

Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale

Autor(en): **Aeberhardt, B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **10 (1908-1909)**

Heft 1

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-156846>

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.

Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale,

PAR B. AEBERHARDT

Un problème certes difficile à résoudre est celui qui consiste à établir des subdivisions à l'intérieur des dépôts de la période quaternaire. Par suite de la multiplicité et de la diversité des phénomènes qui se sont succédé durant cette époque : approfondissements successifs des vallées pliocènes, dépôts d'alluvions à diverses altitudes, apparition réitérée de grands glaciers ayant laissé leurs traces un peu partout, par suite de cette diversité, dis-je, l'étude du problème a été rendue difficile. Les continuateurs des VENETZ, des CHARPENTIER, des AGASSIZ travaillèrent surtout à fixer les détails des dépôts dans les différents bassins glaciaires des Alpes, et des années s'écoulèrent avant que l'on eût reconnu l'existence de deux périodes glaciaires. Puis PENCK, BRÜCKNER, DU PASQUIER publièrent les résultats de leurs observations dans ce domaine. Ayant cru constater qu'il existait une relation entre les terrasses d'alluvions en avant des Alpes et les dépôts glaciaires, et ayant de plus observé trois, puis quatre terrasses d'alluvions, ces naturalistes admirèrent successivement trois, puis quatre périodes glaciaires dans la région des Alpes. Dans le canton d'Argovie, MÜHLBERG, ayant observé que la haute terrasse est inférieure à la moraine de fond de l'avant-dernière glaciation et que de plus sa surface a non seulement été érodée mais même striée par l'avant-dernier glacier, admet conséquemment, que la haute terrasse est un dépôt antérieur à l'arrivée de l'avant-dernier glacier et le produit d'une cinquième période glaciaire. Il l'intercale entre la période de Riss et la période de Mindel.

Ces naturalistes ont certainement fait faire un énorme pas à l'étude des subdivisions du quaternaire dans le domaine des Alpes. Cependant, je ne crois pas le problème complètement résolu, surtout en ce qui concerne l'origine des terrasses d'alluvions, le nombre des glaciations, la part qui revient à

l'érosion glaciaire dans la formation des vallées et l'origine des « Riegel. »

DU PASQUIER, dans son travail sur les alluvions de la Suisse septentrionale admet que basse terrasse et haute terrasse, dans la région des moraines terminales de Wangen, disparaissent dès que l'on pénètre à l'intérieur de la zone intramorainique. Or, comme je constatai qu'elles sont, au contraire, très bien développées au voisinage des lacs de Bienne, Neuchâtel et Morat, l'idée me vint de les poursuivre vers l'amont et vers l'aval. Il est clair que, dès que l'on pénètre dans la région intramorainique, la méthode qui consistait à rechercher les terrasses d'alluvions et à lier en un système celles dont la surface supérieure est à la même altitude doit être écartée. Seule l'altitude du socle molassique sur lequel reposent les alluvions peut servir de critère, dès qu'il s'agit de lier en un système les terrasses d'alluvions de la zone intramorainique; elles ont été tellement travaillées par les agents sous-glaciaires, qu'il serait ridicule de vouloir employer la même méthode que pour la zone extra-morainique. Un procédé, qui m'a aussi donné de bons résultats, consiste à cartographier les différents affleurements et à constater les relations qu'ils ont, soit entre eux, soit avec les affleurements de la roche en place au voisinage. Enfin, l'étude et la connaissance des diverses roches dont sont formées les alluvions, m'ont aussi fourni de bons points de repère.

Basse Terrasse.

DU PASQUIER avait déjà reconnu l'existence de la basse terrasse sous les moraines terminales du glacier du Rhône, à Wangen, mais il faisait remarquer qu'elle diminuait très vite d'épaisseur et disparaissait. Or, on retrouve ces alluvions sur la rive droite de la vallée de l'Aar, dès que l'on a traversé la vallée de l'Emme. Les grandes gravières de Nennigkofen et de Lüsslingen permettent de constater qu'elles n'ont pas changé et n'ont rien perdu de leur puissance; seulement, au lieu de remplir complètement la vallée comme dans la zone extramorainique, elles ne forment plus, dès lors, jusque dans le voisinage de Kerzers, qu'une bordure de chaque côté de la vallée actuelle. Qu'on les étudie au sud de Busswil, à Lyss, à Kallnach, à Fräschels, ou à Kerzers sur le flanc droit de la vallée, ou qu'on les étudie à Studen, Bühl, Walperswil, Siselen, Finsterrhennen, Treiten, Müntschemier sur

le flanc gauche de la vallée de l'Aar, leur aspect est le même: elles sont toujours recouvertes par la moraine de fond et reposent sur un socle molassique avec interposition, soit de moraine de fond, soit de blocs erratiques ayant appartenu à cette dernière. Elles sont encadrées par la molasse et sont bien une formation valléculaire; ainsi, dans toute la région de Lyss il est possible de reconnaître les ravins de l'ancienne vallée dans laquelle ont été déposées ces alluvions. Il est encore plus facile d'observer le ravin molassique qui encadre le lambeau de Studen, à l'extrémité de la colline du Jensberg, au sud de Bienne. La vallée de la basse terrasse avait ici une largeur de 3,9 km., soit 1,6 km. de plus que le fond de la vallée actuelle. Dès que l'on s'écarte de la vallée de la basse terrasse, on ne retrouve plus que la haute terrasse, ou des formations sous-glaciaires typiques: moraine de fond à lehm empâtant des blocs, moraine de fond sableuse, ou dépôts de graviers et de sables à stratification irrégulière et torrentielle. Ces formations diffèrent des précédentes en ce qu'on les observe partout où le glacier a passé; tandis que les premières suivent le cours de la vallée et ne sont que là.

Le cours actuel de l'Aar, d'Aarberg à Laupen, est creusé en entier dans la molasse et est une portion de la vallée d'âge probablement post-glaciaire. On retrouve par contre les alluvions de la basse terrasse un peu plus à l'ouest, à Biberen, puis à Dürdingen. Elles sont bien visibles au voisinage de Fribourg, où quatre ou cinq gravières permettent de les étudier. Elles reposent, à Fribourg même par 582 m. d'altitude, sur la molasse, soit à 45 m. environ au-dessus du lit actuel de la Sarine; elles sont partout recouvertes par la moraine de fond et sont emboîtées dans la haute terrasse. Le plafond de la vallée dans laquelle elles reposent a 1,2 km. de largeur, alors que la vallée actuelle de la Sarine n'a que 300 m. de large et le lit de la vallée de la haute terrasse, au voisinage, 2 km. On retrouve la basse terrasse plus en amont, au voisinage de Petit Marly, dans les ravins de la Sarine; puis sur le chemin qui conduit de la grand'route au pont de Corpataux. A noter qu'en ce dernier endroit, les deux terrasses ont été entamées par de grandes gravières, la première étant ouverte dans la haute terrasse, et les deux suivantes dans la basse terrasse. Celle-ci repose, par 616 m., sur la molasse, à 27 m. du lit actuel de la Sarine; tandis que la haute terrasse repose par 655 m. sur la molasse, comme on le constate dans le ravin de la Sarine, au hameau de Po-

sieux. Au voisinage de Bulle, on peut observer les alluvions de la basse terrasse dans le ravin de la Sarine à Villarvolard, entre Villarvolard et Villarbeney et surtout entre Botterens et le pont de Broc sur la Jaun. Au fur et à mesure que l'on se rapproche des Alpes, la stratification devient plus irrégulière, les galets sont moins roulés et la moraine de fond sous-jacente devient plus puissante, caractères que l'on retrouve d'ailleurs dans le lambeau de basse terrasse qu'est la colline de Strättligen, au lac de Thoune ¹.

En amont de Broc, les alluvions de la basse terrasse sont encore très bien développées, jusqu'au voisinage de Montbovon. Elles sont à jour à quelques pas du pont de bois qui d'Epagny, près Gruyère, conduit au Châtelet, puis au bord de la route, à la sortie sud du village d'Enney et vis-à-vis, de l'autre côté de la Sarine, non loin du pont conduisant à Estavannens. Elles sont de même visibles dans le ravin à l'est de Neirivue, puis sur la rive droite de la Sarine au N. de Lessoc, ainsi que vis-à-vis du confluent de l'Hongrin avec la Sarine.

Dans la Gruyère, cependant, les alluvions ne présentent pas toujours le même aspect que plus en aval, au voisinage de Fribourg, où toujours elles sont recouvertes par la moraine de fond de la dernière glaciation. De la région de Kerzers à Corpataux, par suite du surcreusement glaciaire de la vallée du pied du Jura, la pente a dû être relativement forte (surface de la basse terrasse, à Fribourg, 625 m.; surface de la basse terrasse, à Kerzers, 500 m., distance à vol d'oiseau Fribourg-Kerzers, 20 km.; pente, 6 ‰); la Sarine a donc dû approfondir rapidement son lit, traversant successivement la moraine de fond, les alluvions sous-jacentes et creusant encore la molasse sur 42 m, à Fribourg, 26 m., à Corpataux, etc. Dans la Gruyère, par contre, la pente de la rivière actuelle étant, à peu de chose près, la même que celle de la basse terrasse, le travail d'érosion est moins avancé et la rivière n'atteint nulle part la roche en place, sauf aux endroits où par suite de surimposition ², elle a abandonné son lit de l'époque de la basse terrasse, comme c'est le cas au pont du

¹ La basse et la haute terrasse sont bien développées aussi dans la vallée de l'Aar, en amont de Berne. Cependant, comme mon travail de cartographie n'est pas terminé, je m'abstiens d'indiquer d'autres affleurements.

² Ce sont ces nombreux cas de surimposition qui ne me permettent pas d'admettre, comme le fait le Dr NUSSBAUM, que ces alluvions découlent de la moraine de la phase de retrait de « Les Moulins » près Château-d'Ex. (Die Eiszeitliche Vergletscherung des Saanengebietet, p. 61 et 62.)

Châtelet, puis non loin de la gare de Grandvillard, vers Neirivue et, en plusieurs endroits, entre Lessoc et Montbovon. La rivière a donc pu, dans cette partie de son cours, s'attaquer davantage à la basse terrasse et créer ainsi plusieurs gradins d'érosion dans ces alluvions.

Il est donc possible de suivre les alluvions de la basse terrasse, dans la zone intramorainique, par les vallées de l'Aar et de la Sarine, sur près de 100 km.¹ en amont des moraines terminales de Wangen.

Haute Terrasse

Dans le travail de DU PASQUIER, c'est la haute terrasse de Brugg qui est citée comme le dernier affleurement de cette nature, vers l'amont, dans la vallée de l'Aar. L'auteur reconnaît d'ailleurs que l'on peut suivre la haute terrasse dans la zone intramorainique de l'avant-dernière glaciation jusqu'à une distance qui correspondrait assez bien avec la limite atteinte par les moraines de la dernière glaciation. MÜHLBERG, après lui, cite, plus en amont, la haute terrasse sous la moraine de l'avant-dernière glaciation du vallon de Roggenhusen et celle d'Unter Entfelden et en tire les conclusions déjà indiquées. Et cependant j'ai pu poursuivre ces formations sur environ 140 km., encore : d'Aarau à Broc, en Gruyère, par les vallées de l'Aar et de la Sarine.

Le premier grand affleurement, en amont d'Aarau, est la colline qui sépare le Gäu soleurois de la vallée de l'Aar, vers Aarwangen. DU PASQUIER, dans sa carte, indique la colline comme étant un dépôt glaciaire (Moränen, Glacialschutt). BRÜCKNER en fait de la moraine de Würm remaniée (Verwaschene Würmmoräne) en remarquant que les affleurements sont peu nombreux.

Pour moi, il n'y a pas de doute, on a là la continuation vers l'amont de la haute terrasse de Brugg et d'Aarau. On peut l'étudier dans la grande gravière de Niederbuchsiten, dans celle située à l'ouest de Kestenholz, sur le flanc nord de la colline et sur le flanc sud, dans la gravière, au croisement des routes Kestenholz-Wolfwil et Niederbuchsiten-Aarwan-

¹ Dans les Alpes orientales, ces alluvions intramorainiques n'ont été observées sur une certaine distance que dans les bassins glaciaires de l'Inn et de la Salzach où *Penck et Brückner* n'ont pu les suivre que sur 30 km. raison pour laquelle ils en ont fait les dépôts de leur oscillation interstadaire de Laufen. *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 130, 134, 138, 156, 157.

gen. Les alluvions sont recouvertes par la moraine de fond fortement oxydée de l'avant-dernière glaciation ; on observe cette couverture au sommet de la colline, sur la route Kestenholz-Wolfwil et dans la marnière, au nord de Schweissacker, où elle est oxydée sur plus de 4 mètres d'épaisseur. Le socle molassique sur lequel reposent les alluvions surplombe la surface de la basse terrasse du Gäu de 5 à 10 mètres, sur le flanc nord de la colline, tandis que sur le flanc sud, il doit se trouver un peu au-dessous de la surface de la basse terrasse de Wolfwil. Les matériaux sont assez gros, avec peu de sable ; les galets sont bien polis, aplatis et imbriqués ; on a bien ici un dépôt de grande rivière et non la moraine remaniée de Würm, comme le prouve le manque presque complet de matériaux du Valais ; les roches sont ici absolument les mêmes que dans la haute terrasse du Seeland, c'est-à-dire les roches du bassin fluvial de l'Aar et de la Sarine. BRÜCKNER cherche à l'expliquer en faisant découler ces alluvions des vallées septentrionales du Valais, où affleure aussi le granit de Gasteren. Je répondrai à cela que le granit de Gasteren est à peine entamé sur le revers sud du Lötschenpass et dans les petites vallées latérales qui, du Lötchenthal, s'enfoncent dans l'arête du Petersgrat ; à l'heure actuelle, il n'y a guère encore que l'enveloppe aplitique et fort peu le granit typique qui puisse être charrié. D'ailleurs, il ne faut pas oublier l'énorme couche de schistes séparant le granit de Gasteren du lacolithe granitique Bietschhorn-Nesthorn-Aletschhorn ; ces schistes gris, verts, qui forment, avec les gneiss, amphibolites et autres roches de la région du glacier d'Aletsch, l'immense majorité des matériaux cristallins descendant des vallées nord du Valais, je crois ne les avoir rencontrés nulle part dans la haute terrasse¹.

Le lambeau le plus important de haute terrasse qu'ont laissé subsister les rivières et les deux derniers glaciers est celui qui recouvre le bord nord du Bucheggberg. Les gravières du Berghof, entre Rüti et Arch, celles d'Arch et de Leuzigen sur le flanc nord de la colline, comme aussi celles d'Ichertswil et d'Ammansegg, dans la vallée de Bibern, présentent absolument les mêmes caractères que celles du Gäu soleurois ; seulement, comme on se trouve ici dans la région surcreusée de la vallée, que la rivière ne coule donc plus au fond d'un

¹ N'y a-t-il pas d'ailleurs contradiction entre l'opinion émise, page 556 (*Die Alpen im Eiszeitalter*), d'après laquelle l'étroitesse de la passe de Saint-Maurice aurait amené une dispersion générale des matériaux, et l'opinion émise, page 566, sur la formation de filaments glaciaires distincts ?

ravin creusé dans la basse terrasse, comme c'est le cas en aval de Wangen, mais qu'elle coule à la surface de la plaine d'alluvions actuelles, la haute terrasse semble occuper ici un niveau supérieur.

On retrouve la haute terrasse au sommet du Büttenberg, près de Bienne ; on la retrouve aussi, surplombant la basse terrasse, au coin N-E du Jensberg, près de Bienne. Elle existe encore, avec les mêmes caractères, à Schüpfen et à Wiggiswil, dans la vallée quasi sèche Münchenbuchsee-Lyss. Elle est bien développée aux environs de Berne, où on peut l'étudier, encadrant et surplombant la basse terrasse en quantité d'endroits ; les alluvions de la colline de Karlsruhe, visibles dans le ravin de l'Aar et dans les deux grandes gravières de Neubrücke, au N de Berne, appartiennent à ce niveau. Entre Fribourg et Berne, on les trouve dans la région de « Im Forst » et au voisinage de Filisdorf ; ainsi elles apparaissent dans le village même de Filisdorf et sont exploitées au SSW du village par la commune de Galmis. Comme ici les alluvions sont fortement liées en poudingue, la commune a préféré ouvrir une nouvelle gravière non loin de la voie ferrée, à côté de la gravière des chemins de fer fédéraux, ouverte, elle, dans le gravier de la moraine.

Aux environs de Fribourg, la grande gravière non loin de la chapelle de Lorette permet d'étudier ces formations mieux que partout ailleurs ; les alluvions ont de 25 à 30 m. d'épaisseur et reposent directement sur la molasse. On les retrouve de l'autre côté de la vallée, et les grandes gravières au bord de la voie ferrée et non loin du tirage des Grangettes sont toutes ouvertes dans la haute terrasse.

On retrouve les ravins molassiques de l'ancienne vallée dans laquelle ont été déposées ces alluvions à l'est de Bourguillon, à la Schürra, à Granges sur Marly et, vis-à-vis, non loin de Courmanon. L'ancienne vallée a ici 2 km. de largeur, donc près de deux fois celle du plafond de la vallée de la basse terrasse, et sept fois celle du ravin au fond duquel coule actuellement la Sarine. On revoit les alluvions de la haute terrasse dans le ravin de la Sarine, à 50 mètres au sud du hameau de Posieux, puis, à 1 kilomètre vers l'amont, toujours dans le ravin gauche de la Sarine et dans la grande gravière de Corpataux. Plus en amont encore, on la retrouve un peu plus bas que le pont sur la Sarine, à Broc. La preuve qu'on n'a pas affaire ici à des dépôts d'origine glaciaire est fournie par les matériaux formant l'alluvion ; il est difficile de trouver à Filisdorf, à Fribourg, comme aussi plus en

amont, plus de dix galets de roches cristallines par gravière, et ces galets appartiennent certainement au poudingue polygénique tertiaire traversé par la Sarine au-dessous du pont de Thusy; la gravière du pont de Broc n'en contient effectivement plus du tout.

Le tableau suivant donne connaissance de l'altitude du socle rocheux sur lequel reposent les alluvions de la haute terrasse et permet ainsi de constater la pente de la vallée dans laquelle ces alluvions se sont déposées. Il donne aussi la hauteur du socle au-dessus du thalweg actuel de la Sarine ou de l'Aar, ainsi que la longueur de la nappe alluviale à laquelle appartient l'affleurement.

LOCALITÉS	Altitude du socle molassique de la haute terrasse	Altitude du thalweg de la rivière	Différence d'altitude	Pente	Longueur de la nappe
	Mètres	Mètres	Mètres	‰	Km.
Broc.....	711	680	31	3.4	0.1
Corpataux.....	655	589	66	1.4	4.5
Fribourg.....	645	550	95	2.7	4.0
Filisdorf.....	625	500	125	2.8	2.0
Bramberg.....	605	485	120	2.8	9.0
Berne.....	560	479	81	2.8	6.0
Wiggiswil.....	550	—	—	2.0	2.5
Schüpfen.....	540	—	—	1.4	0.1
Büttenberg.....	530	430	100	0.7	3.0
Arch.....	520	425	95	1.1	10.0
Niederbuchsiten	460	405	55	2.0	7.0
Aarau.....	420	365	55	1.8	0.1
Brugg.....	385	335	50	1.9	3.0

On peut donc poursuivre ces alluvions sur environ 160 kilomètres en amont de la région étudiée par DU PASQUIER. La largeur de la vallée de la haute terrasse laisse supposer que l'on a ici un dépôt opéré dans une vallée très vieille; or, aux 160 kilomètres¹ correspond une différence de niveau de 326 m. (Broc, 711 m., Brugg, 385 m.), donc, une pente moyenne de 2 ‰. La table ci-dessus permet en outre de constater que la différence d'altitude entre le thalweg actuel et le thalweg de la vallée de la haute terrasse augmente au

¹ Dans les Alpes orientales, *Penck et Brückner* n'indiquent de dépôt un peu important de haute terrasse sous la moraine que dans le bassin glaciaire de l'Inn, d'Erding à Schwaben, sur 10 à 15 km. environ. *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 135.

voisinage de la région surcreusée du pied du Jura pour diminuer du côté des Alpes et vers l'aval.

Jeunes Alluvions des Plateaux.

Avant de décrire deux affleurements situés à une altitude supérieure à la haute terrasse, je dois préalablement dire quelques mots sur les raisons qui me les font considérer comme appartenant à une époque plus reculée. Pour qu'un dépôt alluvial puisse être considéré comme appartenant à la haute terrasse ou aux alluvions des plateaux, il faut, d'après BRÜCKNER : 1° que les roches cristallines se désagrègent ; 2° que le dépôt soit recouvert d'une épaisse couche d'oxydation ; 3° que les matériaux soient fortement liés en poudingue. Or, je ferai remarquer à cela que très souvent j'ai découvert des blocs erratiques en partie enfouis dans la moraine de fond de la dernière glaciation, blocs dont la partie située à l'air libre, était très solide et résistait au marteau, alors que la partie enfouie se désagrégeait sous la main. A quoi cela tient-il ? Je me contenterai de constater que la friabilité des roches cristallines, du granit en particulier, ne dépend pas de la longueur du temps durant lequel il a séjourné dans la couche d'alluvions, mais bien plutôt, à ce qu'il me semble, de la facilité avec laquelle l'eau atmosphérique peut s'évaporer à sa surface. Si la roche est empâtée dans l'argile de la moraine, ou dans le sable de l'alluvion, l'eau ne pourra s'évaporer facilement et l'action du gel et du dégel pourra plus aisément dissocier les éléments de la roche. Je ne donne cette explication que sous toute réserve ; mais je ferai remarquer que j'ai décrit autrefois des arkésines et des granits appartenant certainement à l'avant-dernière glaciation et dont quelques-uns reposent par 1300 m. sur la chaîne du Chasseral (blocs de Jobert, au nord d'Orvin), et par 1200 m. sur la chaîne du Montoz (blocs du « Pré la Patte » sur Péry), et qui cependant résistent fort bien à l'effort du marteau.

Que la couche d'oxydation augmente avec l'âge des alluvions à la surface de ces dernières, je l'admets parfaitement ; mais on sera aussi d'accord pour admettre avec moi que, dans la zone intra-morainique travaillée par les deux derniers glaciers, la couche d'oxydation a dû être amoindrie ou enlevée à la surface des alluvions. De fait, je ne me rappelle pas avoir jamais observé, dans la zone intra-morainique de la dernière glaciation, où cependant l'avant-dernier glacier a

aussi déposé ses matériaux, des couches d'oxydation comparables à celles que l'on trouve dans la zone extra-morainique.

Le fait que les alluvions sont, ou ne sont pas cimentées en poudingue, ne me semble pas non plus être concluant, lorsqu'il s'agit de juger de l'âge d'un dépôt. J'ai toujours observé que seule la partie en contact direct avec l'air atmosphérique, ou plutôt celle où l'évaporation peut se faire d'une façon rapide est liée en poudingue, le reste des alluvions étant absolument meuble. Que les alluvions appartenant à la haute terrasse ou aux alluvions des plateaux et qui se présentent dans ces conditions soient plus solidement liées en poudingue, c'est certain; de plus, dans la zone extra-morainique, où ces surfaces de contact avec l'air n'ont presque pas subi de changements depuis de longues périodes d'années, ces parties de la masse d'alluvions liées en poudingue sont certainement étendues, car elles doivent s'accroître de la surface vers l'intérieur. Mais dans la zone intra-morainique, où deux grands glaciers au moins ont passé sur la haute terrasse et d'où le dernier glacier ne s'est retiré que depuis quelque vingt mille ans, ces poudingues n'ont pu se reformer de façon à atteindre les mêmes proportions, s'ils ont été détruits.

Ainsi, aucun des phénomènes cités ne pourrait être employé pour juger de l'âge d'une alluvion intramorainique, et seule l'altitude et peut-être aussi le fait que je vais citer pourraient-ils être employés à cette fin. J'ai remarqué que dans les deux affleurements dont il va être fait mention, les interstices des parties liées en poudingue sont remplis de petits cristaux de calcite, de plus d'un millimètre de diamètre, phénomène que je ne crois pas avoir observé aussi souvent ni au même degré dans les alluvions de la basse terrasse et dans celles de la haute terrasse. Ici comme ailleurs, dès que l'exploitation de la gravière atteint les couches plus profondes, le ciment qui lie les galets en poudingue disparaît et les alluvions deviennent meubles.

Le premier des affleurements d'alluvions intra-morainiques que je crois appartenir au système des jeunes alluvions des plateaux gît par 630 m. d'altitude, à l'est de Surehorn, sur Schüpfen, soit à 90 m. au-dessus de la haute terrasse. Le deuxième forme une couronne à la colline de Morlon près Bulle, à une altitude de 780 m., soit à 70 m. environ au-dessus de la haute terrasse.

Conclusions.

On a donc, à l'entrée de la Gruyère, trois dépôts d'alluvions, dont deux au moins peuvent être suivis jusque dans la région de Wangen et ainsi être liés en système. Comme, vers l'aval, ces alluvions se continuent par la basse terrasse et la haute terrasse, il faut les considérer comme étant leur prolongement vers l'amont. Ces alluvions ne sont nullement formées de matériaux appartenant au bassin du glacier du Rhône, lequel a recouvert le pays, mais bien au bassin fluvial des rivières qu'elles accompagnent et dont elles sont un dépôt valléculaire.

Je ne crois donc pas qu'elles soient d'origine glaciaire, puisque, quand elles ont été déposées, les glaciers de la Sarine et de l'Aar, s'ils existaient, ne dépassaient pas Spiez et Montbovon, derniers points vers l'amont où, jusqu'à maintenant, j'ai observé ces alluvions. Le glacier du Rhône, lui, ne sortait pas du Valais, s'il existait de même à cette époque, puisqu'on rencontre déjà les alluvions de la haute terrasse vers Féchy et qu'elles étendent leur nappe dans toute la région de La Côte.

Or, si les terrasses d'alluvions ne sont pas d'origine glaciaire, on ne peut s'en servir pour établir le nombre des glaciations ayant recouvert notre pays. Ce rôle revient dès lors exclusivement à la moraine de fond. Je n'ai, jusqu'à maintenant, observé cette dernière qu'à la base et à la surface de la basse terrasse; la première appartenant, pour moi, à l'avant-dernière glaciation, et la deuxième, à la dernière glaciation. Celle qui existe à la base des alluvions du sommet de l'Uetliberg indiquerait une glaciation antérieure.

La surface de la roche en place sur laquelle reposent les alluvions de la haute terrasse, à Broc, n'est qu'à 31 m. du thalweg actuel. La surface de la vallée de la Sarine, au moment où l'avant-dernier glacier la recouvrit, ne se trouvait donc qu'à 56 mètres (31 + 25 mètres, puissance des alluvions) au-dessus du thalweg actuel; or, les deux plus grands glaciers, c'est-à-dire le dernier et l'avant-dernier ont passé là. Ne faut-il pas, dès lors, admettre que quantité de glacialistes exagèrent singulièrement la part qui revient à l'érosion glaciaire dans la formation des vallées? Ainsi, dans la vallée de la Sarine, le glacier n'a probablement eu aucune part au travail d'érosion qui eut lieu entre la fin du dépôt des jeunes alluvions des plateaux (Morlon) et le commencement du dépôt de

la haute terrasse, puisque nulle part on n'aperçoit de moraine de fond à la base de cette dernière, sur le plateau suisse. L'approfondissement de la vallée, mesurant de 70 à 90 mètres et ayant précédé le dépôt de la haute terrasse, serait donc exclusivement le travail de la rivière. La vallée de la Sarine, du reste, du pont de Thusy jusqu'à peu de distance de sa rencontre avec la vallée Broye-Aar, présente les gradins réguliers de ses trois derniers thalwegs : celui de la Sarine actuelle, celui de la Sarine de la basse terrasse et celui de la Sarine de la haute terrasse. Si l'action érosive du glacier était si grande, les deux derniers glaciers, qui ont coupé la vallée obliquement, auraient certainement détruit cette régularité.

Reste le surcreusement de la vallée qu'on ne peut nier. On l'observe dans la vallée de la Sarine, en amont du pont de Thusy, où la rivière, au lieu de couler au fond d'un ravin molassique, comme c'est le cas en aval, roule ses eaux entre des ravins formés par la moraine de fond sousjacent à la basse terrasse (Villardvolard, Villarbeney). On constate les mêmes faits dans le voisinage de Thoun et plus en aval, où, sous les alluvions de la basse terrasse de la colline de Strättligen avec, à leur base, le delta de la Kander, on trouve la moraine de fond surmontée d'une couche de lignite. Je ne cite ici que pour mémoire le surcreusement dans la vallée du Léman et dans celles des lacs jurassiens. Ainsi, d'une part, surcreusement des portions de la vallée où glacier et rivière avaient la même direction ; et, d'autre part, régularité des anciens thalwegs là où ce n'était pas le cas. Cela laisserait supposer que l'effort du glacier et celui de la rivière sousjacent étaient nécessaires pour surcreuser, la rivière ayant servi de moyen de transport pour éloigner, au fur et à mesure qu'ils se formaient, les déchets glaciaires. Dans toute la région surcreusée, à l'époque glaciaire, je me représente le glacier remplissant toute la dépression et continuant son travail érosif, tandis que l'eau, emplissant les crevasses du glacier, s'écoulait lentement, emportant avec elle les matériaux les plus fins. Les matériaux plus grossiers ne pouvant être emportés par suite de la faiblesse du courant servaient de mordant à l'immense lime qu'était le glacier, et seul, le mouvement propre de la glace leur permettait de s'éloigner vers l'aval, du moins aussi longtemps qu'ils se trouvaient dans la région surcreusée. Partout où les deux agents n'agissaient pas de concert (partie inférieure de la vallée de la Sarine), comme aussi partout où la quantité d'eau sous glaciaire n'était pas suffisante pour emporter rapidement la sciure glaciaire, celle-ci empâtait les

galets et formait ainsi une couche plus ou moins fluente qui protégeait la roche en place.

Pour qu'un grand bassin lacustre surcreusé se formât, il aura donc fallu : 1° la présence du glacier ; 2° une vallée assez grande et assez basse pour qu'elle fût le lieu de convergence d'une grande quantité d'eau ; 3° la similitude dans la direction de la glace et dans celle de l'eau.

Passons maintenant aux « Riegel », c'est-à-dire aux seuils rocheux, telle la colline sur laquelle est construite Gruyère, ou celle du Kirchet, ou encore la barre de Saint-Maurice en Valais. Je crois déjà pouvoir affirmer ici que, quand on aura étudié encore plus en détail les terrasses d'alluvions intramorainiques, on prendra quantité de ces collines pour ce qu'elles sont, à ce qu'il me semble, c'est-à-dire des portions des anciens thalwegs interglaciaires débarrassés de leur couverture d'alluvions. C'est aussi l'origine que j'attribue à de nombreuses terrasses molassiques que l'on trouve, à diverses hauteurs, sur les flancs des vallées de l'Aar, de la Sarine, de la Broye, etc.

Avant de terminer, je veux essayer de répondre à une question qui m'a été posée ainsi qu'à une objection qui m'a été faite. La question était la suivante : Si les terrasses d'alluvions ainsi observées sont interglaciaires, où sont les alluvions glaciaires ? A cela je répondrai, elles sont partout où le glacier a passé. Tandis que dans le bassin de la Sarine, les alluvions des terrasses accompagnent la rivière et sont une formation valléculaire qui s'écarte au plus de 1 km. du thalweg actuel, on trouve un peu partout des gravières à stratification torrentielle, aux éléments pas toujours très arrondis, quelquefois striés, variant beaucoup de grandeur, avec parfois de grands paquets de sable ; on a là tous les passages du drumlin au came, les roches proviennent en grande partie du Valais ; voilà quelles sont pour moi les alluvions sous-glaciaires. Quant aux alluvions déposées devant le front du glacier, j'en dirai un mot en répondant à l'objection qui m'a été faite. On ne peut nier, m'a-t-on dit, dans le domaine des moraines terminales, l'enchevêtrement, la digitation de la moraine et des alluvions des terrasses comme on ne peut nier aussi l'existence du cône de transition entre la moraine terminale et la terrasse d'alluvions. Ce sont effectivement des faits indéniables que je ne chercherai nullement à mettre en doute ; mais comme l'existence de terrasses d'alluvions intramorainiques est un fait tout aussi général, au moins aussi important et tout aussi indéniable, du moins

dans le bassin du glacier du Rhône, il faut chercher une autre explication au complexe glaciaire et fluvioglaciaire (PENCK, BRÜCKNER et DU PASQUIER : *Le système glaciaire des Alpes*, p. 10). Or, voici ce que j'ai vu :

1° Les alluvions des terrasses ne finissent pas en coin sous la moraine terminale et ne disparaissent pas dès que l'on pénètre dans la région de la dépression centrale ; on peut, au contraire, les poursuivre très loin vers l'amont où elles pénètrent même quelquefois dans les vallées alpines.

2° Elles n'appartiennent pas à une succession de complexes fluvioglaciaires imbriqués (loc. cit., p. 11) puisqu'elles présentent une pente régulière et qu'elles sont formées de matériaux provenant du bassin fluvial des rivières et non du bassin propre du glacier du Rhône.

3° Le cône de transition en avant des moraines de Berne présente bien tous les caractères d'un dépôt découlant de la moraine terminale (stratification torrentielle, galets striés, matériaux de même nature que ceux de la moraine, absence de couverture morainique), mais quelques kilomètres plus loin, on retrouve la basse terrasse, recouverte de moraine de fond et avec les caractères d'alluvions de grande rivière qu'elle avait en amont de la moraine terminale.

Pour ces raisons, je conclus en disant : la moraine terminale avec son cône de transition et la terrasse d'alluvions sont deux formations superposées dans l'espace et dans le temps, et non deux formations juxtaposées et synchroniques. Leur relation n'est qu'apparente et superficielle. Sur la terrasse, formation valléculaire et interglaciaire déjà existante, le glacier sera venu déposer sa moraine de fond aux différents aspects, ses moraines frontales terminales et de retrait, accompagnées de leur cône de transition.

Bienne. août 1907.
