

**APERÇU SUR LES FORMATIONS QUATERNAIRES
DES FEUILLES SAINT-CLAUDE
ET MOIRANS-EN-MONTAGNE AU 50.000^e**

PAR

J. TRICART
Collaborateur adjoint.

J.-M. AVENARD, C. POGGI, J. STEIB

ET

M^{me} F. LE BOURDIEC
Collaborateurs auxiliaires ¹

Les formations glaciaires des feuilles Moirans-en-Montagne et Saint-Claude au 50.000^e forment un ensemble qu'il est préférable de ne pas dissocier.

Contrairement aux dépôts de la feuille Orgelet ² au 50.000^e qui n'appartiennent qu'à deux glaciations, ceux de la feuille Moirans-en-Montagne font apparaître l'existence de trois glaciations. De plus, le système glaciaire Würm des feuilles Saint-Claude et Moirans-en-Montagne est assez original par rapport aux feuilles voisines (Morez-Bois d'Amont, Saint-Julien-en-Genevois) : la zone du Jura comprise dans ces deux feuilles n'a pas reçu à cette époque d'apports glaciaires venant directement de l'E ; la ligne des chaînons, bordant la dépression du lac Léman (Crêt de la Neige, Monts Chanais, Bois de Majorat) où était installé le glacier du Rhône, ne semble pas avoir, par suite de sa trop forte altitude et de l'absence d'échancrures, été franchie par la glace. L'englacement s'est fait, suivant les endroits, soit par le N de la feuille Saint-Claude, c'est-à-dire par le lobe de Morez, soit par le S.

¹ Les levés, effectués sous la direction de J. Tricart, ont fait l'objet de stages du Laboratoire de Géographie Physique du Centre de Géographie Appliquée et un certain nombre d'étudiants et de stagiaires de cet organisme y ont participé, sous le contrôle des auteurs de la présente note.

² CATTET et STEIB. Diplômes d'études supérieures sur la feuille Orgelet.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28502

Cpte : B

Les problèmes sont donc ceux de l'extension de chacune des trois glaciations, du comportement au Würm du glacier du Rhône dans la partie de la plaine suisse limitrophe et celui de la manière dont est fait l'englacement à l'W de la ligne des chaînons bordant la cuvette du lac Léman.

I. — L'EXISTENCE ET L'EXTENSION DES TROIS GLACIATIONS

La grande majorité des dépôts glaciaires de la région se présente dans un état de fraîcheur tout à fait remarquable. Qu'il s'agisse de moraine de fond ou de formation de marge glaciaire, la plupart d'entre eux ont une couleur jaune clair. L'altération, à leur surface, est très peu poussée, la pédogénèse ne les affecte que sur une épaisseur d'une vingtaine de centimètres et les sols sont des sols bruns forestiers calcaires. Les galets y sont très bien conservés et ne présentent guère d'altération superficielle. Enfin, ces dépôts sont très peu consolidés, à l'exception de ceux qui affleurent à un niveau de sources, par exemple, sur la feuille Moirans (coupure 3), ceux du cône fluvio-glaciaire qui apparaissent dans une petite échancrure au bord de la route de Thoirette à Chancia, à 3 km de Chancia. Le ciment en est calcaire, blanchâtre, et ne présente nulle trace d'altération. L'état de fraîcheur de tous ces dépôts nous autorise à les dater d'une période glaciaire très récente. Il est donc permis de les rattacher au Würm.

En revanche, des formations glaciaires, qui apparaissent dans la vallée du Suran, au SW de Condes dans la vallée de l'Ain, et près de la scierie située au bord du ruisseau de Valcombe, à 1 km au NW du hameau de Vogne (feuille Moirans), s'opposent aux dépôts Würm des feuilles Moirans et Saint-Claude. Comme ceux de la vallée du Suran présentent des caractères d'altération très différents des autres, il est nécessaire de les étudier à part.

Au SW de Condes (coupure 7)¹, des formations Würm recouvrent les restes d'un cône fluvio-glaciaire typique. Ceux-ci ont une teinte grisâtre et sont très fortement consolidés, alors qu'aucun niveau de sources n'apparaît dans les environs. De même, la formation fluvio-glaciaire de la scierie du ruisseau de Valcombe, qui affleure dans une coupe, est également surmontée de dépôts morainiques Würm caractéristiques. Elle est très fortement consolidée, comme les dépôts de Condes, et présente des traces d'altération plus fortes que celles d'un dépôt Würm : la matrice sableuse et argileuse se teinte d'une coloration jaune ocre pouvant virer au gris.

Les dépôts du SW de Condes et de la scierie du ruisseau de Valcombe ne peuvent donc dater de la glaciation Würm, leur altération les différen-

¹ Les feuilles au 50.000^e ont été découpées en 8 « coupures » correspondant au 20.000^e.

ciant nettement des formations de cet âge qui les recouvrent. Mais ils ne datent pas non plus de la glaciation qui a déposé dans la vallée du Suran des morainés au N de Chavannes (feuille 5^e; 20.000^e), à l'E de Montfleur et au SW de Louvenne.

Les formations glaciaires de la vallée du Suran sont de loin les plus altérées de celles qui apparaissent sur les feuilles Moirans et Saint-Claude. Certes, elles ne sont pas recouvertes par des dépôts glaciaires datant d'une autre glaciation, comme ceux de la scierie de Valcombe et du SW de Condes, mais il n'est néanmoins pas possible de les rattacher à la période Würm. En effet, leur altération superficielle est bien plus profonde que celle des dépôts Würm. Le sol qui les surmonte atteint une épaisseur de 50 cm en moyenne et sa coloration est brun foncé; quelquefois, comme par exemple au SW de Louvenne, quelques traces de coloration rougeâtre apparaissent dans le profil du sol. Il est même possible de trouver de minuscules concrétions ferrugineuses à sa surface. Or, on sait qu'elles n'ont pu se former qu'à une période interglaciaire à climat nettement plus chaud, et plus sec que celui du Postglaciaire. Enfin, la matrice des dépôts est profondément altérée et présente une coloration jaune ocre, plus foncée que celle du dépôt du ruisseau de Valcombe. Les galets de ces formations sont également altérés. Quelques-uns s'effritent sans difficulté lorsqu'on exerce une faible pression sur eux.

Tous ces caractères nous incitent à penser, d'une part, que les formations de la vallée du Suran ne datent pas de la glaciation Würm, d'autre part qu'elles sont également antérieures aux dépôts locaux de Condes et du ruisseau de Valcombe. A quelles périodes peut-on les rattacher ?

Les dépôts de Condes et du ruisseau de Valcombe présentent les mêmes caractères que ceux qui ont été observés dans une coupe de l'aérodrome de Pontarlier¹ alors que ceux de la vallée du Suran ressemblent à ceux de l'os de Gigny, non loin de la source du Suran, sur la feuille Orgelet au 50.000^e.

Il apparaît que les formations de la vallée du Suran ont subi, lors d'une période interglaciaire, les effets d'un climat nettement plus chaud que l'actuel. Il semble qu'il ait présenté des caractères méditerranéens. Or, l'Interglaciaire Mindel-Riss ou Elster-Saale a été marqué, dans l'E du Bassin de Paris, par un climat de ce type². Les dépôts de la vallée du Suran seraient alors vraisemblablement antérieurs à cet Interglaciaire et appartiendraient à la glaciation Mindel.

Les dépôts de Condes et du ruisseau de Valcombe ne sont pas assez altérés pour dater de la glaciation Mindel. Leur altération et leur conso-

¹ TRICART (J.). Les formations détritiques quaternaires du val de Pontarlier (feuille de Pontarlier au 50.000^e). *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. L, n° 237 (C. R. Collab. 1951), 1952, p. 133-149.

² TRICART (J.). La partie orientale du Bassin de Paris, étude morphologique, t. II, Paris, SEDES.

ludation semblent indiquer qu'ils aient subi les effets d'une période interglaciaire assez longue à *climat* tempéré, peut-être légèrement plus chaud que l'actuel. Or, dans la partie orientale du Bassin parisien, l'Interglaciaire Riss-Würm ou Saale-Vistule présentait un *climat* ayant ces caractères¹. Les dépôts de Condes et du ruisseau de Valcombe dateraient alors de la glaciation Riss, comme ceux de l'aérodrome de Pontarlier.

Ainsi, trois glaciations ont laissé des dépôts sur la feuille Moirans, tandis que la feuille Saint-Claude ne montre qu'un seul type de dépôt : les formations fraîches würmiennes. Peut-on alors déterminer l'extension respective de ces trois glaciations dans cette partie du Jura ?

La chose est difficile, car, au Würm, les formations antérieures ont été partiellement érodées, puis souvent recouvertes de dépôts qui les masquent. C'est particulièrement le cas pour celles que nous attribuons au Riss et que nous n'avons pu observer qu'au hasard des affleurements, en peu d'endroits. Il n'est donc pas possible de préciser leur extension. Peut-être seront-elles rencontrées dans des sondages traversant des accumulations morainiques épaisses. En tout cas, il semble que leur extension ait peu différé de celle des dépôts de la dernière glaciation, ce qui est conforme à ce qu'on sait du Riss dans de nombreuses régions, et notamment sur la feuille Pontarlier.

En revanche, les dépôts Mindel (?) et Würm ont une allure nettement différente, ce qui permet de préciser l'extension respective du Mindel (?) et du Würm. Les dépôts Würm se sont avancés vers l'W jusqu'à une ligne Marsonna-Ceffia-Vosbles-Génod-Valfin-sur-Valouse-Dramelay-Chantonay. A l'E de cette ligne, ils ont recouvert toutes les traces de glaciations antérieures, comme l'attestent les dépôts de Condes et du ruisseau de Valcombe. A l'W, ils disparaissent complètement, et les seules formations glaciaires sont celles du Mindel (?), qui se localisent d'ailleurs exclusivement dans la vallée du Suran : il semble ainsi qu'une langue, qui était étroitement localisée, s'y soit avancée au Mindel vers le N. La fonte de cette glace a dû être assez rapide car les dépôts visibles à l'E de Montfleur, sur le flanc E de la vallée du Suran, sont les restes d'une terrasse de kâme, montrant une alternance de strates sablo-argileuses et de lits de galets horizontaux.

En tout cas, même si notre hypothétique datation s'avérait inexacte, il n'en reste pas moins qu'une glaciation nettement antérieure au Würm a envoyé, dans la vallée du Suran, une langue qui s'est avancée bien au-delà des moraines récentes. Ces formations sont très mal conservées et fortement altérées, ce qui témoigne de leur âge ancien. Elles sont à rapprocher de dépôts également très démantelés, riches en quartzites, qui ont été rencontrés sur la feuille Pontarlier au-delà également des limites de la glaciation Würm, et des cailloutis riches en roches cristallines très altérées qui nous ont été montrés par M. M. Dreyfuss à Ornans, dans la vallée de la

¹ TRICART (J.). La partie orientale du Bassin de Paris, étude morphologique, t. II, Paris, SEDES.

Loue. Leur origine alpine montre que, lors d'une glaciation ancienne, les glaces venues des Alpes pénétraient beaucoup plus loin dans le Jura qu'elles ne le firent au Würm et au Riss. Les cailloutis d'Ornans et les formations du Suran reflètent une même situation paléogéographique et il est tentant de leur attribuer, de ce fait, un âge approximativement analogue. Il reste à expliquer pourquoi les glaces se sont avancées si loin vers l'W lors de cette période ancienne. D'une manière générale, les moraines Günz-Mindel se trouvent un peu en avant, sur le piémont alpin, des moraines plus récentes, mais l'écart est moindre que ce que nous laissent présumer les cailloutis d'Ornans et les formations du Suran. Il faudrait donc admettre que le Jura oriental était alors moins soulevé, ce qui facilitait le débordement des glaces alpines vers les plateaux. Une telle hypothèse cadre bien avec les résultats récents de L. Glangeaud et M. Dreyfuss et de leurs équipes. En tout cas, elle mérite de susciter de nouvelles recherches que nous ne manquerons pas de faire au cours de nos prochains levés.

II. — LA GLACIATION WÜRM

A. — Le lobe du glacier du Rhône sur la feuille Saint-Claude.

La partie SE de la feuille Saint-Claude présente un grand intérêt, car elle est située sur le bord W de la dépression entre les chaînons du Jura et les Préalpes, où s'est installé, au Quaternaire, le glacier du Rhône, l'un des principaux exutoires des glaces des Alpes suisses.

Les types de dépôts morainiques qui s'y rencontrent sont les suivants :

— moraine de fond riche en éléments alpins, donnant soit des placages contre des buttes comme à Mourex (coupure 8) [ces buttes sont des affleurements de roche en place (calcaire crème à Mourex)], soit une topographie doucement ondulée, dans un matériel très argileux (Ornex, Naz-Dessous, route entre Vézaz et Chévry) (coupure 8) [cette moraine de fond présente des degrés de lavage divers : matrice argileuse très abondante, cailloux nombreux, généralement roulés] ;

— moraine plaquée contre les chaînons du Jura, ne montant pas très haut, dans laquelle s'observe une très nette différence dans la composition pétrographique, au fur et à mesure que l'on monte sur le chaînon, d'après le tableau suivant.

L'examen de ce tableau nous montre la très rapide décroissance des éléments alpins du fond de la dépression vers le haut du chaînon.

L'étude de feuilles telles que Mouthe ou Pontarlier avait permis d'insister sur le fait que le glacier du Rhône, débordant en certains endroits par-

		Éléments alpins et préalpins (grès, roches cristallines, calcaires noirs) (%)	Éléments du Jura des Préalpes (calcaire crème) (%)
Dans le fond de la dépression	Sablière de Cessy	50 m S du réservoir d'eau	47
		Carrière, cote 563,0.	46
	NW de Versancy, route lon- geant le « Flon »		55
Pied du chaînon	La Bouchette ferme (extré- mité E, feuille 4, côté Dou- vaine) sous le Bois Majorat .		99
Flanc du chaînon	Descente route du col de la Faucille (sous les Maladières).		99

dessus le chaînon, n'apportait que de faibles quantités de matériel, car seule la glace superficielle franchissait le chaînon ¹.

L'étude pétrographique précédente vient le confirmer. Il apparaît donc clairement un fait intéressant sur le plan général de la dynamique glaciaire. La glace venue des Alpes filait surtout en basse altitude vers le glacier du Rhône et vers Lyon, région dans laquelle, effectivement, les roches alpines sont abondantes. La glace, qui s'accumulait contre le premier chaînon du Jura et débordait par-dessus certaines de ses échaînures, contenait peu de matériel caractéristique des Alpes centrales (roches cristallines, grès, calcaires noirs), mais presque uniquement des calcaires de teinte claire, caractéristiques des Préalpes et analogues à ceux du Jura. Il apparaît donc que la glace des Préalpes se superposait à celle des Alpes centrales dans le piémont du Léman et qu'il n'y avait pas remontée en force de la glace profonde contre le flanc du Jura, la vallée du Rhône, malgré son étroitesse, assurant un exutoire suffisant. Ce fait vient confirmer la grande importance paléogéographique de l'abondance des roches alpines des cailloutis d'Ornans. L'incapacité du matériel centre-alpin à remonter contre le chaînon oriental du Jura au Würm nous incite à admettre que l'abondante arrivée de ce matériel, au Quaternaire ancien, dans la vallée de la Loue, ne pouvait se faire que grâce à une importance beaucoup moindre de l'obstacle.

¹ Sur *Mouthe* voir : TRICART (J.). Les formations quaternaires de la feuille de Mouthe au 50.000^e. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, n° 232 B (C. R. Collab. 1956), 1957, p. 3-16.

Sur *Pontarlier* voir : TRICART (J.). Les formations détritiques quaternaires du val de Pontarlier, *op. cit.* Les dépôts glaciaires de la région des chaînons (feuille de Pontarlier au 50.000^e). *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. LII, n° 241 (C. R. Collab. 1953), 1954, p. 123-136

Le faible pourcentage d'éléments alpins sur la partie supérieure du flanc du chaînon permet aussi de supposer que le sommet du glacier ne dépassait guère cette altitude, soit environ 1.200 m : effectivement, on n'observe, au sommet du chaînon, ni dépôts ni modelé glaciaire caractéristiques. C'est tout juste si on peut admettre le passage d'une petite langue de glace qui aurait débordé par le col de la Faucille.

Il n'est donc pas arrivé de glace sur les feuilles Saint-Claude et Moirans par le côté E. Les langues glaciaires de ces deux feuilles sont alors venues soit par le N, soit par le S, en contournant cette partie du chaînon et en profitant de cols bien plus bas et plus larges sur les feuilles voisines.

L'évolution de cette partie du glacier du Rhône, dans sa phase de récession, est à rattacher à l'ensemble de la dépression occupée par le lac Léman. Elle est marquée ici par une série de dépôts :

— terrasses de kâme de déglaciation, plaquées contre les chaînons ; ce type de formes est bien représenté sous les Maladières, montrant un litage très net et des bouleversements dus à des culots de glace morte ;

— deltas et formations lacustres, étagés en fonction de la vidange du Léman ; les plus hautes forment un cône sous-aquatique aux Galas (ferme), près de Gex (feuille 8), vers 670 m.

Une coupe à la sablière de Cessy (cote 560 environ) montre :

— des formations caillouteuses mal litées à la base (1,5 m) ;

— un delta sous-aquatique au-dessus, avec des stratifications parallèles inclinées (2 m) ;

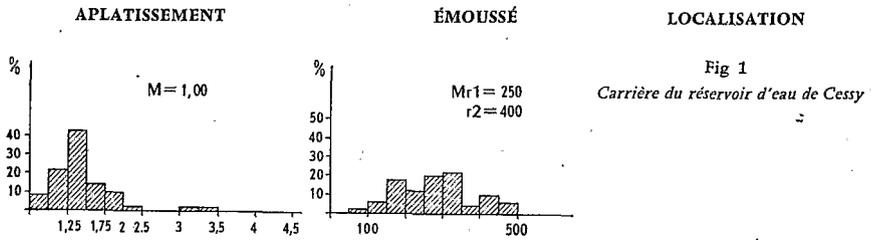
— des formations caillouteuses litées, plus ou moins horizontales en surface (1 m) ;

Cette coupe montre un niveau lacustre instable, puisqu'on y relève l'intercalation d'un delta sous-aquatique entre deux formations subaériennes de plaine littorale. Le delta est constitué par des « fore-set beds », ce qui correspond à une eau relativement profonde au bord d'un rivage assez escarpé. Les formations encadrantes sont, au contraire, du type « top-set beds » et déposées soit à l'air libre, soit au bord d'un rivage en pente douce sous une très faible épaisseur d'eau.

Le matériel, comme aux Galas, provient de la combe du torrent de Marpeyre.

— des épandages périglaciaires locaux, comme au-dessus d'Avouzon, formant un glacis alluvial (feuille 8).

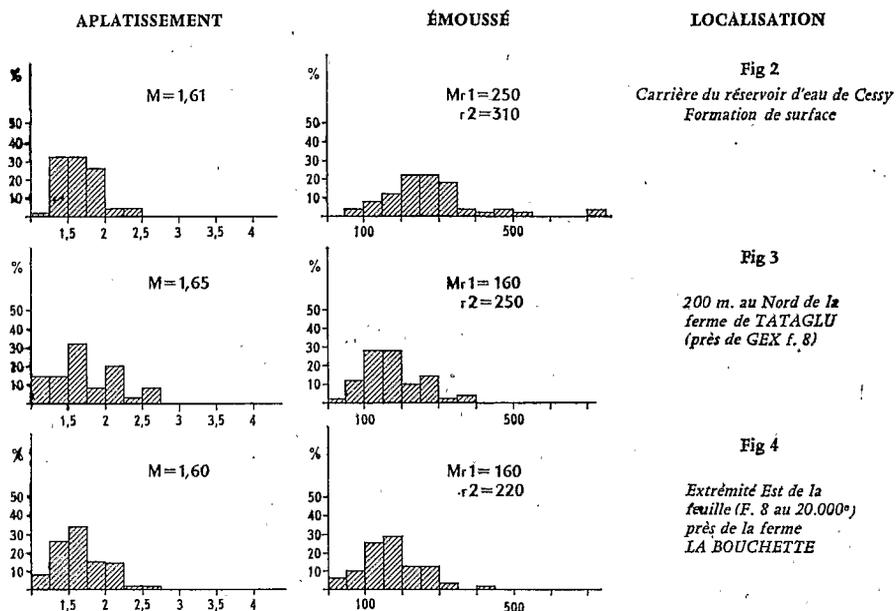
Une analyse morphoscopique des formations caillouteuses de Cessy et de plusieurs autres endroits va nous permettre de mieux les définir et, par là, de mieux comprendre l'évolution de cette partie de la feuille Saint-Claude. Les mesures ont été faites sur des calcaires crème.



Les aplatissements sont peu élevés, surtout pour des calcaires : la médiane est de 1,60 seulement. Par ailleurs, le groupement de l'histogramme est très marqué. La proportion de galets peu aplatis (inférieure à 1,5) s'élève à 30 % et celle des galets très aplatis (supérieure à 2) n'est que de 16 %. De tels caractères montrent que le matériel provient directement du remaniement de moraines sous un climat qui n'était plus froid : les actions périglaciaires y sont négligeables. Les émoussés, avec une médiane de 250 millièmes, mettent nettement en lumière une action aquatique importante. L'histogramme est d'ailleurs irrégulier, avec deux modes principaux se plaçant à 150-200 et à 250-350 millièmes et un mode secondaire entre 400 et 450 millièmes. Cela dénote le mélange de stocks de galets différents, les uns provenant d'un remaniement de moraines assez prolongé, donc typiquement fluvio-glaciaires, les autres simplement repris à courte distance de moraines d'ablation ou de dépôts infraglaciaires ayant déjà subi une action de la part des eaux de fonte. Cela nous confirme que ce matériel s'est mis en place en avant d'une langue glaciaire, à l'air libre, sous un climat déjà très radouci qui avait permis une fusion rapide. Pour une cause que nous ne pouvons déterminer, ce dépôt de plaine proglaciaire a été ensuite noyé par une montée du niveau du lac qui a permis la mise en place du cône sous-aquatique du petit torrent descendant de la combe de Marpeyre.

Les formations de surface de la même coupe (fig. 2) sont un peu différentes. Leur aplatissement médian est sensiblement égal (1,61) mais l'histogramme en est très groupé. Les peu aplatis forment 34 % du total (30 % dans la formation inférieure) et les très aplatis seulement 8 % (contre 16 %). Les influences périglaciaires sont donc encore plus faibles. Dans la formation de base, quelques fragments gélivés venaient se mélanger encore au matériel d'origine glaciaire. Ils disparaissent dans la formation supérieure, où tous les aplatissements relèvent des faibles valeurs typiques des moraines. Le matériel provient donc de leur remaniement. Quant aux émoussés, ils sont caractérisés par une médiane de 250, égale à la formation inférieure, mais par un histogramme de forme légèrement différente, plus régulier, avec un seul maximum, massif, placé entre 200 et 350 millièmes. Il indique une reprise fluviale importante des galets, suffisante pour avoir abouti à une usure homogène. Il s'agit donc de matériel

proglaciaire repris, sur une distance d'au moins une dizaine de kilomètres, par un cours d'eau important, sous un climat très radouci.



Nous avons également effectué l'analyse morphométrique de deux autres formations de la même région, celle de la ferme de Tataglu (fig. 3) et celle de la ferme de la Bouchette (fig. 4).

Les cailloutis de la ferme de Tataglu, qui sont plaqués contre le pied du Jura à une altitude de 660 m environ, dominent déjà sensiblement la plaine. Ils sont bien différents de ceux de Cessy. La médiane des aplatissements est plus élevée : 1,65. Mais l'histogramme présente trois modes successifs, entre 1,5 et 1,75, entre 2 et 2,25 et entre 2,5 et 2,75. Il y a donc un mélange de plusieurs stocks de galets. Les peu aplatis (31 %) sont d'origine périglaciaire locale. L'émoussé nous montre également une formation différente de celle de Cessy. La médiane est de 160 millièmes seulement, ce qui résulte d'une proportion de 14 % de peu émoussés. Dans l'ensemble, l'histogramme, assez bien groupé, est décalé vers la gauche, ce qui indique une faible action des eaux courantes, liée en partie à la position topographique. Le matériel a été déposé lors d'un stade de recul glaciaire beaucoup moins avancé que celui de Cessy et représente, peut-être légèrement remaniée, une formation de terrasse de même avec mélange de matériel glaciaire légèrement usé par les eaux de fonte juxtaglaciaires et de débris périglaciaires descendus du chaînon, plus aplatis et peu émoussés.

Les cailloutis de la ferme de la Bouchette ressemblent à ceux de Cessy.

Les stratifications que nous montre la coupe sont enchevêtrées, les lits parallèles inclinés se croisant et se recoupant fréquemment. Il semble pourtant que statistiquement ce sont les lits pendant du chaînon vers la plaine qui soient les plus nombreux, ce qui indiquerait un écoulement du chaînon vers la dépression occupée par le Léman. L'aplatissement médian est de 1,6 et le groupement est bon (34 % de galets peu aplatis et 18 % de très aplatis). Il dénote un matériel morainique remanié sous climat peu rude avec mélange de quelques éléments affectés par la gélivation. L'éroussé médian est de 160, avec également un bon groupement. L'usure médiocre révèle une action des eaux de fonte moins poussée qu'à Cessy. Il semble qu'il s'agisse là d'une moraine d'ablation.

Les différents dépôts étudiés dans la cuvette du Léman présentent un trait commun : la faiblesse des actions périglaciaires qui se traduit par des aplatissements médiocres. Il est donc possible de conclure de ces analyses morphométriques que la glace a persisté dans cette région jusqu'à une époque où le climat était radouci et la gélivation peu intense. Le fait que les galets soient à peu près toujours éroussés confirme cette interprétation : ils ont subi des effets d'eau de fonte abondante s'écoulant à peu près partout, ce qui résulte du réchauffement du climat. Il semble donc que, sous son influence, la glace ait fondu sur place, sous la forme d'une masse énorme de glace morte. On peut considérer alors les formations superficielles de l'extrémité SE de la feuille Saint-Claude comme des moraines d'ablation tardiglaciaires.

B. — Les formations glaciaires des chaînons du Jura.

1. *Exemple de systèmes de langues glaciaires.* — Comme il nous a déjà été donné de l'exposer plus haut, le « non-franchissement », par la glace, de la chaîne bordant la plaine suisse a eu une conséquence primordiale pour le reste de la glaciation des deux feuilles étudiées : tout de suite en arrière de l'anticlinal du Mont Chanais, l'essentiel de la glace est venu du N, c'est-à-dire de la brèche de Morez. Elle a filé vers le S, légèrement renforcée par un peu de glace locale venant des hauts sommets : elle n'a fait que suivre les dépressions existantes.

La glace locale, se concentrant mal, a surtout joué un rôle protecteur sur tout le plateau de Lajoux-Les Molunes-Bellecombe : aucun dépôt de moraines, aucun modelé glaciaire. Tout ce plateau est caractérisé par des pertes karstiques, un microrelief structural net, des tourbières sur les marnes.

Les arrivées de glace ont été localisées :

— dans la vallée de la Valserine, depuis la feuille Morez, avec très faible dépôt de moraines, dans le fond de la vallée, de Tabagno (feuille Saint-Claude, 4) jusqu'à l'extrémité S de la feuille. On y rencontre unique-

ment un faciès de moraines de fond, sans accumulations lacustres ou d'obturation glaciaire, comme en aurait donné un retrait de la glace du N vers le S, ce qui implique une alimentation à partir du S vers le N mis en retrait. Une seule formation litée à été relevée en amont de Septfontaines (coupure 7) ;

— dans le creux du plateau de Lamoura-Septmoncel, avec dépôt de moraines vers Septmoncel-Les Loges d'Arbey (coupure 2). Cette langue n'a pas débordé vers le S sur le plateau des Moussières, mais descendait probablement en cascades de séracs vers Saint-Claude. Lors de la récession, il y eut creusement de la gorge du Flumen et accumulation du cône de Rochefort ;

— dans la vallée de la Bienne et le plateau de Cinquétral (C2), peut-être doublée par un sicard courant dans la combe de Tressus et de Chaumont-Rochefort.

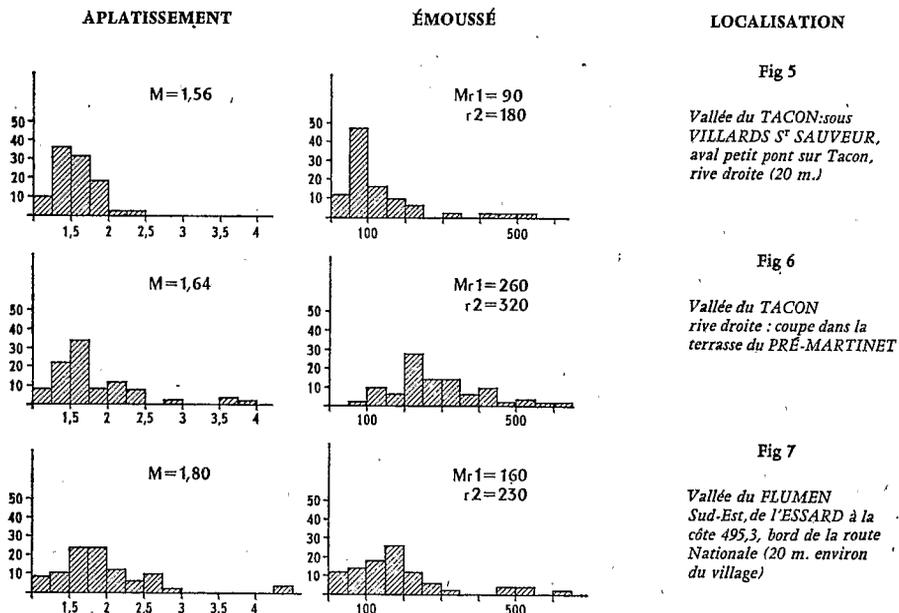
Dans la vallée du Tacon, la glace a progressé vers le S, en remontant la vallée, bouchant toute issue aux eaux de fonte lors de la déglaciation. Ceci eut pour effet de produire d'énormes accumulations avec souvent cônes et terrasses de kâme.

Nous avons effectué une analyse morphométrique de deux formations de la vallée du Tacon afin de préciser les conditions de leur mise en place.

A Villards-Saint-Sauveur, le faciès est celui de moraines de fond typiques, avec faible aplatissement et émoussé médiocre. Les médianes respectives sont, en effet, de 1,56 et de 90 mm (fig. 5). Dans l'histogramme d'émoussé apparaissent quelques galets assez usés (8 % au-dessus de 300 millièmes), qui dénotent une action des eaux de fonte intraglaciales encore bien timide mais supérieure à celle de la vallée de la Valserine. Les conditions de dépôt dans une dépression bloquée à l'aval, provoquant l'accumulation des eaux de fonte contre la glace, en rend compte. Mais, malgré une disposition assez favorable, l'usure aquatique reste faible, ce qui confirme que ces moraines ont été déposées par une glace active sous climat froid. Elles sont donc du maximum glaciaire, comme celles de la vallée de la Valserine.

Au Pré-Martinet (fig. 6), nous avons affaire à un matériel bien différent, correspondant d'ailleurs à une terrasse de kâme ou fluvio-glaciaire. L'aplatissement est peu élevé, avec une médiane de 1,64, mais, surtout, plus irrégulier. L'histogramme montre un maximum principal typiquement glaciaire entre 1,5 et 1,75 mais un maximum secondaire entre 2 et 2,25 puis efflochement vers les valeurs élevées. On relève 30 % de galets peu aplatis, mais 28 % de très aplatis. Il y a donc mélange de deux stocks ; un stock morainique faiblement remanié et un stock périglaciaire à fort aplatissement, élaboré à l'air libre sous climat froid, en partie d'ailleurs à partir de cailloux morainiques. L'émoussé confirme ces éléments.

Il est plus élevé, avec une médiane de 260 qui dénote une action importante des eaux courantes. Mais il est également irrégulier, avec un his-



togramme trimodal, présentant des maxima aux valeurs de 100-150, de 200-250 et de 400-450 millièmes. On y rencontre un mélange d'éléments dont certains, périglaciaires locaux, sont peu émoûssés, et d'autres, repris de moraines d'ablation, sont très usés car ils sont mis en place à la suite d'une décrue postérieure au maximum würmien, datant d'une période où le climat était encore très froid et où les actions périglaciaires étaient intenses.

Dans la vallée du Flumen (fig. 7), près du confluent avec le Tacon, le matériel de l'Essard correspond à un cône proglaciaire édifié par les eaux descendant du plateau de Septmoncel comme celui du Pré-Martinet, sous un climat froid. Mais comme le parcours dans la vallée du Flumen est plus long, les caractères périglaciaires sont encore plus nets. Les matériaux repris des moraines se sont, en effet, mélangés à de plus grandes quantités de débris locaux descendus des versants d'une gorge étroite et encaissée. Aussi la médiane d'aplatissement est-elle plus élevée (1,80), avec un groupement beaucoup moins bon de l'histogramme, dénotant un mélange. On rencontre 18 % seulement de galets peu aplatis contre 34 % de très aplatis, dont certains atteignent la classe de 4,25-4,50. Corrélativement, l'émoûssé est plus faible, ce qui est typique des cours d'eau périglaciaires : la médiane tombe à 160 et on observe 26 % de peu émoûssés.

Les formations du Pré-Martinet et de l'Essard nous enseignent donc des faits analogues : l'existence de fortes actions périglaciaires, donc la persistance d'un climat très froid lors de la première phase de décrue des langues glaciaires qui s'étaient engagées au S de Saint-Claude. Des galets proglacia-

ciaires s'y mélangent avec des matériaux périglaciaires typiques. Cette parenté génétique des deux dépôts n'a rien pour étonner, puisque, situés à des altitudes analogues, ils appartiennent à un même ensemble géomorphologique.

Lors du maximum, il semble que cette langue se soit soudée momentanément avec une arrivée de glace venant du S, c'est-à-dire de Saint-Julien-en-Genevois, soit par le col de la Serra, soit par la combe de Léary-Les Grandes-Maisons (peut-être les deux à la fois) (Saint-Claude, coupure 5). Cette langue offre d'ailleurs un très grand intérêt, car elle a connu une évolution qui reproduit ce qui s'est passé à une moindre échelle dans l'ensemble

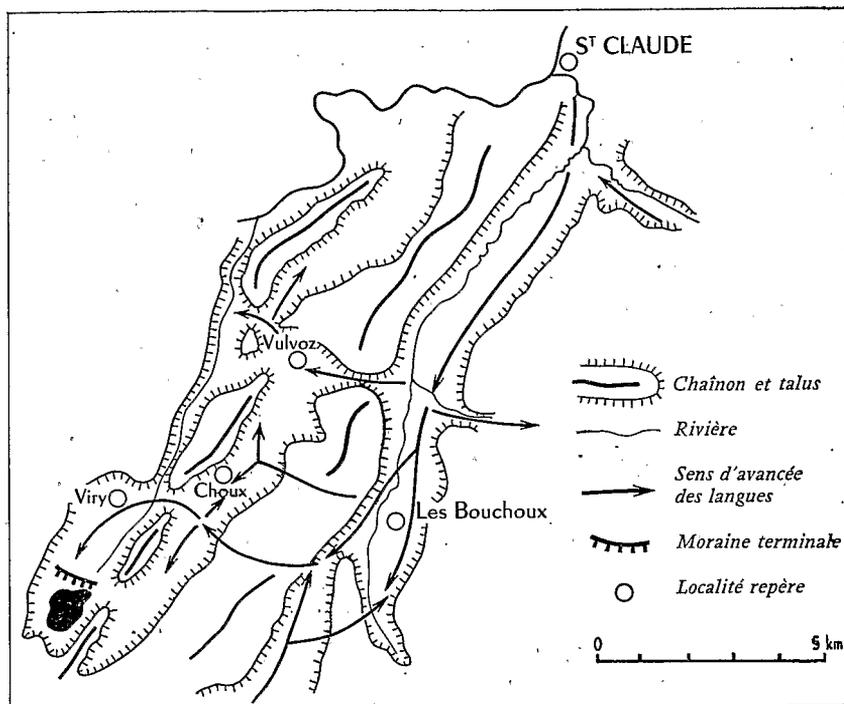


Fig. 8. — Systèmes de langues et diffuences
(Vallée du Tacon).

de la région : au Pléniglaciaire, il s'est produit des diffuences là où les versants étaient légèrement échancrés :

a) Vers Choux (coupure 5), en donnant des roches moutonnées par le Creux-de-l'Eau et le Cernois.

b) Vers Choux encore, et se prolongeant sur Viry (Moirans, coupure 8) par Vies-Fourches.

C'est le dégonflement de cette langue qui a donné l'arc morainique de la Tour (Moirans, 8), avec deltas sous-lacustres et lac dans la cuvette au S de Viry. Les eaux ont alors débordé vers le Merdanson, rivière qui rejoint le bassin d'Oyonnax. Ce lac, dont les contours sont tapissés de moraines, a évolué en tourbière, les berges montrant la succession suivante :

- moraines et colluvions morainiques (probablement anthropiques) : pente douce dans une argile sableuse, calcaire, ce qui donne un sol brun clair, granuleux, à bonne structure ;
- les colluvions recouvrent des argiles compactes, probablement lacustres, sans calcaires, avec des sols à mauvaise structure ;
- dans le fond, et arrivant en biseau sur les argiles, tourbe actuelle.

e) Vers le « Riondet », Pré-d'Aval et Vulvoz, avec empâtement morainique du pied du monoclinal de Vulvoz. Cette petite langue a d'ailleurs progressé vers le N, de l'autre côté du chaînon, vers Larrivoire, et a donné une magnifique diffluence par un col au Bois de Versanne (Saint-Claude, 5).

Lors du dégonflement, l'eau de fonte de la masse de glace retenue sur le plateau du Pré-d'Aval est descendue sur le Petit-Verger et y a donné un cône (près Vulvoz) : l'entaille du torrent de Longviry a été facilitée, lors de la récession, par ces eaux.

d) Il semble enfin que, lors du maximum, une petite langue se soit dirigée vers l'E, par le col sur le flanc droit de la vallée du Tacon, légèrement au N des Bouchoux ; les roches y sont fortement moutonnées et raclées. Comme le plateau de l'Embosieux ne montre aucune trace de moraines, il paraît probable que cette langue ait pris le sens indiqué ici. La déglaciation plus rapide du plateau de l'Embosieux a permis en cet endroit aux eaux de fonte de former un petit cône sur la moraine de Petite-Combe. Il s'est produit ici un fait très général : le plateau recouvert d'une mince pellicule de glace immobile a été déglacé plus vite, tandis que, dans les creux, subsistaient des culots de glace morte. Un régime différent s'est donc poursuivi assez longtemps encore après le début sur les plateaux et dans les dépressions. Cette persistance plus tardive d'une masse de glace morte dans la vallée du Tacon a permis au cône formé par les eaux de fonte du plateau de s'appuyer contre elle et de construire une terrasse de même.

En allant vers l'W, on pourrait multiplier les exemples de langues glaciaires venant soit du N, soit du S ; nous en verrons d'autres exemples plus loin, avec le bassin d'Oyonnax et celui d'Arinthod. Pourtant, à l'W d'une ligne Saint-Claude—Oyonnax, apparaît un élément nouveau : la vallée de la Bienne.

2. *La langue de la vallée de la Bienne.* — La vallée de la Bienne, de Saint-Claude à Dortan, fut très défavorable à l'écoulement de la glace, par suite de ses fortes sinuosités et de l'alternance de secteurs larges et de sec-

teurs étroits, mal calibrés. Ceci est confirmé par l'absence de moraines typiques ou même de modelé glaciaire. La glaciation de cette zone semble avoir revêtu un caractère assez original :

a) Une arrivée, en plusieurs endroits, de langues de glace orientées presque perpendiculairement à la vallée, débouchant sur elle et s'y logeant, mais alimentant des diffluences dès qu'une forte sinuosité ou un trop fort rétrécissement entravaient l'écoulement dans la dépression :

— la langue de Cinquétral (Saint-Claude, 2), débouchant en amont de Saint-Claude et remontant ensuite la vallée du Tacon ;

— la langue de Ravilloles-Ponthoux (Saint-Claude, 1), venant de la feuille Morez et débouchant à Lison.

b) En d'autres endroits, c'est au contraire un débordement qui s'est produit, par suite d'un fort rétrécissement qui empêchait la progression dans le fond de la vallée. La masse de glace débordant de la dépression voisine semble ainsi avoir très mal franchi la gorge de Dortan-Chancia (Moirans, 8) ce qui a produit plusieurs débordements :

— de Jeurre vers Villards-d'Héria et Moirans (Moirans, 4). Le plateau de Petit-Châtel n'a pratiquement pas de moraines ; il n'y en a aucune trace au lac d'Antre, ce qui exclut une arrivée directe de glace à l'E de Moirans. Comme il n'y a pas non plus de dépôts au N, sur la feuille Orgelet, c'est donc bien que la langue a remonté vers Moirans. Lors du dégonflement, cette langue a reculé rapidement jusque vers la Cueille sous Villards-d'Héria. Les eaux de fonte ont arasé la moraine jusqu'à Moirans, puis étalé un cône graveleux fluvio-glaciaire à Saint-Laurent. Ces eaux de fonte ont alors entaillé la gorge de la Grange sous Bonnans, pour rejoindre l'Ain. Il n'est pas possible de dater relativement le déglacement de Moirans et celui de la gorge de l'Ain, car le cône de Saint-Laurent est établi sur un replat de couches tabulaires-isolées de l'Ain par de petites barres calcaires, ce qui a favorisé la construction du cône, sans effet de barrage : l'Ain n'a pu détruire ce cône, tandis que celui-ci n'a pas barré la vallée ;

— de Dortan vers Vouais et Bouvent, remontant ainsi vers Veyziat et le bassin d'Oyonnax (Moirans, 8) : cette langue, à bout de souffle, se termine assez tôt, dès le début du dégonflement, à l'Épagnat, et est ourlée de fluvio-glaciaire vers le point coté 621, sans bourrelet de moraine terminale. La gorge de Dortan-Chancia devait encore être barrée à ce moment-là, ce qui a eu pour effet de former un lac entre Dortan et Lavancia ; ainsi s'expliquerait la présence d'argiles à varves déposées à l'entrée S du village reconstruit de Dortan, à la cote 344, visibles dans les fondations d'une maison, et celles d'un cône fluvio-glaciaire de la Bienne dont les formations sont visibles sur les berges de ses méandres encaissés en amont de Dortan. Ces deux coupes montrent, en effet, une alternance de feuilletés clairs et foncés, typiques d'argiles à varves.

3. *Exemple de rencontre de langues venant du N et du S.* — Un exemple de cette forme de glaciation a déjà été exposé à propos de la langue du Tacon en rencontrant une autre venant de Saint-Julien-en-Genève. Cette rencontre de langues est très bien réalisée dans le bassin d'Oyonnax et dans celui d'Arinthod.

Le bassin d'Oyonnax. — a) *Les formations rencontrées :*

— sur le versant E de la dépression, à la gravière à 0,5 km N du cimetière d'Oyonnax, on relève une moraine de poussée, à paquets contournés et redressés à la verticale, de strates pelliculaires de limon plus ou moins sableux ; ceci indique une première avancée de la glace, avec un épisode lacustre avant une réavancée plus importante ;

— en face, sur la route de Veyziat, une moraine de fond ordinaire, riche en gros blocs, s'observe au point culminant ;

— sur le versant E, le long de la route de la vallée de la Sarsouille, on voit apparaître une moraine de fond éparse et lavée ;

— une esquisse de moraine terminale forme colline à la butte de la cote 554 au débouché N du bassin, au débouché de la langue venant de la Bienne ;

— une moraine terminale se rencontre au S d'Oyonnax, près de Bellignat ;

— une moraine d'ablation, très lavée, à cailloux usés abondants, avec un vague litage, s'observe à la carrière au N du cimetière, sur la moraine de poussée ;

— au pied de la route de Veyziat, enfin, le cône de la Planchette se divise en :

— un cône sous-lacustre à écoulement venant de la vallée de la Sarsouille ;

— un cône aérien avec accumulation venant de l'W (langue de Veyziat), qui recouvre le cône sous-aquatique.

b) *La succession stratigraphique.* — La succession stratigraphique peut s'établir ainsi :

— une moraine d'ablation sur une moraine de poussée, à la carrière à 0,5 km N du cimetière ;

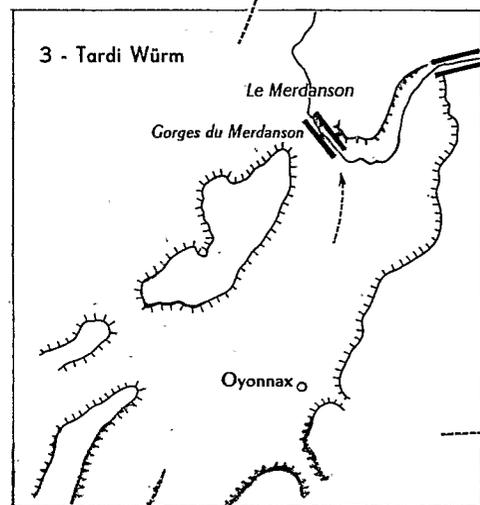
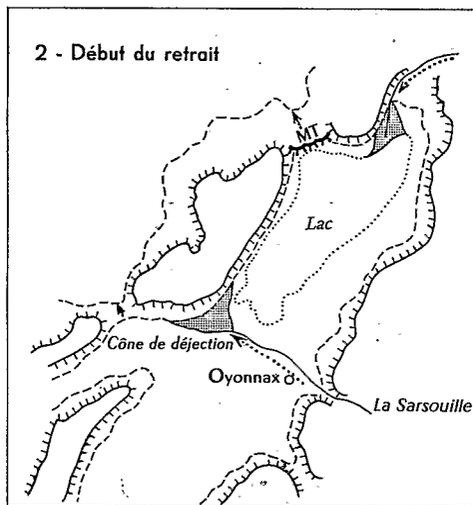
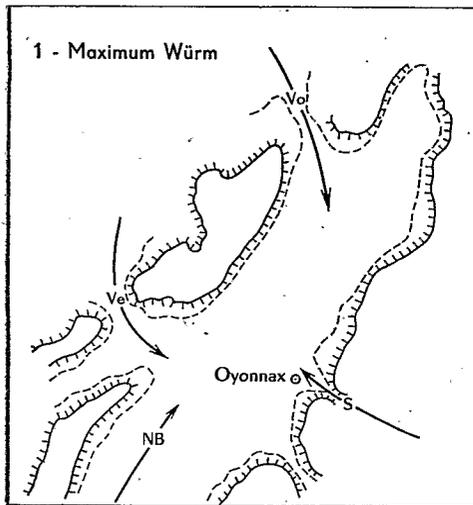
— un cône aérien sur un cône sous-aquatique à la Planchette ;

— un cône à allure sous-aquatique sur une moraine de fond à gros blocs à la cote 620 environ, au sommet de la route Oyonnax-Veyziat.

Ce cône indique un écoulement E-W.

c) *Evolution du bassin d'Oyonnax.* — Il semble que l'évolution de ce bassin puisse se résumer ainsi :

— une progression généralisée s'est produite, un peu avant le maximum Würm. La cuvette a alors été bloquée au N par la langue de la Bienne,



BASSIN D'OYONNAX

- | | | | |
|--|---------------------|--|-------------------|
| | Principaux talus | | Limite du lac |
| | Cours d'eau | | Eaux de fonte |
| | Limite des langues | | Vidange du lac |
| | Sens de progression | | Moraine terminale |
| | Sens de régression | | |



Fig. 9.

au S par la diffluence de Nantua (Bellignat). Ceci est attesté par un épisode lacustre (strates pelliculaires de la moraine de poussée) ;

— au maximum glaciaire Würm, la cuvette est envahie de toutes parts par la glace, du N par Vouais, de l'W par la langue de Veyziat, de l'E par la descente de la glace de la vallée de la Sarsouille, du S par la diffluence de la langue Nantua-Bellignat. Elle se remplit de moraines, qui tapissent les flancs et le fond. Ces courants de glace se bloquent mutuellement et la glace s'accumule sur place ;

— au début du dégonflement Würm, la glace venant de la vallée de la Bienne subit une décrue :

— à l'W, la langue de Veyziat se sépare de la glace de la cuvette d'Oyonnax, et le col de la route Veyziat-Oyonnax se déglace. Les eaux de fonte de la masse de glace morte de la cuvette d'Oyonnax donnent un petit cône deltaïque sur la moraine de transfluence, bloquée contre la langue de Veyziat ;

— au N, l'arrivée de Vouais ne déborde plus dans la cuvette et donne l'esquisse de moraine terminale de la cote 554 ;

— la moraine d'ablation se forme dans la cuvette d'Oyonnax, dès que le dégonflement s'accroît ;

— lorsque le dégonflement s'accroît encore, un lac apparaît dans l'extrémité N de la cuvette. Il est bloqué au N par la moraine de la langue de la Bienne, au S par la langue de Bellignat encore plus importante. La langue dégringolant de la Sarsouille fond rapidement, ses moraines lavées alimentant le cône deltaïque de la Planchette. La langue de Viry qui commence à fondre envoie ses eaux de fonte par le Merdanson qui contribue à alimenter la cuvette lacustre ;

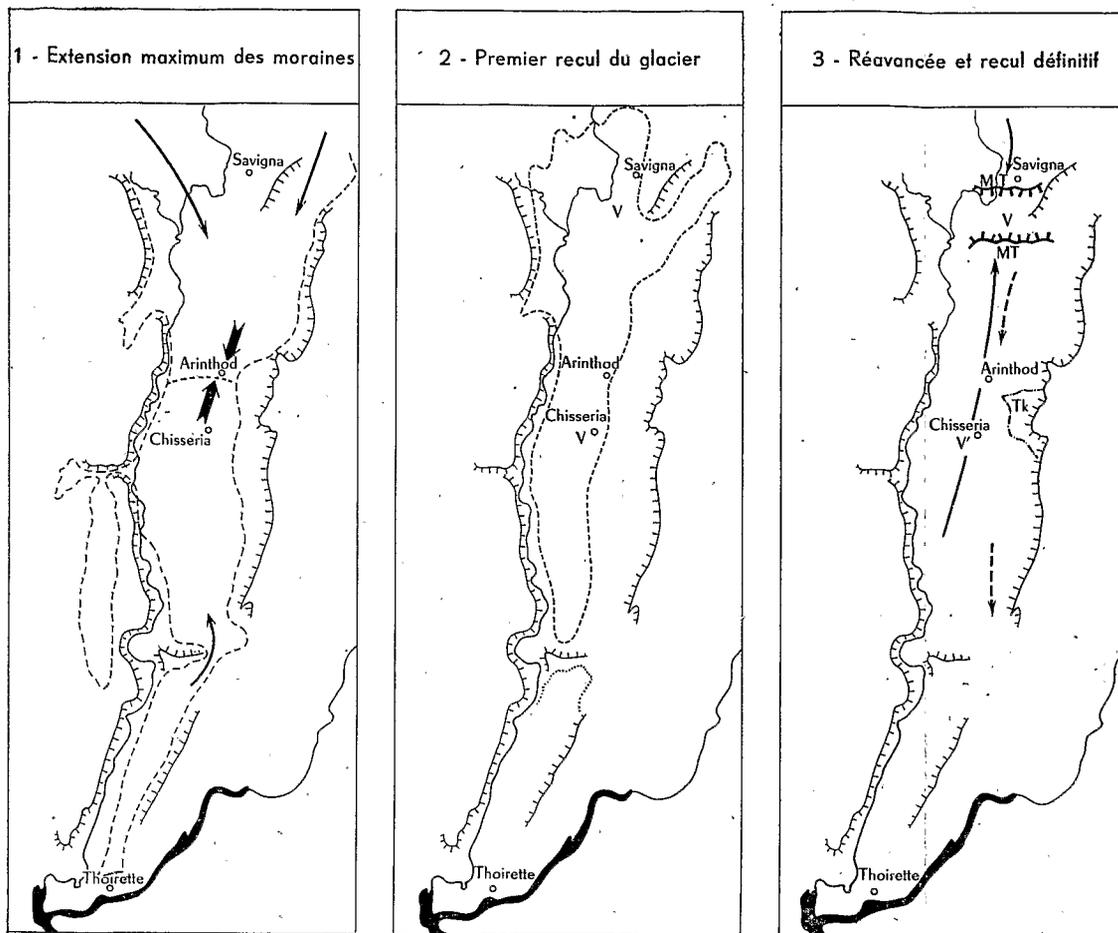
— au Tardi-Würm, la disparition de la langue de Vouais-Bouvent permet la vidange du lac. Il se met alors en place deux cônes aériens, l'un venu de l'E en avant de la langue de Bellignat (cône supérieur de la Planchette), l'autre venu du NE, celui du Merdanson, qui reprend les matériaux périglaciaires de sa vallée moyenne et continue de bénéficier plus largement encore des eaux de fonte de la langue de Viry. Comme la dépression est toujours plus ou moins fermée par la langue de Bellignat au S, les eaux du Merdanson s'évacuent par le N, ce qui contribue à entailler la gorge empruntée par la voie ferrée et permet d'expliquer le cours actuel de ce ruisseau, vers la Bienne, après un coude si prononcé. Il ne reste plus alors dans le bassin d'Oyonnax qu'une légère dépression fermée.

Une série de schémas illustre cette évolution.

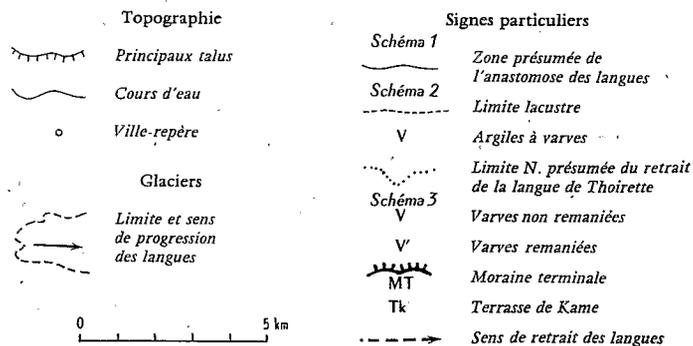
Le bassin d'Arinthod. — Lors du maximum Würm, le bassin d'Arinthod a été occupé par une masse de glace provenant probablement à la fois :

— du N, par le lobe d'Orgelet ;

— du S, par la langue d'Izernore-Matafelon, franchissant l'Ain à Thoirrette.



BASSIN D'ARINTHOD



0 5 km

Fig. 10.

90 bis

Il s'est alors déposé une pellicule discontinue de moraines, pénétrant sur le bord W jusqu'à Valfin-sur-Valouse. Il semble que l'anastomose des deux langues se soit faite à peu près dans le bassin d'Arinthod, si bien que la glace, presque immobile, travaillait peu : ceci explique la faible épaisseur des moraines dans ce secteur.

Avec le dégonflement, cette masse de glace s'est trouvée mal alimentée et a dépéri sur place. La langue s'est à nouveau scindée : elle se ratatine au N vers Orgelet ; elle donne au S le bouchon de Thoirette-Chaléa-Cornod.

Entre ces deux langues se trouve alors une dépression sans issue : un lac se forme entre Savigna et Saint-Hymetière (Moirans, coupure 2). Des accumulations d'argiles à varves, observées au N de Chisséria, lors de la construction d'une maison, et le long de la route allant de Chisséria à Valfin-sur-Valouse près du ruisseau de Combey, l'attestent.

Mais ces argiles à varves ont été remaniées et reprises dans des formations de moraine de fond. Il s'est donc produit une réavancée. Cette réavancée est prouvée par une moraine terminale surmontée d'argiles à varves à l'W du chemin venant de Givria (fig. 10, schéma 3) vers Savigna près de la cote 401, ainsi que par une autre moraine terminale se situant au lieu-dit « Pré-Besson » au SW de Savigna. Ces deux moraines terminales venues du N et du NE montrent, par ailleurs, que c'est la langue venue de la feuille Orgelet qui s'est réavancée, tandis que les argiles à varves de Chisséria et du ruisseau de Combey étaient dérangées par une réavancée venue du S.

Un premier recul de la glace a donc été suivi d'une réavancée des deux langues de glace, mais il ne semble pas que ces deux langues se soient à nouveau rejointes : celle du N, venue de la feuille Orgelet au 50.000°, s'est arrêtée légèrement au S de Savigna (feuille Moirans) ; celle du S, aux environs de Givria, puisqu'au N de ce hameau affleurent des argiles à varves qui n'ont pas été recouvertes de moraines et ne sont pas dérangées.

Cette réavancée des deux langues de glace a été suivie d'un recul définitif des glaciers. Il s'est alors formé une terrasse de kâme caractéristique entre Arinthod et Chisséria : ses dépôts présentent des caractères très variés. Au SE d'Arinthod, dans une carrière située près du deuxième calvaire le long du chemin d'Arinthod, à la ferme de Bourbouillon, le litage des formations est horizontal. En revanche, les coupes de l'éperon appelé « sur Luffe », au SE d'Arinthod, et celles situées près de la chapelle à l'E de Chisséria font apparaître un pendage d'une quinzaine de degrés dans les couches de sables et de galets de la formation. Mais l'altitude générale de la terrasse de kâme reste constante aux environs de 500 m : c'est que cette terrasse est constituée, d'une part, par les formations déposées par le ruisseau qui s'écoulait entre le versant de l'éperon rocheux et la masse de glace en fusion, d'autre part, par les apports des ruisseaux descendant du chaînon déglacé qui bordent le bassin d'Arinthod et se jettent dans le précédent.

Il semble que le même système de terrasses de même se soit formé sur la rive droite de la Valouse, au S de Génod (feuille Moirans).

Puis le bouchon de glace de Thoirette-Chaléa-Cornod s'ouvrit et la Valouse commença à couler et recreusa sa vallée qui avait été obstruée de matériel glaciaire. Elle finit par accumuler dans son fond une petite nappe fluvio-glaciaire, importante en amont de Chatonnay (feuille Moirans).

Ainsi une grande partie des langues glaciaires ont envoyé leurs eaux de fonte vers la Bienne ou vers l'Ain, comme nous venons de le voir tout au long de cette étude. Essayons maintenant de préciser le rôle de la vallée de l'Ain lors de la glaciation Würm.

C. — Les dépôts de la vallée de l'Ain.

Quoique à un moindre titre que celle de la Bienne, la vallée de l'Ain n'a pas été favorable à l'écoulement glaciaire lors du maximum würmien. Mais son rôle a été capital lors de la déglaciation. Elle a été empruntée par une langue de glace lors d'une réavancée et elle a reçu les eaux de fonte de différentes langues de la région lors des phases de retrait. Elle a constitué le collecteur fluvio-glaciaire des différentes langues de la feuille Moirans.

Examinons les formations qu'on y rencontre entre Chancia et Moux (feuille 7) :

Les formations de Chancia-Condes. — Un méandre au NE de Condes montre une rive sapée où apparaissent :

- à la base, une moraine à gros blocs ;
- au-dessus, des couches lacustres surtout alimentées par l'Ain : strates irrégulières de sable et de limon à rides de courant, parfois inclinées à 10° ; c'est un pied de delta sous-aquatique qui remonte le long de l'Ain jusqu'à l'usine électrique du Bois de Tréquin (la plus en aval) ;
- au sommet, cône de l'Ain, avec des blocs bien roulés de 50 cm à peu près à l'issue de la gorge. Ce cône, aérien, est en pente forte.

Les formations du sapement situé à 300 m en aval de la confluence de la Bienne et de l'Ain. — Il s'agit de formations fluvio-glaciaires typiques : alternance de lits de sables et de galets bien roulés mais fortement dérangés.

Ces formations ont subi, à l'état gelé, une poussée qui venait du SW, donc de l'aval de la vallée¹. Certains lits ont été redressés à la verticale.

Les formations du sapement des Mucas :

- à la base, stratifications pelliculaires irrégulières d'argile et de limon, grises, basculées dans la partie aval de la coupe ;
- au-dessus, sables de plus en plus grossiers ;

¹ CATTET et STEIB. La feuille Orgelet au 50.000^e. Diplômes d'études supérieures.

— au sommet, galets fluvio-glaciaires formant la haute terrasse, recouverts par des éboulis de versant.

Les formations du sapement de Moux (rive gauche). — Comme pour celles situées près du confluent de l'Ain et de la Bienne, nous sommes en présence de fluvio-glaciaire fortement dérangé, à l'état gelé, par une poussée qui s'est exercée depuis l'aval.

Ces quatre coupes permettent de reconstituer les phases suivantes dans l'évolution de la vallée de l'Ain au Würm :

- une langue glaciaire installée dans la vallée ;
- tronçonnement de cette langue par décrue de l'arrivée glaciaire du N (dégonflement des langues du Haut Ain, cf. feuille Orgelet) ¹ ;
- la décrue, moins accentuée au S, laisse subsister un lac dans la vallée, fermée en aval de Thoirette ;
- réavancée d'une langue de glace qui remonte la vallée de l'Ain jusque sur la feuille Orgelet (moraines terminales de Largillay, Marsonnay, cône de l'Ain au Pont de la Pile, dérangé par une avancée glaciaire venue du S ; cf. Cattet et Steib, cités plus haut). C'est ce qui explique les dérangements des formations de Moux, des Mucas et du confluent de l'Ain et de la Bienne ;
- nouvelle déglaciation accélérée avec formations de terrasses fluvio-glaciaires dans la vallée de l'Ain, et du cône de l'Ain, en amont de Condes.

L'évolution de la vallée de l'Ain a donc été mouvementée. Profonde coupure à peu près perpendiculaire à la direction générale des langues glaciaires débordant du Haut-Jura, située à une altitude bien inférieure à celle de la limite des neiges permanentes, elle a joué le rôle d'un obstacle et empêché les langues de gagner plus loin vers l'W. Elle ne pouvait rester remplie de glace que grâce à une alimentation permanente importante. C'est ce qui explique que des variations de débit relativement modestes aient pu permettre son déglacement partiel et l'apparition de lacs de barrage, bloqués par des bouchons de glace morte ou par des langues la tronçonnant.

D. — Le rôle des vallées de l'Ain et de la Bienne au Würm.

Le rôle de la vallée de l'Ain a donc été considérable lors de la glaciation Würm et, surtout, lors des phases de déglaciation. En effet, c'est alors que les pulsations des langues amaigries ont permis l'apparition d'épisodes lacustres. Les mêmes phénomènes se retrouvent dans la vallée de la Bienne, dont la configuration et la disposition sont analogues à celles de la vallée de l'Ain.

¹ CATTET et STEIB. La feuille Orgelet au 50.000^e. Diplômes d'études supérieures.

Le mécanisme de ces phénomènes mérite qu'on s'y arrête, car il est indispensable de le bien connaître pour comprendre la répartition des divers types de dépôts qui avoisinent les deux cours d'eau :

a) Les vallées de l'Ain et de la Bienne étaient en gros installées perpendiculairement à l'écoulement de la glace, ce fait étant particulièrement marqué dans la vallée de la Bienne. Elles ont ainsi été :

— occupées par une masse de glace (seulement au maximum pour l'Ain) dont le mouvement était rendu très difficile par suite de leur étroitesse, de leurs sinuosités et de leur mauvaise orientation générale. Presque stagnante, cette glace n'a guère eu d'effet géomorphologique et les formes typiques manquent. De même, les moraines sont peu abondantes et ne forment qu'un saupoudrage discontinu ;

— traversées par des langues glaciaires perpendiculaires à leur tracé, ce qui a donné naissance à quelques dépôts morainiques :

— moraines de Dortan-Chancia, près d'Uffel et langue de Vouais-Bouvent ;

— moraine de la puissante langue de Matafelon-Izernore (feuille Nantua), qui a traversé la vallée de l'Ain en de nombreux endroits mais qui est essentiellement passée du plateau de Chougeat vers Cornod et Arinthod. Ses dépôts sont bien visibles aux environs de Thoirette, surtout au pied du versant. Ils sont très lavés et riches en gros blocs roulés. On les retrouve au bas du versant, au-dessus de Courthouphle ; ils semblent remonter vers le NW au pied du Bois de Dingeat ;

— moraines encore près de Cizé et Corveissiat où des lambeaux sont plaqués contre le versant (feuille de Nantua).

b) Ainsi, des langues glaciaires ont barré la vallée et ont contribué à la construction de cônes latéraux qui ont eux-mêmes plus ou moins retenu les eaux, lorsque la décrue glaciaire s'est amorcée. A ce moment, il s'est produit un tronçonnement de la masse de glace remplissant le fond de la vallée qui a été occupé par un chapelet de lacs, entre les langues glaciaires, et des cônes deltaïques fluvio-glaciaires. Au fur et à mesure de la décrue des langues, ces cônes prenaient de plus en plus d'importance. Examinons l'exemple de la langue de Matafelon.

Lors de la décrue, cette langue a évacué le fond de vallée aux environs de Thoirette et a envoyé vers celui-ci :

— par la langue descendant du plateau de Chougeat vers Thoirette : le gros delta sous-aquatique du village et à l'W. de la cote 298 ; les directions d'écoulement sont du SW vers le NE, du S vers le N et du SE vers le NW. Ce delta, issu de Courthouphle, s'appuie contre le versant droit de la vallée de l'Ain ; il a donc complètement rempli le fond de cette vallée et a ensuite été arasé en terrasse fluvio-glaciaire lors d'un stade de retrait ;

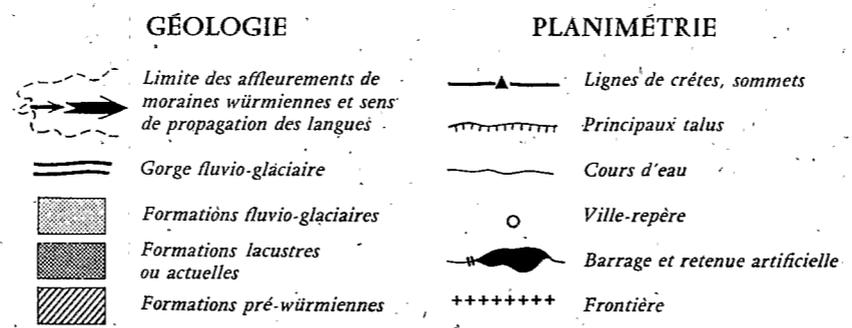
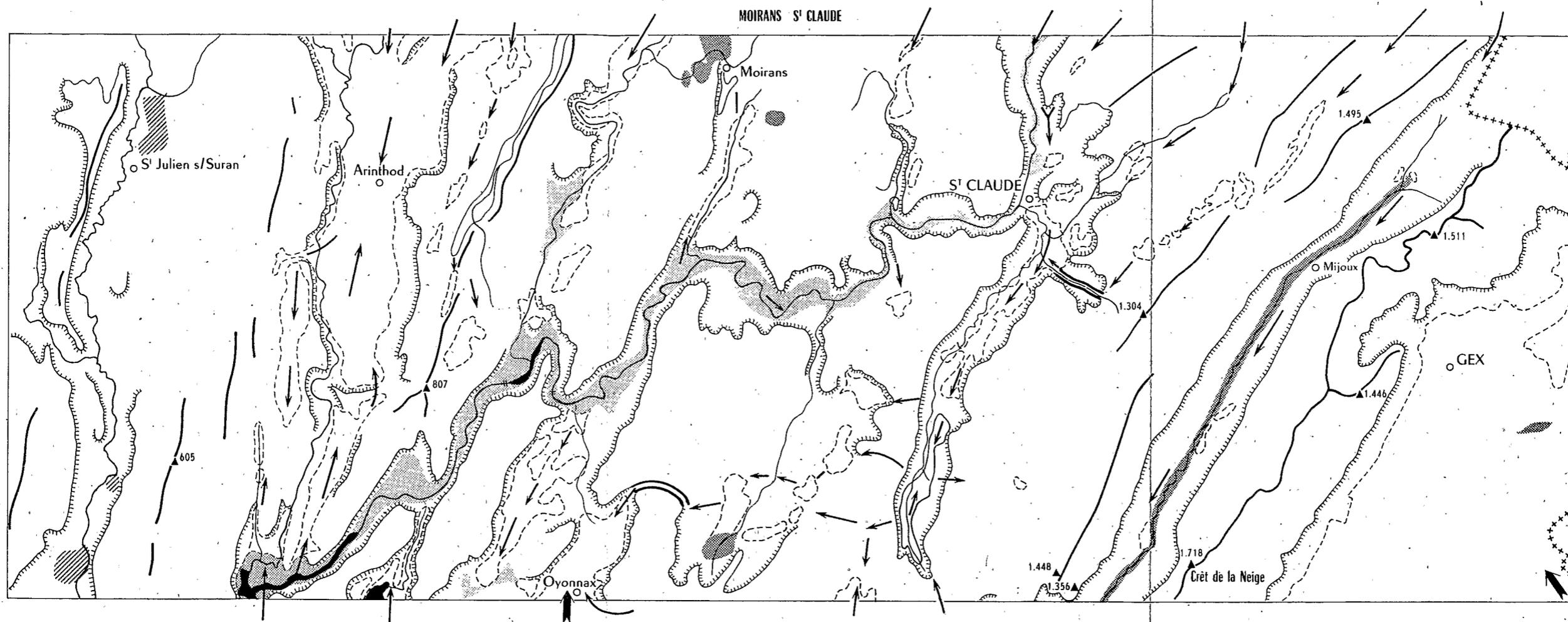


Fig. 11.

M. L.

— par la langue venant de Matafelon : *le cône fluvio-glaciaire passant à un delta sous-aquatique lors de la fusion de cette langue*. Ce cône se retrouve sous 2 à 3 m de fluvio-glaciaire très grossier (blocs de 30 à 40 cm au sommet) ; ceci est probablement dû à une débâcle et est à rapprocher du cône grossier de Chancia. Dans une deuxième carrière en amont du port, environ 0,7 km en amont du pont de Thoirette, les strates fines (graviers et sables), bien litées, pendent vers l'aval. Cet écoulement d'eau de fonte aurait creusé la reculée NW de Matafelon ;

— par la langue de l'Oignin, enfin : *le cône fluvio-glaciaire donnant également un delta à lits parallèles inclinés à Coissa*, dans la petite carrière à l'W du Molard de Cessey (pendage du SE vers le NW). Toute la grande terrasse de Coisia est un cône arasé lors de la phase fluvio-glaciaire. La gorge de l'Oignin aurait été creusée par les eaux de fonte de la puissante langue de Matafelon-Izernore.

c) On peut expliquer le passage du pied de ces cônes fluvio-glaciaires à des deltas sous-aquatiques en faisant intervenir un élément de barrage à la limite des feuilles Moirans et Nantua : à ce moment, le bouchon de Cize persistait encore, de sorte qu'il s'est formé un lac dans la région de Thoirette-Chancia.

Lorsque le bouchon de Cize a disparu, a commencé la phase fluvio-glaciaire :

- vidange du lac, expliquant les dépôts de plus en plus grossiers ;
- accumulation fluvio-glaciaire avec arasement des cônes, ce qui forme une terrasse continue.

La vallée de l'Ain est devenue alors, en effet, le collecteur des eaux de fonte abondantes qui étaient libérées par les langues disparaissant à la surface des plateaux. Elle a été parcourue par un écoulement puissant qui a arasé le sommet des cônes en une terrasse fluvio-glaciaire plus ou moins épaisse, généralement plus grossière qu'eux.

d) Il semble que, sur la feuille Nantua au 50.000^e, cette terrasse fluvio-glaciaire soit de plus en plus épaisse et devienne de plus en plus élevée vers l'aval.

A Cize, on distingue même trois niveaux :

— un bas niveau, quelques mètres au-dessus de l'Ain, dominé par des versants rocheux ;

— deux niveaux supérieurs, au-dessus du liseré rocheux, dont le plus élevé est vers 322 m et épais de 10 m au moins. Le niveau le moins élevé semble emboîté et n'est peut-être qu'un niveau de creusement.

Ces terrasses fluvio-glaciaires semblent dues à des barrages de l'Ain inférieur par des bouchons de glace de langues ayant déçu plus tard. Il est probable que ces bouchons (cf. ceux de Thoirette et de Cize) n'ont

pas fondu en même temps, ce qui permettra une datation relative des phases de décrue lors de nos levés ultérieurs.

Cependant, nous avons déjà empiété ici sur la feuille Nantua. Il est temps maintenant de conclure.

Des phénomènes lacustres semblables ont été observés par L. Glangeaud et ses collaborateurs sur la feuille Champagnole au 50.000^e et décrits dans le *Bulletin de la Société Géologique de France*.

Les glaciations anciennes sont peu visibles sur la feuille Moirans-en-Montagne et n'apparaissent pas sur celle de Saint-Claude. Elles les ont pourtant recouvertes et leur limite a dépassé de beaucoup, à l'W, celle des glaciations plus récentes. La glaciation du Quaternaire ancien surtout est intéressante.

Elle s'est étendue dans des conditions profondément différentes de celles du Würm et a permis l'avancée des langues jusque dans la vallée du Suran et l'apport de quantités relativement importantes de cailloux alpins dans celle de la Loue vers Ornans. Cela suppose que le Jura oriental a joué alors beaucoup moins le rôle de barrière que celui que nous lui avons reconnu au Würm et qui n'a pas permis, pratiquement, la progression vers l'W de cailloux alpins. Il ne semble pas que la raison de cette différence soit dans une altitude de la plaine suisse telle que le débordement de la glace eût été facilité. De même, on ne peut invoquer une difficulté plus grande d'écoulement du glacier du Rhône engendrant un engorgement, car les moraines anciennes, riches en roches intra-alpines, sont bien développées aux environs de Lyon. Il reste dès lors une hypothèse : le Jura était alors moins soulevé que maintenant et la glace le franchissait plus aisément. Ayant moins à remonter contre son flanc, elle entraînait davantage d'éléments alpins. Soulignons l'accord de cette hypothèse avec les vues actuelles des tectoniciens.

La glaciation Würm, par contre, est très développée ; elle a couvert les autres glaciations et a pu être reconstituée dans ses grandes lignes. Les feuilles Moirans-en-Montagne et Saint-Claude nous apportent, en effet, des précisions sur le mode d'englacement de toute cette partie du Jura.

L'absence de dépôts glaciaires sur certains plateaux, comme celui de l'Embosieux nous permet d'affirmer que l'englacement de toute cette partie s'est faite par langues et qu'entre ces langues devait se maintenir une calotte peu épaisse, pratiquement immobile, n'ayant pas déformé le karst préexistant. Les chaînons en bordure de la plaine suisse, du col de la Faucille au Crêt de la Neige, n'ayant, par ailleurs, pas été franchis par les glaciers qui occupaient la cuvette du Léman, ces langues sont donc venues du N et du S, par les feuilles voisines. La glace, comme le montre la nature pétrographique des moraines, est arrivée avant tout par les larges brèches du Jura oriental : cluse des Hôpitaux et val de Jougne.

Ceci a un grand intérêt dans le mécanisme général de l'englacement de

cette partie du Jura. Il y eut, en effet, rencontre des langues venues du N et du S en de nombreux endroits de ces feuilles : les bassins d'Oyonnax ou d'Arinthod sont très démonstratifs à cet égard.

Protégées toutes deux par les chaînons orientaux formant écran, contre la plaine suisse, les feuilles Saint-Claude et Moirans-en-Montagne ont subi au Würm une évolution analogue. Elles permettent une étude de systèmes de langues venant se bloquer mutuellement puis fondant à des rythmes différents lors du dégonflement glaciaire. Il en est résulté une succession complexe de moraines de retrait, de cônes proglaciaires, de lacs de barrage, de nappes fluvio-glaciaires suivant les grandes vallées mais ne se constituant qu'à un stade avancé de déglaciation, lorsque les principaux obstacles à un écoulement continu ont disparu. C'est cette paléogéographie complexe et mouvante qui permet de comprendre la répartition des dépôts glaciaires et leurs faciès. Une telle étude n'est possible qu'en associant étroitement les méthodes de la géomorphologie et de l'analyse sédimentologique.

Le levé de ces deux feuilles, venant après celui des coupures de Pontarlier, de Mouthe et d'Ornans, nous permet de mieux comprendre les phénomènes glaciaires quaternaires du Jura, notamment le mécanisme de ces langues de glace, issues des Alpes par la plaine suisse, qui constituaient les éléments actifs de la glaciation au milieu ou au bord de champs de glace locale à peu près immobile et inefficace. Il nous reste maintenant à compléter notre vision paléogéographique sur les feuilles voisines : Morez, Nantua principalement. Bien de patientes observations sont encore nécessaires avant que nous puissions aboutir à une synthèse permettant de reclasser les différents événements en une échelle cohérente.