

# Le quaternaire

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **55 (1962)**

Heft 1

PDF erstellt am: **21.07.2024**

## **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.

1. toute la rive gauche, jusqu'au pied du Jura, forme la «zone occidentale». Elle est caractérisée par des anticlinaux et synclinaux orientés parallèlement au bord du Jura ou de la Molasse subalpine. Les plis, comparés à ceux des autres zones, sont relativement courts. Le développement de ces «Kurzstrukturen» aurait été favorisé par des cassures transversales.

2. La rive droite de la Broye appartient à la «zone transversale de Fribourg», large de 15 à 20 km. Elle est formée de plis de direction localement oblique à la précédente ou même N-S. Mais au SW de Morat, ces différences d'orientation d'une zone à l'autre s'atténuent et peuvent même disparaître.

---

«La géologie des terrains quaternaires ...souffre aujourd'hui d'une trop grande liberté d'imagination. Ici plus qu'en tout autre domaine, selon le mot de Poincaré: «l'hypothèse, c'est le fonds qui manque le moins». E. GAGNEBIN (1937, p. 1)

## DEUXIÈME PARTIE

### LE QUATERNAIRE

#### La lacune Tertiaire supérieur-Quaternaire inférieur

En Suisse occidentale, la stratigraphie de la Molasse du Plateau s'arrête en général au Burdigalien. Elle monte jusqu'au Tortonien dans l'E du pays, vraisemblablement jusqu'au Sarmatien dans le Jura. Le Pontien et le Pliocène manquent, car cette époque est celle du plissement de la Molasse.

Que sont devenus l'Helvétien, le Tortonien et le Sarmatien du Plateau suisse occidental? D'aucuns pensent que ces étages ont été érodés, pour d'autres, ils ne se déposèrent pas.

A lire A. HEIM (1919), on peut encore envisager le problème de cette lacune sous un autre angle:

«En Suisse occidentale, le Plateau est recouvert de formations marines, alors que dans l'E du pays on trouve des dépôts limniques riches en lignite et calcaires d'eau douce. Cette différence d'une région à l'autre n'est pas nécessairement due à une érosion plus active à l'W, allant jusqu'à ôter toute la Molasse d'eau douce supérieure; elle résulte plutôt du fait qu'à l'W, de même que dans le bassin du Rhône, l'épisode marin a duré plus longtemps. A l'W, le Vindobonien est généralement marin, vers l'E, en partie d'eau douce.» (p. 102. Traduction libre).

L'hypothèse que notre Molasse marine supérieure soit contemporaine d'une partie de la Molasse d'eau douce supérieure de Suisse orientale peut donc être envisagée. Dans ce cas, la tranche de sédiments érodés durant la phase de pénélplanation prépléistocène ne correspond pas nécessairement à l'Helvétien, Tortonien et Sarmatien.

Encore une fois, ce problème – et bien d'autres – ne seront résolus que le jour où les géologues de la Molasse disposeront de moyens de datation précise. Il sera alors possible d'établir des corrélations chronostratigraphiques qui jetteront une lumière nouvelle sur l'histoire du sillon périalpin.

Le début du Quaternaire coïncide avec l'entrée en scène des glaciations. Quatre sont décelables en Bavière et dans le bassin du Rhin, alors qu'en Suisse occidentale, seules les deux dernières ont laissé des traces de leur passage.

Dans la région de Lucens, les dépôts glaciaires doivent tous être attribués au Würm. Le Riss et l'interglaciaire Riss-Würm n'affleurent pas. Les moraines rissiennes ont été érodées après le retrait de l'inlandsis ou incorporées à la moraine würmienne; elles existent peut-être au fond d'anciennes vallées. Quant aux sédiments interglaciaires, ils doivent former une partie du remblayage des vallées pré-würmiennes de la Broye, de la Lembe et de la Petite Glâne.

### *Stratigraphie*

Durant le Quaternaire, le secteur périalpin a été le théâtre de plusieurs invasions glaciaires, dont deux ont laissé des vestiges dans le domaine rhodanien: celles de Riss et de Würm. Sur le terrain prospecté, seuls les deux termes supérieurs du complexe würmien (maximum et retrait) sont représentés.

Au moment où les glaces quittaient définitivement le Plateau suisse, la zone subjurassienne était en grande partie noyée sous les eaux d'un lac qui s'étendait jusqu'à Wangen an der Aare. Par érosion régressive, son niveau s'est progressivement abaissé, les eaux se sont concentrées dans le Seeland, abandonnant la vallée de la Broye.

La stratigraphie du Quaternaire local se présente donc ainsi:

- |             |   |  |
|-------------|---|--|
| 2. Postwürm | { | b. récent: la période actuelle                 |
|             |   | a. ancien: les épisodes lacustres              |
| 1. Würm     | { | b. retrait glaciaire: dépôts fluvio-glaciaires |
|             |   | a. maximum glaciaire: dépôts morainiques       |

## CHAPITRE PREMIER

### **Le Würm**

#### Extension et puissance

Les dépôts würmiens recouvrent presque tout le territoire. Une bande d'alluvions récentes et les dépôts des lacs de 510 m et 480 m, dans la vallée de la Broye, sont les seuls témoins importants de l'épisode postwürmien.

Leur épaisseur est variable: réduite sur les dômes molassiques au point de laisser affleurer localement le Tertiaire, elle augmente sur les replats et au fond des dépressions. Dans la Seyve, sur la rive droite de la Broye (coord. 173, 720/557, 670), par exemple, la moraine dépasse 29 m de puissance, et le substratum molassique n'est pas encore atteint.

## I. Les dépôts morainiques

Leur mise en place est à mettre à l'actif du glacier rhodanien. Elle s'est effectuée durant le maximum glaciaire, à l'époque où l'inlandsis recouvrait l'ensemble du Plateau suisse, et au début du retrait des glaces.

### *Argile à blocaux*

On la considère généralement comme un des faciès de la moraine de fond. Il s'agit d'une argile jaunâtre ou gris-bleu, faisant pâte avec l'eau. Elle renferme de nombreux galets d'origine alpine, à stries glaciaires. Toutes les dimensions sont représentées, il n'y a pas de classement granulométrique; leur répartition dans la matrice est quelconque.

Dans la région considérée, ce type de moraine ne montre aucune stratification.

On trouve l'argile à blocaux dans le cours supérieur de nombreux ruisseaux, où elle détermine des glissements: la Seyve (R. de Seigneux), R. des Vaux (embranchement de Sarzens), le Glaney (E. d'Hennens), ruisseau de Pré Cerjat; la Lembe et la Petite Glâne coulent aussi en partie dans l'argile à blocaux.

A. JAYET (1960) pense que l'argile n'a pas été élaborée aux dépens du substratum molassique, mais qu'elle dérive d'argiles préexistantes du Secondaire et du Tertiaire. Elle aurait été entraînée à partir des régions calcaires situées sur le parcours du glacier du Rhône.

### *Moraine informe*

C'est le type de moraine le plus répandu. Il est fait d'un mélange d'argile, de sable, de galets et de blocs, dépourvu de toute stratification.

### *Moraine graveleuse*

Ce vocable désigne une moraine informe hétérométrique très riche en galets et en blocs.

### *Moraine lavée*

Elle constitue le terme de transition entre les dépôts morainiques et les amas fluvio-glaciaires stratifiés du retrait würmien.

Sous l'action d'eaux courantes, les éléments de la moraine commencent à se classer, mais la stratification qui en résulte reste très embryonnaire.

La gravière des Communs d'en Haut, 800 m à l'W de Lucens (coord. 173, 250/553,390), est ouverte dans une moraine lavée. Il s'agit d'une formation marginale, mise en place alors que le glacier commençait à se retirer.

### *Drumlins*

Les collines cartographiées comme telles l'ont été sur une base purement morphologique, car elles ne présentent pas d'affleurements.

Au N de la ligne Forel Dessous-Cremin, sur la rive gauche de la Broye, on compte six drumlins sur 1,42 km<sup>2</sup>. Ils sont de forme elliptique, leur grand axe étant toujours orienté SW-NE.

Le plus grand drumlin, celui de Petit Crêt, au N de Cremin, mesure 840 m de longueur sur environ 350 m de largeur maximum; sa hauteur est de 22,4 m.



*Blocs erratiques*<sup>1)</sup>

L'âge de leur mise en place peut être différent: ceux qui sont incorporés à la moraine de fond datent du maximum glaciaire, ceux qui se trouvent à la surface du sol, de la période de retrait.

A l'heure actuelle, les blocs erratiques ont presque disparu des surfaces cultivables; on les rencontre au fond des petits thalwegs. Il s'agit donc de blocs déposés durant le maximum, et dégagés par l'érosion postglaciaire.

Sur la rive droite de la Broye, signalons les R. des Vaux et de Seigneux, ainsi que leurs affluents, qui sont les mieux dotés en blocs erratiques. Il en est qui atteignent plusieurs mètres cube de volume.

Sur la rive gauche, on en trouve beaucoup moins.

Les roches reconnues sont les suivantes, par ordre de fréquence décroissant: nagelfluh, grès et conglomérats du Carbonifère, grès coquillier de la Molasse, schistes cristallins (gneiss et autres), Flysch, granites, divers calcaires, grès et conglomérats permien.

Ces blocs se présentent isolés ou en amas.

**II. Les dépôts fluvio-glaciaires**

## Introduction

Les dépôts fluvio-glaciaires se sont accumulés à la fin du retrait würmien, au moment où l'inlandsis était réduit à une série de langues glaciaires cantonnées dans le fond des dépressions.

Ces dépôts consistent essentiellement en amas de sable et de gravier stratifiés, mais peuvent couvrir l'échelle dimensionnelle comprise entre l'argile et les blocs. Suivant le degré de classement du matériel, on trouve soit une alternance de bancs nettement individualisés, pouvant mesurer jusqu'à 50 cm d'épaisseur, dont l'hétérométrie est relativement peu prononcée; soit une succession de niveaux très mal classés, qui se distinguent les uns des autres par la prédominance d'une dimension donnée.

Le matériel est subanguleux à subarrondi. Presque toutes les gravières ont livré des galets à stries glaciaires et des galets fissurés (phénomènes de pression). Les éléments grossiers sont d'origine alpine; mais on trouve toujours quelques galets de molasse. Les blocs sont relativement rares, et ne dépassent pas 70 cm de diamètre. Ils sont aussi subanguleux à subarrondis, et certains pourvus de stries glaciaires.

La stratification du fluvio-glaciaire est généralement oblique (parfois entrecroisée à l'intérieur d'un banc), le pendage pouvant atteindre des valeurs de 30°. Les bancs ne sont pas continus. Certains sont affectés de déformations mécaniques syn- ou postgénétiques: plissements, failles, poches d'injection, traces de cryoturbation.

## Extension et puissance

L'extension du fluvio-glaciaire est assez considérable. Géographiquement, on peut distinguer trois ensembles:

<sup>1)</sup> Pour des raisons techniques, les blocs erratiques concentrés au fond des thalwegs étroits n'ont pas pu être figurés sur la carte au 1:25 000.

a) le plus important est axé sur la vallée de la Lembe, à l'aval de Cheiry; il déborde du bassin de la rivière vers le NE pour s'étendre jusqu'à la route Ménières-Granges.

b) L'ensemble de la vallée de la Broye comprend deux séries étagées de dépôts: l'une au pied des versants (La Villaire, Lucens, Villeneuve, La Coulonne, sur la rive gauche; de La Voraire à la Pièce, sur la rive droite), l'autre sur un épaulement de la vallée, à environ 600 m d'altitude (Gréchon dessus, Cremin; Les Murailles, Seigneux).

c) Dans le bassin de la Cerjaule, le fluvio-glaciaire s'étend sur la rive gauche, entre La Crause et Champ de Romont.

Des lambeaux isolés ont encore été cartographiés: dans la Petite Glâne, à l'W de Nuvilly; au N de Sassel; dans la Lembe, à la hauteur de Prévondavaux; au SW de Lovatens.

L'épaisseur du fluvio-glaciaire est variable: quelques mètres à Cremin, par exemple, plusieurs dizaines de mètres dans la gravière exploitée au NE de Ménières.

### 1. Cônes de déjections

Durant le retrait du glacier würmien, plusieurs ruisseaux ont construit des cônes de déjections en débouchant dans la vallée de la Broye.

#### a) Lucens:

De part et d'autre du débouché du vallon de la Cerjaule, le versant de la vallée de la Broye est tapissé d'une couche de sables et de graviers stratifiés. Au NE de



Fig. 35. Cône de déjections fluvio-glaciaire. Retrait würmien. Lucens, route de Cremin.

Lucens, ce revêtement s'étend jusqu'au lieudit Pra la Mort, entre 500 et 570 m d'altitude.

Une gravière située au bord de la route de Cremin, juste à la sortie de Lucens (coord. 173,600/554,220), permet de faire les constatations suivantes (fig. 35):

elle est formée d'une alternance de bancs de sable et de gravier régulièrement inclinés de 14° vers l'E. Il en est qui sont plissotés. Leur épaisseur oscille entre quelques centimètres et plusieurs décimètres, dépassant rarement 50 cm. Au premier abord, le classement granulométrique des différents bancs semble bon. Mais l'observation détaillée révèle une assez forte hétérométrie: le sable fin, généralement parcouru de zones de clastiques très fins, peut contenir des galets et, inversement, le gravier nager dans une matrice sableuse.

Les galets sont du type peu roulé, subanguleux à subarrondis; certains portent encore des stries glaciaires. On trouve également de nombreux galets de molasse, souvent fissurés.

Les gros blocs, subanguleux à subarrondis et parfois à stries glaciaires, sont rares. L'affleurement en montre 2 ou 3 en place, mesurant au maximum une cinquantaine de centimètres de diamètre. Parmi ceux que les ouvriers ont entassés au bord de la route, le plus grand diamètre mesuré est de 60 cm.

La nature pétrographique des blocs révèle une origine essentiellement alpine: conglomérats du Carbonifère, grès et conglomérats permien, nagelfluh du Mt. Pélerin, grès divers, entre autres grès communs de la Molasse et grès coquillier, différentes variétés de calcaires, granites, gneiss, micaschistes, quartzites, serpentines, éclogites.

La direction et le pendage des couches indiquent que l'épandage du matériel s'effectuait à partir d'un point situé à l'aplomb de la Cerjaule actuelle, à environ 570 m d'altitude. Dès lors, on est tenté de voir dans ce dépôt le cône de déjections d'une ancienne Cerjaule qui coulait à une altitude beaucoup plus élevée.

De fait, la carte révèle l'existence, sur la rive gauche de la Cerjaule, entre Oulens et le Recoulet, d'un replat molassique situé à la cote 580 environ. Ce replat, qui sert aujourd'hui de substratum à des dépôts fluvio-glaciaires, pourrait correspondre au fond de la vallée préwürmienne de la Cerjaule. Dans cette hypothèse, la rivière poursuivait son cours vers le NE en passant par Champ de Romont (où la Molasse s'arrête aussi à 580 m d'altitude). Il semble peu probable qu'elle coulât déjà sur Lucens, car depuis l'embouchure du Recoulet, le Vallon des Vaux présente les caractéristiques de l'érosion postglaciaire.

Durant le maximum würmien, la moraine s'est accumulée sur une grande épaisseur au N de la ligne Forel-Cremin. Le torrent sous-glaciaire a dû se chercher un nouveau cours et s'est dirigé sur Lucens. Au moment du retrait glaciaire, alors que l'inlandsis se fractionnait en une série de langues occupant le fond des dépressions, la vallée de la Cerjaule était suspendue par rapport à celle de la Broye. Le matériel charrié par la Cerjaule s'est d'abord accumulé au pied du gradin de confluence, en partie sous le glacier de la Broye. Il s'agit d'éléments empruntés aux moraines qui tapissent le bassin de la rivière. La forme des galets, subanguleuse à subarrondie, la présence de stries glaciaires et de galets de molasse indiquent une courte durée de transport. La granulométrie du dépôt est celle d'un cours d'eau à forte capacité. Avec le temps, le dépôt augmente en importance, alors que l'espace disponible reste le même. Le cône remonte le long du gradin, puis déborde latéralement et s'appuie sur les versants de la vallée de la Broye, de part et d'autre de l'embouchure de la Cerjaule. Ce sont ces deux ailes du cône qui ont subsisté jusqu'à nos jours, la partie centrale ayant été érodée durant l'épisode postglaciaire.

#### b) Villeneuve:

Un cône de déjections fluvio-glaciaire s'est également installé contre le versant de la vallée de la Broye au débouché des gorges de Surpierre. Ses deux ailes sont

bien conservées; la section axiale, par contre, a été érodée, puis occupée récemment par un nouveau cône, très surbaissé.

Le cône fluvio-glaciaire est compris entre les altitudes de 479 et 520 m. Sa base visible, au niveau de la plaine de la Broye, mesure 700 m de largeur. La rupture de pente qui se produit au contact du cône avec le versant molassique est bien marquée.

Une petite gravière est ouverte au sommet de l'aile droite (coord. 177, 300/556, 300). Elle est formée d'une succession de niveaux très mal classés, faits de sable graveleux, de sable très chargé en gravillon et de sable pauvre en éléments grossiers. Au sommet de l'affleurement, un lit de limon jaunâtre vient s'intercaler entre deux niveaux de sable pauvre en gravier.

Les galets sont subanguleux, quelques uns montrent encore des stries glaciaires. Les galets de molasse sont rares.

La stratification oblique est bien marquée; les couches plongent de 22° vers le NEE.

La position du dépôt, son allure morphologique, sa texture et sa structure ainsi que l'inclinaison des couches indiquent qu'on se trouve en présence d'un cône de déjections.

Durant le retrait würmien, le débouché du vallon de Villeneuve était obstrué par le glacier de la Broye. Faute de place pour s'étaler horizontalement, le matériel charrié par le ruisseau s'accumule sur place. Le volume du cône augmente, le matériel commence à s'épandre latéralement, se glisse entre le glacier et le versant de la vallée. D'où la pente très raide du cône.

De même qu'à Lucens, le matériel n'a pas subi un long transport: la forme subanguleuse des galets, les stries glaciaires dont certains sont encore pourvus et la présence de galets molassiques l'attestent.

A la fin de l'épisode lacustre du Postwürm ancien, le niveau de base du ruisseau s'est abaissé. Le cours d'eau s'est mis à éroder le cône fluvio-glaciaire, emportant tous les dépôts qui encombraient le débouché du vallon. Hors d'atteinte du ruisseau, les ailes du cône ont seules été épargnées.

## 2. Terrasses

### a) Seigneux-Les Murailles:

Entre Devant Trémeule et la route Lucens-Prévonloup, l'épaulement inférieur de la vallée de la Broye, rive droite, est recouvert de dépôts fluvio-glaciaires. Ils forment, à 610 m d'altitude, la terrasse de Seigneux-Les Murailles, longue de 2,5 km et pouvant atteindre 370 m de largeur<sup>1)</sup>. Son substratum, à la source du ruisseau des Grands Bois (coord. 174,520/556,730), est formé d'argile à blocs.

Sur les quatre gravières autrefois ouvertes dans cette terrasse, une seule en permet aujourd'hui l'étude: celle des Murailles, à l'W du hameau des Granges (coord. 173,850/556,200).

L'affleurement décrit ci-dessous mesure 1,5 m de haut sur 6 m de large. Il est fait d'une alternance de niveaux de sable moyen ou fin, de couleur grise, parfois chargé de petits galets et de niveaux franchement graveleux. La stratification est oblique, les couches sont inclinées de 20° vers le N, c'est-à-dire en direction de la vallée de la Broye. Le plus gros galet en place mesure 12 cm de diamètre. Mais le pied de la gravière est jonché de blocs plus volumineux, mis à jour au temps de l'exploitation intensive. On reconnaît des granites, gneiss, euphotides, micaschistes, quartzites, conglomérats de Vallorcine, de la nagelfluh, divers grès, entre autres

<sup>1)</sup> A Seigneux, une deuxième terrasse se développe à la cote 570.



des grès de la Molasse. Certains blocs subanguleux et striés portent les traces d'une intervention glaciaire, d'autres, arrondis et de forme ovoïde, présentent des caractères fluviatiles.

La genèse de cette terrasse est en relation avec une phase d'alluvionnement du R. de Seigneux.

Alors que le glacier du Rhône en régression s'étend jusqu'à environ 610 m d'altitude, le R. de Seigneux, à régime torrentiel en période de dégel, remanie les moraines découvertes à l'amont et en resédimente le matériel au flanc du glacier, sur l'épaulement de la vallée de la Broye. La dispersion des alluvions s'effectue à partir d'un cône de déjections qui se développe de part et d'autre du ruisseau. Ce cône passe progressivement vers le NE et le SW à une terrasse qui seule a échappé à l'érosion postglaciaire.

La durée de transport du matériel est courte, puisqu'on trouve des galets molassiques et des blocs à stries glaciaires. Les gros blocs incorporés au sable proviennent directement du glacier, à partir de moraines épi- ou intraglaciaires.

L'origine latéro-glaciaire de cette terrasse s'appuie sur un autre fait d'observation: au SW de Pré au Duc, le front de la terrasse repose au centre du replat morainique, 300 m au SE de la rupture de pente marquant le sommet du versant de la vallée de la Broye. Cette disposition indique que le glacier s'étendait en partie sur le replat. Les dépôts fluvio-glaciaires s'accumulaient dans une petite dépression entre le bord du glacier et le talus morainique des Granges.

#### b) Oulens-Champ de la Croix :

De La Crause, au S d'Oulens, jusqu'au Recoulet, l'épaulement rive gauche de la Cerjaule est recouvert de sables et de graviers fluvio-glaciaires. Ce revêtement, plaqué sur la Molasse, s'étend jusque dans le ruisseau de Champ de Romont.

L'ensemble comprend deux parties :

1. du Recoulet à Lugeon, entre les cotes 670 et 590 se développe un cône de déjections raviné par l'érosion postglaciaire. Une gravière permet d'analyser ses conditions lithologiques (coord. 173,800/552,730).

L'affleurement est formé de bancs de limon (à stratification interne entrecroisée), de limon à gravillon, de sable fin ou grossier, de gravillon et de gravier. Ce dernier est localement cimenté. Les blocs, subanguleux à subarrondis, sont rares, et ne dépassent pas 40 cm de diamètre. Quelques galets de molasse affleurent.

Dans la partie gauche de l'affleurement, un niveau de gravier se redresse brusquement à la verticale, formant une cheminée dans laquelle la stratification a presque totalement été détruite. Il s'agit d'un phénomène de cryoturbation.

Ailleurs, des bancs sablo-limoneux sont plissotés, faillés, mais la stratification est conservée; des injections de gravier se sont également produites. Il s'agit de déformations mécaniques en relation avec des mouvements du glacier.

2. A la hauteur de Lugeon, le cône passe à une terrasse d'altitude moyenne 625-620 m. Le fluvio-glaciaire atteint ici une trentaine de mètres d'épaisseur.

Les sédiments ont été apportés par le ruisseau qui descend de Condemine. Au moment où le glacier n'occupe plus que le fond de la vallée, les eaux courantes déposent, au niveau de base provisoire des Onchires, le matériel provenant du lessivage des moraines situées à l'amont. Un cône d'accumulation, en partie érodé aujourd'hui, s'ouvre de part et d'autre du cours d'eau. Texture et structure des dépôts dénotent un régime torrentiel. Des mouvements du glacier en dérive occasionnent des déformations des sédiments.

Une partie du matériel est transporté plus loin vers le SW, pour former la terrasse d'Oulens-Champ de la Croix. Cette terrasse est encore alimentée, au SW, par les ruisseaux d'Oulens et des Parquets.

L'ablation glaciaire se poursuivant, le matériel qui butait primitivement contre le glacier se dépose à sa surface. Les sédiments sont transportés jusqu'à Lucens, où ils édifient un nouveau cône de déjections contre le versant de la vallée de la Broye (voir p. 257).

c) Sassel-Granges :

Un système de terrasses fluvio-glaciaires étagées se développe sur la rive gauche de la Lembe, au NE de la carte.

La coupe de la fig. 36 illustre les conditions suivantes :

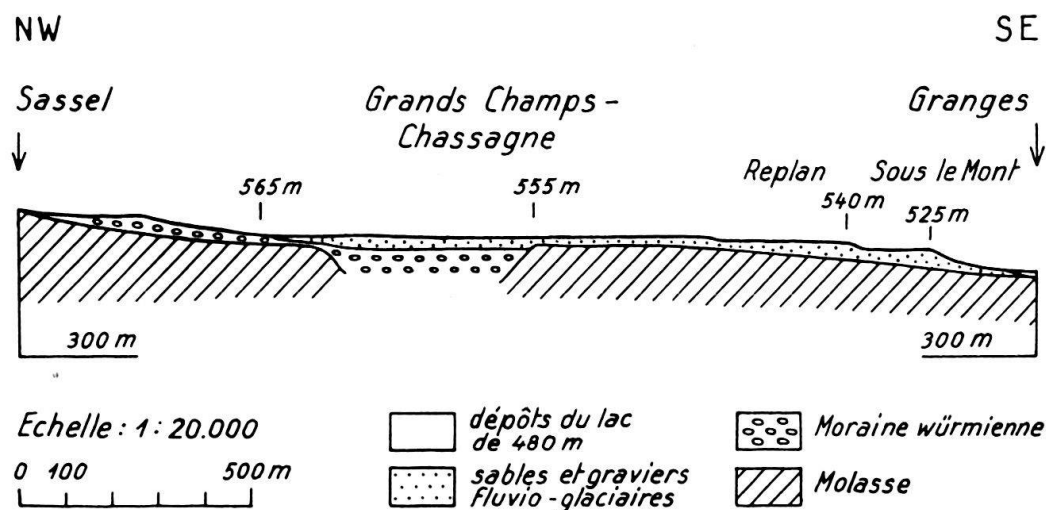


Fig. 36. Coupe des terrasses fluvio-glaciaires de Sassel-Granges. Retrait würmien.

au SE du dôme aquitainien de Sassel, à partir de la cote 565, la moraine disparaît au profit du fluvio-glaciaire de retrait würmien. Les dépôts forment un replat d'1 km de longueur suivant la coupe. C'est la terrasse des Grands Champs-Chassagne, d'altitude moyenne 555 m. Elle est bordée au SW par le thalweg du ruisseau de Chapelle près Surpierre, et au S par la Lembe. Au NE, elle se raccorde progressivement à la plaine de Ménières-Brit. Cette terrasse est installée en partie sur le cours préwürmien de la Lembe.

La terrasse de Sur le Mont, qui s'étend au N de Ménières, doit être mise en liaison avec celle des Grands Champs-Chassagne; elle plafonne également à la cote 555. Une gravière (coord. 182,040/557,780) permet d'en étudier la constitution (fig. 37):

elle est formée de bancs de sable localement graveleux et de niveaux de gravier mal classé. Le matériel est subarrondi à subanguleux. Les blocs sont rares; ils atteignent au maximum 32 cm de diamètre. On trouve des galets molassiques, des galets fissurés et des galets à stries glaciaires en partie effacées.

Dans l'ensemble, les couches plongent de 13° vers le SE. A l'intérieur des bancs, la stratification est souvent entrecroisée.

Au centre de l'affleurement, au sommet, les couches sont plissées en anticlinal.

Un talus de 5 m de hauteur sépare la terrasse des Grands Champs-Chassagne de celle de Replan. Son altitude moyenne est de 540 m. Elle mesure 250 m en direction de la coupe. Son substratum, qui affleure sur le versant rive gauche de la Lembe, est fait de Molasse d'eau douce.

La terrasse de Replan est limitée au SE par un talus de 10 m de hauteur au pied duquel s'étend la terrasse de Sous le Mont. C'est la plus petite des trois. Elle plafonne à 525 m d'altitude.

Cette terrasse est séparée de la plaine de la Broye par le talus de Sous le Mont, d'une hauteur de 40 m.



Fig. 37. Sables et graviers fluvio-glaciaires stratifiés du retrait würmien. Gravière de Ménières.

Au SWW des terrasses de Sassel-Granges se développe, entre Cheiry et Les Esserts (au S de Chapelle près Surpierre) la terrasse du Vuabley, d'altitude moyenne 575 m.

Ces terrasses, formées durant le retrait de l'inlandsis würmien, correspondent à des phases successives de l'ablation du glacier.

Durant un premier stade se forme, par accumulation latéro-glaciaire, la terrasse des Grands Champs-Chassagne. Puis la masse de glace s'abaisse jusqu'à 540 m d'altitude environ, livrant la région de Replan à la sédimentation. Les eaux de fusion remanient les moraines latérales, les classent; les eaux courantes érodent localement la terrasse supérieure et déposent leur charge au niveau de base provisoire déterminé par l'extension du glacier. Nouvelle ablation de l'inlandsis, dont la surface s'abaisse jusqu'à environ 525 m d'altitude, et formation de la terrasse de Sous le Mont.

### 3. Placages

Ils diffèrent des cônes de déjections et des terrasses par leur morphologie: au lieu de former des replats, ou des talus localisés au niveau de base des ruisseaux, les dépôts fluvio-glaciaires peuvent constituer un revêtement continu de certains versants de thalwegs.

De telles conditions sont réalisées sur la rive droite de la Lembe, entre Cheiry et les Râpes. Sur 3,7 km de distance, le flanc de la vallée est tapissé de dépôts sablo-graveleux. Au SW, ils montent depuis le fond de la vallée, c'est-à-dire depuis



565 m d'altitude jusqu'à 590 m. Au NE, ils se développent entre les cotes 530 et 600. Ce placage fluvio-glaciaire donne une topographie désordonnée, bosselée. De nombreux ravins secs le burinent. Toute cette zone, d'ailleurs, est privée d'écoulement superficiel.

Deux petites terrasses ont réussi à se développer: celle de Coumin Dessus, à 550 m d'altitude, et celle des Planches, à 590 m. A l'E de cette dernière se trouve une gravière. Elle est faite d'une succession de bancs de sable très fin bien classé, de sable moyen homométrique, de gravillon et de gravier. L'épaisseur des bancs varie entre 3 et 30 cm; les plus épais sont en matériel grossier. Les galets sont sub-anguleux à subarrondis, parfois arrondis. L'affleurement ne livre pas de blocs, mais des galets de molasse. La stratification est oblique, les couches plongent de 15° vers le NNW.

Les dépôts fluvio-glaciaires forment des placages lorsque les conditions topographiques ne leur permettent pas de s'étendre en terrasses ou en cônes de déjections.

Alors que la surface du glacier de la Lembe s'abaisse progressivement, les eaux courantes remanient les moraines abandonnées sur le versant droit de la vallée. Comme la pente est relativement escarpée et l'ablation glaciaire trop rapide, les sables et graviers ne peuvent s'accumuler en terrasses. Ils tapissent le versant du thalweg sans modifier son profil topographique d'ensemble.

Pour expliquer la présence des petites terrasses de Coumin Dessus et des Planches, on pourrait invoquer un replat du substratum morainique.

#### *L'âge du complexe würmien*

Les théories classiques accordent un âge différent aux trois termes du complexe würmien (progression, maximum, retrait) dont la mise en place s'est effectuée successivement.

Ces dernières années, A. JAYET (1952, 1955, 1956, 1957, 1958) a présenté des vues nouvelles, basées sur l'étude des glaciers actuels. Cet auteur considère le complexe würmien comme un ensemble de moraines datant en gros du même âge. D'après sa théorie, les dépôts de progression se déposèrent sous le glacier en crue, alors que le fluvio-glaciaire de retrait se serait formé sur le glacier en voie de disparition et à partir de moraines elles-mêmes situées sur la glace. A la suite de l'ablation, les terrains glaciaires se sont empilés les uns sur les autres, l'âge est donc le même de bas en haut de la série würmienne locale.

Dans la région de Lucens, la mise en place du complexe würmien n'a pas obéi à un tel mécanisme. Le fluvio-glaciaire de retrait s'est accumulé sur terre ferme, en bordure d'un glacier très réduit<sup>1)</sup>. Les pendages mesurés dans les gravières indiquent que la dispersion du matériel s'effectuait depuis la terre ferme en direction du glacier.

Les dépôts fluvio-glaciaires s'étant formés à la fin du retrait, la mise en place du complexe würmien local s'est effectuée en deux étapes distinctes dans le temps. Le maximum et le retrait correspondent donc à deux sous-étages d'âge différent.

#### *Cours épigéniques*

##### a) La Lembe:

De Cheiry à Coumin Dessous, le ruisseau coule sur du Quaternaire. La vallée, orientée SW-NE, est large. La partie inférieure des versants est composée de dépôts würmiens.

<sup>1)</sup> Exception faite, peut-être, des petits amas fluvio-glaciaires de Nuvilly, Prévondavaux et Gréchon dessus, qui ont pu se déposer suivant le mécanisme décrit par JAYET.

500 M au NE de Coumin, la Lembe tourne et se dirige vers l'E. Le thalweg, entaillé dans la Molasse d'eau douce jusqu'à Granges, devient très étroit, adopte un profil en V. Le lit du ruisseau est lui-même formé en grande partie de Molasse.

Cette section aval du cours de la Lembe est épigénique. Avant le Würm, le ruisseau coulait vers le NE, passait entre les affleurements de Molasse de Boveire et se dirigeait sur Ménières. Durant la dernière glaciation, la section aval de la Lembe a été comblée de dépôts morainiques. La débâcle würmienne une fois amorcée, la rivière a dû se chercher un nouveau cours et s'est dirigée sur Granges.

b) La Broye :

Le méandre de la Broye, au lieudit Bergère, au S de Lucens, est également épigénique. La rivière coule dans la Molasse marine sur 450 m. Le cours préwürmien passait à l'W de Bergère, entre le petit affleurement de Molasse et la route Lucens-Moudon.

V. GILLIÉRON (1885, p. 480) pense que c'est le « quaternaire stratifié » de Bergère qui a provoqué le détournement.

c) Ruisseau de Villeneuve :

Depuis sa source, à Forel, jusqu'au lieudit Le Basset, le ruisseau coule en direction NE. Ici, il tourne vers l'E, conserve cette orientation sur 600 m, puis se dirige à nouveau vers le NE. A Surpierre, il commence à entailler la Molasse.

A partir du Basset, son cours est épigénique. Avant la glaciation würmienne, le ruisseau continuait de couler vers le NE, passait par Champ Corboud, empruntait le tracé de l'actuel ruisseau de Grange aux Rattes pour aboutir dans la vallée de la Broye à La Coulonne, au N de Villeneuve. Son détournement a été provoqué par un remblayage morainique würmien entre Grange aux Rattes et Le Basset.

Le dépôt de tuf calcaire du ruisseau de Grange aux Rattes est en liaison avec un courant de fond qui emprunte l'ancien cours du ruisseau de Villeneuve.

Il est possible que cet ancien thalweg corresponde au cours aval de la Cerjaule préwürmienne. Avant la glaciation, elle coulait à une altitude plus élevée (voir p. 258). Au lieu de se diriger sur Lucens, elle poursuivait son chemin vers le NE, passait par Champ de Romont, Broillet, pour rejoindre la dépression du Bois des Meules, entre les collines molassiques du Grand Bois et de Praratoud. Son détournement à la hauteur du Recoulet a été occasionné par une grosse accumulation de moraine würmienne entre Champ de Romont et le Bois des Meules.

## CHAPITRE II

### La période postwürmienne

#### I. Postwürm ancien: les épisodes lacustres

##### Introduction

Au moment où le glacier du Rhône en régression quittait définitivement le bassin molassique, la moraine frontale de Wangen an der Aare, près de Soleure, a fait obstacle à l'écoulement des rivières vers le NE. Les eaux se sont accumulées derrière ce barrage naturel, noyant la zone subjurassienne jusqu'au Mormont.

Ce lac, dont la surface atteignait la cote 510, occupait la vallée de la Broye jusqu'à Moudon.

L'érosion régressive entaillant la moraine de Wangen, le niveau des eaux s'est abaissé successivement à 480 m, 450 m<sup>1)</sup>, pour atteindre finalement 430 m, c'est-à-dire la cote actuelle des lacs subjurassiens.

### 1. Le lac de 510 m

#### a) Le delta fossile de Granges :

Il a été édifié par la Lembe à son embouchure dans le lac pléistocène de la Broye.

Vue en plan, l'aile droite du delta, la mieux conservée, prend la forme d'un arc de cercle de 850 m de rayon qui s'ouvre à la hauteur des Moulins de Granges. Elle domine actuellement la plaine de la Broye d'une trentaine de mètres.

En coupe axiale, on reconnaît (fig. 38) :



Fig. 38. Le delta fossile de la Lembe. Postwürm ancien. Granges.

1. la zone de raccord du delta avec le versant molassique, marquée par une rupture de pente (à gauche de la ferme, sur la photographie);

2. le sommet du cône d'accumulation, qui forme une terrasse horizontale de 300 m de longueur, plafonnant à la cote 505;

3. à l'aval, la pente frontale rattachant le delta à la plaine de la Broye.

Une gravière exploite les dépôts (coord. 178,920/557,480). Son front de taille, mesurant 180 m de longueur, est oblique par rapport à l'axe de dispersion du matériel.

<sup>1)</sup> Ce stade correspond au lac de Soleure, signalé par A. FAVRE (1883).

Les conditions lithologiques sont les suivantes, de bas en haut :

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Alternance de bancs de sable et de sable graveleux stratifiés obliquement; le pendage est de 20° vers 138° . . . . .  | ± 12,00 m |
| 2. Horizon graveleux stratifié ± horizontalement . . . . .   | ± 3,00 m  |
| 3. Niveau à stratification oblique plongeant de 24° vers 250°; à gauche, ce niveau est entièrement graveleux, à droite, les foreset beds graveleux passent à des bottomset beds en sable à ripple marks; les topsets sont érodés . . . . . | ± 7,50 m  |
| 4. Niveau horizontal très graveleux, à passées sableuses; les 1,30 m supérieurs sont en arrière du front s'abatement, de même que les deux derniers niveaux . . . . .  | 1,90 m    |
| 5. Alternance de bancs de sable et de gravier à stratification oblique de 6° vers 341° . . . . .   | 3,00 m    |
| 6. Sol . . . . .   | 1,30 m    |

Le gravier est en grande partie subarrondi. Quelques galets portent encore des stries glaciaires, mal conservées. Les blocs sont abondants; le plus grand diamètre mesuré atteint 75 cm.

Cette gravière est la plus riche en galets et blocs molassiques. Il s'agit de grès et de marnes de la Molasse d'eau douce inférieure.

Le matériel composant le delta a été emprunté aux dépôts fluvio-glaciaires qui tapissent les versants de la Lembe. Les galets de molasse proviennent de l'érosion du cours épigénique de la rivière, situé immédiatement à l'amont du delta.

Le climat périglaciaire qui régnait après le départ du glacier würmien développait une érosion intense. Dépourvus de couvert végétal protecteur, les sables et graviers sont emportés par les eaux courantes, charriés par la Lembe jusqu'à son embouchure dans le lac de 510 m, où se forme un cône de déjections.

#### b) La terrasse de la Broye :

De Treize Cantons à la Clergère, sur la rive droite de la Broye, et de La Voraire jusqu'au ruisseau de Cremin, sur la rive gauche, une terrasse plafonnant à 490–500 m d'altitude longe le pied des versants de la vallée.

A Bergère, au S de Lucens, elle domine la plaine d'alluvions récentes de la Broye d'une dizaine de mètres. V. GILLIÉRON (1885, p. 448) a pu étudier la constitution de cette terrasse dans la tranchée du chemin de fer (coord. 172,160/553,930). Les dépôts consistent en bancs de sable d'au moins 5 ou 6 m d'épaisseur, dont l'un plonge du N au S de plus de 20°. Pour GILLIÉRON, cela ne peut s'expliquer que comme irrégularité d'un dépôt formé dans le voisinage d'un glacier.

A l'heure actuelle, les sédiments n'affleurent qu'à Pra Salabrat, sur la rive droite de la Broye (coord. 171,250/553,680). Une petite gravière présente une alternance de niveaux de gravier subanguleux à subarrondi, nageant dans une matrice sableuse. La stratification est bien marquée par des variations de la granulométrie; le pendage est de 37° vers le NNE. Dans la partie droite de l'affleurement se développe un niveau de sable hétérométrique, dont la stratification est soulignée par une alternance de laminae de granulométrie fine et grossière. On trouve des galets molassiques fissurés et des galets à stries glaciaires.

Au sommet, affleurent les alluvions du cône de déjections actuel du ruisseau de Pré Cerjat.

Ces dépôts se sont accumulés dans le lac de 510 m. Les sables et graviers ont été en grande partie amenés par les affluents de la Broye (la direction des pendages à Bergère et Pra Salabrat renforcent cette hypothèse); comme autres fournisseurs de matériel, il faut envisager les torrents issus de la langue de glace qui fondait au fond de la vallée de la Broye.

A plusieurs endroits, la terrasse passe à des accumulations fluvio-glaciaires à partir de la cote 510. Les eaux du lac les ont en partie érodées. Il faut signaler, en effet, qu'il y a une liaison très étroite entre le fluvio-glaciaire et le glacio-lacustre, qui en est la continuation. Le matériel formant ces dépôts a été apporté suivant un mécanisme identique. Seules les conditions de sédimentation diffèrent: le fluvio-glaciaire a dû s'accumuler contre les versants de la vallée de la Broye, car le glacier l'occupait encore en partie; quant au glacio-lacustre, il n'a pas rencontré d'obstacle à son épandage et pouvait largement s'étaler dans le fond du thalweg. Les sables et graviers se sont accumulés jusqu'à l'isohypse 500 environ pour former une terrasse plus ou moins horizontale. Quand le lac s'est retiré de la vallée, la Broye a érodé l'axe de la plaine alluviale, si bien qu'actuellement, les dépôts lacustres forment une terrasse d'érosion dominant la rivière de quelques mètres.

Les dépôts attribués au lac de 510 m entre Granges et Ménières consistent essentiellement en sables et graviers fluvio-glaciaires remaniés.

### 2. Le lac de 480 m

Au NE du terrain de recherches s'étend la terrasse de Brit, d'altitude moyenne 475 m. Aucun affleurement ne permet d'analyser sa constitution lithologique.

Cette terrasse se poursuit au NNE de la carte, où J.-L. RUMEAU (1954) a pu étudier des coupes. Sous une couche superficielle de sable se développent d'importants dépôts de marnes. Ces marnes, exploitées à l'usine de Fétigny, au SW de Payerne, paraissent azoïques. RUMEAU les attribue à un lac de 480 m<sup>1</sup>).

Durant cet épisode lacustre, un phénomène d'érosion s'est produit à Granges. Le niveau de base de la Lembe a été modifié par suite de l'abaissement du niveau des eaux jusqu'à la cote 480 environ. La rivière s'est encaissée dans le delta du lac de 510 m, l'a érodé en partie, emportant toute l'aile gauche. Une terrasse s'est ainsi formée, qui s'étend aujourd'hui de part et d'autre du cours d'eau; elle est comprise entre 470 et 485 m d'altitude.

Récemment, c'est-à-dire à la fin du Postwürm ancien, la Lembe s'y est encaissée d'une dizaine de mètres.

### 3. Le lac de 450 m

Cet épisode lacustre, reconnu par J.-L. RUMEAU (1954) dans la région de Payerne, n'a pas laissé de traces sur le terrain prospecté. Il convient cependant de le signaler, car il correspond au dernier stade d'évolution (naturelle) des lacs subjurassiens qui précède les conditions actuelles.

## II. Postwürm récent: la période actuelle

### *Eboulements*

Le plus important est celui de la Côte des Baumes, au S de Surpierre. Le sommet du versant molassique de la vallée de la Broye a été emporté. Du Tertiaire en place (?) affleure au pied de la zone d'accumulation.

V. GILLIÉRON (1885, p. 474) met cet éboulement au compte de la « désagrégation de la molasse d'eau douce, qu'on ne voit du reste plus dans cette localité. »

D'autres éboulements, trop restreints pour être portés sur la carte, se sont produits dans les thalwegs molassiques encaissés (R. des Vaux, coord. 171, 040/555, 270).

<sup>1</sup>) Cet auteur pense que le niveau du lac pouvait être légèrement plus élevé.



*Débris de pentes*

Une mince pellicule de sables molassiques mêlés de matériel glaciaire soliflué tapisse les versants des vallées creusées dans la Molasse.

Dans les thalwegs morainiques, les débris de pentes consistent en matériel glaciaire altéré.

*Glissements; tassements*

Deux glissements de terrains se sont produits à l'W de Nuvilly, sur la rive gauche de la Petite Glâne: l'un au Vernat, l'autre aux Grands Champs.

En général, les glissements affectent les versants de thalwegs creusés dans la moraine. En remontant les ruisseaux de Pré Cerjat et de Sarzens, par exemple, on voit se succéder, sur les deux rives, une série de petites niches d'arrachement d'où s'échappent des coulées d'argile graveleuse.

Le versant gauche de la Cerjaule, dans l'angle SW de la carte, est en glissement sur 0,9 km de distance.

La couverture de débris qui tapisse les pentes de thalwegs manifeste également une tendance générale à glisser.

1 km à l'W de Granges, sur la rive droite de la Lembe (coord. 179,380/556,750), un ancien glissement forme une zone tassée.

*Cônes de déjections*

Presque tous les ruisseaux édifient un cône de déjections à leur niveau de base. Les plus importants en étendue sont ceux du R. de Seigneux, de la Cerjaule et du ruisseau de Pré Cerjat. Les alluvions, qui consistent en matériel sablo-argileux mêlé de quelques blocs morainiques, se déploient en éventail largement ouvert, à peine bombé.

Le R. des Vaux est seul à ne pas construire de cône; il rejette ses alluvions directement à la Broye. La raison en est que la topographie ne s'y prête guère, puisqu'en débouchant dans la vallée, le ruisseau s'encaisse dans son cône fluvio-glaciaire.

*Alluvions de la Broye*

Elles forment l'essentiel du remblayage superficiel de la vallée. Dans la gravière des Iles, 520 m au SSE de la ferme de La Baume, sur la rive gauche de la Broye (coord. 175,160/555,600), les alluvions sont graveleuses. Elles contiennent quelques bancs de sable peu épais et sans continuité latérale. Les galets adoptent souvent la structure imbriquée, caractéristique des alluvions fluviales. Ils sont subarrondis-subanguleux. Les blocs sont rares. La stratification est horizontale ou faiblement oblique.

La tranche visible d'alluvions récentes mesure 5 m de hauteur. Quant à l'épaisseur de l'ensemble du remblayage de la vallée, elle dépasse 30 m, puisqu'une série de sondages ont atteint les cotes suivantes, sans rencontrer le substratum molassique:

Lucens (1953)	—30 m
entre Lucens et Moudon (1953)	—30 m

*Eluvions*

La petite Glâne jusqu'au lieudit Le Moulin, et la Lembe de Cheiry à Coumin Dessous coulent sur des éluvions. Ils dérivent du remaniement sur place de dépôts morainiques ou fluvio-glaciaires.

Une zone d'éluvions se développe également au N de Brit, au détriment des dépôts du lac de 480 m.

### *Tuf calcaire*

Les dépôts de tuf calcaire, peu importants, sont en liaison avec des eaux de fond qui se sont enrichies en  $\text{CaCO}_3$  en traversant des masses sablo-graveleuses.

Ils se présentent sous deux aspects :

1. tuf en escalier, plaqué sur la Molasse, au pied des sources qui jaillissent au contact du fluvio-glaciaire ou de la moraine avec le Tertiaire (Cremin, coord. 175/554, 930; rive droite de la Cerjaule, coord. 172,230/551,820; 172,400/552);

2. certains ruisseaux qui descendent des terrasses fluvio-glaciaires ont leur cours supérieur entravé par une succession de petits barrages tuffeux (ruisseau des Grands Bois, coord. 174,750/556,630; ruisseau de Pré au Duc, coord. 174,180/556,220).

Des placages de tuf calcaire existent également sur la rive gauche du Flon, au S de Combremont le Grand. Leur originalité est d'être en liaison avec la Molasse. En effet, les eaux qui s'infiltrent dans le sol aux environs de Combremont circulent à travers le faciès coquillier; elles s'enrichissent en  $\text{CaCO}_3$  en dissolvant les valves de Lamellibranches des grès lumachelliques.

### *Marais*

Ils sont cantonnés au fond des dépressions tapissées de moraine (La Planche, au NE de Forel; Vers La Chape, à l'W de Combremont le Petit; Sassel; Cremin; etc.)

Ils sont presque tous drainés.

### *Sources et captages*

Une ligne de sources est située sur la rive gauche de la Cerjaule, au contact fluvio-glaciaire/Molasse.

La plupart des captages d'eau mettent à contribution des nappes superficielles circulant dans les dépôts quaternaires.

Les captages sont généralement implantés :

1. à une rupture de pente marquant le passage d'un versant morainique à une pente de Molasse (Vigny, coord. 178,530/556,620);

2. au pied de pentes molassiques à couverture quaternaire (de La Baume à Vegny, sur la rive gauche de la Broye; N de Lucens);

3. dans des dépressions (ravins, têtes de ruisseaux, etc.) qui burinent les versants en moraine (Les Bioles-Rosex, à l'E de Curtilles; Communs d'en Haut, à l'W de Lucens).

### *Matériaux de construction*

Autrefois, les indigènes utilisaient les blocs erratiques et les grès molassiques pour la construction. Les nombreuses carrières ouvertes dans la Molasse (plus de 60; aujourd'hui, toutes sont abandonnées) témoignent de l'intense exploitation qui en était faite. Le grès coquillier, dur et moins altérable que les autres variétés de grès,



était le plus recherché. De nos jours, on l'exploite encore à petite échelle à la Tour de la Molière, Seiry et Bollion, au N du terrain cartographié.

Les alluvions récentes de la Broye (La Baume, Les Iles, La Chaumière), les amas fluvio-glaciaires (Ménières, Lucens) et les dépôts lacustres (Granges) fournissent du sable et du gravier.

Les moraines informe et graveleuse sont utilisées comme matériaux de remblaiement.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AEBERHARDT, B. (1903): *Note sur le Quaternaire du Seeland*. Arch. Sc. phys. et nat., Genève 16.
- (1908): *Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale*. Eclogae geol. Helv. 10.
  - (1909): *Déviation de quelques cours d'eau pendant la période quaternaire*. Eclogae geol. Helv. 10.
- ANTENEN, F. (1936): *Geologie des Seelandes*. Verlag der Heimatkundekommission, Biel.
- ATHY, L. F. (1930): *Density, Porosity, and Compaction of Sedimentary Rocks*. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 14, 1.
- AUBERT, D. (1949): *Les graviers de Montcherand, au pied du Jura vaudois*. Eclogae geol. Helv. 42.
- BANDY, O. L. (1954): *Distribution of some shallow-water Foraminifera in the Gulf of Mexico*. U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 254-F.
- BÄRTSCHI, E. (1913): *Das westschweizerische Mittelland. Versuch einer morphologischen Darstellung*. Schweiz. Naturf. Ges. 47, 2.
- BAUMBERGER, E. (1923): *Die Transgression des Vindobonien in den Tertiärmulden von Moutier und Balsthal*. Eclogae geol. Helv. 17.
- (1931): *Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpennordrand*. Eclogae geol. Helv. 24.
  - (1934): *Die Molasse des Schweizerischen Mittellandes und Juragebietes*. Guide géol. de la Suisse 1.
- BAUSCH VAN BERTSBERGH, J. W. (1940): *Richtungen der Sedimentation in der Rheinischen Geosyncline*. Geol. Rundschau 31.
- BERSIER, A. (1936): *La forme de la transgression burdigalienne dans la région vaudoise*. C. R. S. Soc. géol. France 7.
- (1936): *Un critère de durée dans l'Oligocène vaudois*. Bull. Lab. Géol. Lausanne 56.
  - (1938a): *Recherches sur la géologie et la stratigraphie du Jorat*. Mém. Soc. vaud. Sc. nat. 6, 3.
  - (1938): *La subsidence dans l'avant-fosse molassique des Alpes*. C. R. Acad. Sc. Paris 206.
  - (1938): *Caractère et signification de la sédimentation dans l'avant-fosse alpine (phase externe)*. C. R. Acad. Sc. Paris, 206.
  - (1941): *Perforation de Lithophages dans l'Aquitaniens vaudois et leur signification*. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 61, 254.
  - (1942a): *Remarques sur la tectonique du Jorat*. Eclogae geol. Helv. 35.
  - (1942): *L'origine structurale des collines et alignements morphologiques orientés du Plateau vaudois*. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 62, 258.
  - (1948): *Les sédimentations rythmiques synorogéniques dans l'avant-fosse molassique alpine*. Int. Geol. Congress, 18th Session, Great Britain 4.
  - (1949): *La sédimentation cyclique de type molassique paralique en fonction de la subsidence continue*. Sédimentation et Quaternaire. France, éd. Led-Sam, Bordeaux.
  - (1952): *Les sédimentations cyclothématiques des fosses paraliques de subsidence*. Congr. géol. intern., 19e Session, Alger 13, 2.
  - (1953): *La sédimentation cyclique des faciès détritiques molasse et houiller, signification et causes*. Rev. Inst. Franç. du Pétrole 8.
  - (1958): *Séquences détritiques et divagations fluviales*. Eclogae geol. Helv. 51.
- BERTHOIS, L. (1952): *Genèse et caractères des galets argileux en Loire*. C. R. S. Soc. géol. France 13.