse de 620-630 m. Elle est magnifiquement observable sur la rive droite de la Gérine, et s'étend de la gorge de Vieille-Rossmatte jusqu'au-dessus de l'Ancienne Papeterie. C'est sur elle qu'est construite la majeure partie du village de Marly-le-Grand. La gravière sise au bord de la route cantonale, dans le village même, avant le pont sur la Gérine, montre des alluvions récentes grossières, recouvrant des dépôts argileux à caractère morainique ; ceux-ci représentent vraisemblablement le matériel rissien qui a colmaté l'ancien chenal de la Gérine.

Sur la rive gauche de la Gérine, on retrouve un bord de terrasse à 620 m. entre les ruisseaux de Copy et Chésalles, à droite de la route Marly-Chésalles.

3. Terrasse de 600 m. C'est la plus récente. Elle occupe le fond de la vallée de la Gérine, de Marly-le-Grand à l'Ancienne Papeterie, jusqu'à La Vernaie sur la rive gauche.

2. Le Postwürm récent

(dépôts actuels)

Eboulements

Rares dans la Molasse, ils jouent par contre un rôle important le long de la paroi de Flysch des Préalpes externes. Dans le Burgerwald, notamment dans les environs de la carrière de gypse, ils ont formé des amas d'énormes blocs qui confèrent à cette forêt un caractère très sauvage.

Eboulis et débris de pente

Les éboulis sont représentés surtout sur les flancs de La Berra et du Cousimbert, où les débris du Flysch se sont accumulés sur une large bande au pied de l'arc dessiné par les Préalpes externes. La zone d'éboulis du Flysch, tout comme celle des éboulements est recouverte de forêts touffues, mais peut passer, dans la partie inférieure

à des régions marécageuses animées d'un mouvement de solifluxion très lent, mais généralisé.

Sur le Plateau, les éboulis ne se rencontrent qu'au pied des parois molassiques surmontées de graviers interglaciaires : ainsi le long de la Gérine, rive droite, en amont de son embouchure dans la Sarine.

Les débris de pente proviennent soit de sables d'altération molassique, soit de sables fluvio-glaciaires, comme c'est le cas le long de la Gérine, entre Giffers et la gorge de Vieille-Rossmatte (SE de Marly).

Glissements et tassements

Les glissements sont très nombreux le long des berges des ruisseaux descendant du Cousimbert et de La Berra. L'exemple du R. du Stoutz est le plus frappant. Les dépôts morainiques et les abondantes marnes de la zone subalpine constituent un terrain peu résistant où l'érosion déclenche rapidement des phénomènes de solifluxion et de glissement. Là où la pente s'affaiblit le terrain glissé donne lieu à un paysage bosselé caractéristique des terrains tassés.

Alluvions, cônes de déjection

Les alluvions sont localisées dans le fond des vallées de la Sarine et de la Gérine. Ce sont des graviers, des sables et des argiles que les rivières ont abandonnés lors des périodes de hautes eaux.

Dans toute la région qui va du Villaret jusqu'au Pratzey, dans la vallée de La Roche, les torrents qui descendent de La Berra et du Cousimbert ont édifié des cônes de déjection bien visibles dans la morphologie.

Marais, tourbières

Dans la zone subalpine, de nombreux marais et pâturages marécageux se sont formés là où le sous-sol est marneux ou argileux (Molasse subalpine, zones argileuses des débris du Flysch). Sur le Plateau, les marais occupent de petites dépressions tapissées de moraine argileuse.

Localement, ces marais ont évolué en marais tourbeux ou en tourbières. Au S de Montévraz-Dessus, une tourbière occupe une dépression entre un système de moraines würmiennes. Rappelons ici la tour-

bière de Senèdes qui fut exploitée durant la dernière guerre. Son origine, on l'a vu, date du Postwürm ancien.

Carrières, gravières

Les carrières de Molasse sont toutes abandonnées, sauf celle de Flachsnera (coord. 583,400/178,150) au SE de Giffers, encore exploitée temporairement. Le gisement d'argile du Mouret fait encore l'objet d'une exploitation, alors que celui de Gingerrain (SE de Giffers) a été abandonné.

Quant aux gravières, extrêmement nombreuses, elles sont le plus souvent aménagées dans les sables et graviers tardi-würmiens. Les plus importantes sont celles de St-Ours (St. Ursen) à la limite NE de la carte, celle de Chésalles (SW de Marly) et celles du Villaret (SW de La Roche).

Sources

Elles proviennent avant tout des terrains quaternaires. Dans la vallée de la Gérine, les argiles rissiennes, colmatage de l'ancien cours de la Gérine, constituent un important horizon aquifère. Les eaux d'infiltration traversent les sables et graviers fluvio-glaciaires, se réunissent au niveau de ces argiles et forment un chapelet de sources que l'on peut suivre tout au long de la Gérine, de son cours supérieur jusqu'à Marly.

D'importantes sources proviennent aussi des graviers de progression de la Nesslerera. Le plancher hydrologique est ici constitué par la Molasse qui forme la base de cet ancien thalweg. Citons spécialement la source de Corbaroche (N de Praroman, coord. 580,260/179,150) qui a donné lieu à un important dépôt de tuf.

Tuf calcaire

Les eaux qui ont circulé dans les graviers et sables quaternaires sont très riches en calcaire, et lors de leur arrivée au jour déposent de petits amas de tuf calcaire. Le plus important au point de vue de la surface occupée est celui de Corbaroche, mais il ne forme qu'un revêtement de faible épaisseur appliqué sur le substratum molassique.

Une autre accumulation de tuf de moins grande extension tapisse la rive gauche du R. de Copy (E de Chésalles) à l'altitude de 620 m.