



HAL
open science

Les Formations fluvio-glaciaires du Bas-Dauphiné, essai de synchronisme des terrasses et moraines de la Bièvre-Valloire et de la Basse-Isère

Wilfrid Kilian, Maurice Gignoux

► **To cite this version:**

Wilfrid Kilian, Maurice Gignoux. Les Formations fluvio-glaciaires du Bas-Dauphiné, essai de synchronisme des terrasses et moraines de la Bièvre-Valloire et de la Basse-Isère. 1911. insu-00904930

HAL Id: insu-00904930

<https://insu.hal.science/insu-00904930>

Submitted on 15 Nov 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

BULLETIN DES SERVICES

DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

ET DES

TOPOGRAPHIES SOUTERRAINES

N° 129. — Tome XXI, 1909-1910.

LES
FORMATIONS FLUVIO-GLACIAIRES
DU BAS-DAUPHINÉ

(Essai de synchronisme des terrasses et moraines de la Bièvre-
Valloire et de la Basse-Isère)

PAR

W. KILIAN,

Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Grenoble,
Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de la France,

ET **M. GIGNOUX,**

Agrégé des sciences naturelles, Préparateur à l'Université de Grenoble,
Collaborateur auxiliaire.

Avec 1 carte, 2 pl. en héliogravure, 2 pl. de profils
2 tableaux hors texte, 3 figures dans le texte

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

Successeur de BAUDRY & C^{ie}

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MÊME MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1911

Tous droits réservés

Le Bulletin de la Carte Géologique de la France paraît par fascicules contenant chacun un mémoire complet, dont la réunion forme chaque année un beau volume grand in-8° accompagné d'un grand nombre de planches, avec de nombreuses figures intercalées dans le texte.

Prix de l'abonnement ou de l'année parue. 20 fr.

Les tomes I à XX (Bulletins nos 1 à 126 sont complets). Le tome XXI commence avec le bulletin n° 127.

Il a été tiré à part un certain nombre d'exemplaires de chacun des bulletins destinés à être vendus séparément aux prix suivants :

N° 1. Étude sur le massif cristallin du Mont-Pilat, sur la bordure orientale du Plateau Central, entre Vienne et Saint-Vallier, et sur la prolongation des plis synclinaux houillers de Saint-Étienne et Vienne, par TERMIER , avec 28 figures et 2 planches.	3 fr. 75
N° 2. Note sur les terrains d'alluvions des environs de Lyon, par DELAFOND , avec 1 planche.	1 fr. 25
N° 3. Note sur l'existence des phénomènes de recouvrement dans les Pyrénées de l'Audo par L. CAREZ , avec 1 planche.	1 fr. 25
N° 4. Note sur les roches primitives de la feuille de Brive, par L. DE LAUNAY , avec 6 figures.	0 fr. 75
N° 5. Notes stratigraphiques sur le bassin tertiaire de Marseille, par Ch. DEPÉRET , professeur à la Faculté des sciences de Lyon, avec 6 figures.	1 fr. 50
N° 6. Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche, Bonneville, et de la région comprise entre Le Buet et Sallanches (Haute-Savoie), par GUSTAVE MAILLARD , avec 9 planches.	5 fr. 25
N° 7. Mémoire sur les éruptions diabasiques siluriennes du Menez-Hom (Finistère), par CHARLES BARROIS , avec 23 figures et 1 planche.	4 fr. »
N° 8. Relations entre les sables de l'Éocène inférieur dans le Nord de la France et dans le bassin de Paris, par J. GOSSELET , avec 7 figures.	0 fr. 75
N° 9. Étude sur les roches cristallines et éruptives des environs du Mont-Blanc, par MICHEL LÉVY , avec 4 planches en photogravure, 1 planche de coupe et des figures.	2 fr. 50
N° 10. Note sur la stratigraphie du Plateau Central entre Tulle et Saint-Céré, par MOURET , avec 1 planche de coupes et 1 carte géologique.	2 fr. 75
N° 11. I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix). — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. LACROIX , avec 12 figures.	3 fr. »
N° 12. I. Nouvelle subdivision dans les terrains bressans. — II. Bassin de Blanzj et du Creusot, par DELAFOND , avec 16 figures.	1 fr. 50
N° 13. Les éruptions du Velay. I. Roches éruptives de Meygal. — II. Argiles métamorphosées par le phonolithe, à Saint-Pierre-Eynac, par P. TERMIER , avec 11 figures.	1 fr. 50
N° 14. Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le bassin de Paris, par GUSTAVE F. DOLLFUS , avec 16 figures et 1 carte.	4 fr. 75
N° 15. Note sur la formation géologique du Forez et du Roannais; par LE VERRIER , avec 41 figures et 4 planches.	4 fr. 75
N° 16. I. Note sur les sables de la vallée d'Apt, par KILIAN et F. LEENHARDT . — II. Note sur la découverte de l'horizon du Montaiguët à	
<i>Bulimus Hopei</i> dans le bassin d'Ap, par DEPÉRET et LEENHARDT . — III. Note sur le Pliocène et sur la position stratigraphique des couches à Congéries de Théziers (Gard), par DEPÉRET , avec 10 figures et 1 planche.	1 fr. 75
N° 17. Note sur la structure des Corbières, par EMM. DE MARGERIE , avec 3 figures et 1 planche.	2 fr. 50
N° 18. I. Note sur la continuation de la chaîne de Sainte-Baume, II, III, IV et V. Notes sur quelques points de la feuille de Castellane, par Ph. ZUCHER , avec 22 figures et 4 planches.	3 fr. 25
N° 19. Contribution à l'étude des terrains tertiaires du Sud-Ouest de la France, par VASSEUR , avec 10 figures.	0 fr. 75
N° 20. Étude sur la constitution géologique du Massif de la Vanoise, par TERMIER , avec 58 figures, une carte géologique et 9 planches.	10 fr. »
N° 21. Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. Contribution à l'histoire géologique des Alpes françaises, par EMILE HAUG , avec figures, une carte géologique et 3 planches.	10 fr. »
N° 22. Note de MICHEL LÉVY sur les derniers travaux de G. MAILLARD , II, III. Note sur les diverses régions de la feuille d'Annecy, par G. MAILLARD , avec 45 figures.	2 fr. 50
N° 23. I. Contribution à la géologie de l'Oise. Notice géologique de Beauvais, par H. THOMAS . — II. Note sur le trias de l'Ariège et de l'Aube, par C. DE LACVIER , avec 12 figures.	1 fr. 50
N° 24. Le Massif d'Allauch, au Nord-Ouest de Marseille, par M. BERTRAND , ingénieur en chef des mines, professeur de géologie à l'École nationale des Mines, 1 brochure grand in-8 avec 28 figures et 2 planches.	3 fr. 50
N° 25. Étude sur la craie supérieure. La craie des Corbières, par A. DE GROSSOUVRE , avec 5 figures.	0 fr. 75
N° 26. Étude sur les massifs du Chablais compris entre l'Arve et la Durance (feuilles de Thonon et d'Annecy), par AUG. JACCARD , avec 44 figures.	2 fr. 25
N° 27. I. Note sur la prolongation vers le Sud de la chaîne des Aiguilles-Rouges, montagnes de Pormenaz et du Prarion. — II. Étude sur les pointements de roches cristallines qui apparaissent au milieu du Flysch du Chablais des Gets-aux-Fenils, par A. MICHEL LÉVY , avec 7 planches et 18 figures.	3 fr. 50
N° 28. Description géologique du Velay, par MARCELLIN BOULE , avec 11 planches et 80 figures.	12 fr. »
N° 29. Contact du Jura méridional et de la zone subalpine aux environs de Chambéry (Savoie), par HOLLANDE , avec 23 figures.	1 fr. 50
N° 30. Études sur le Plateau Central. — I. La vallée du Cher dans la région de Montluçon, par L. DE LAUNAY , avec 23 figures et 6 planches.	3 fr. 50
N° 31. Note sur la distribution géographique	

LES FORMATIONS FLUVIO-GLACIAIRES DU BAS-DAUPHINÉ

PAR

W. KILIAN,

Correspondant de l'Institut
Professeur à l'Université de Grenoble,
Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de France.

ET

M. GIGNOUX,

Agrégé des sciences naturelles, Préparateur à l'Université de Grenoble,
Collaborateur auxiliaire.

(Avec 1 carte, 2 pl. en héliogravure, 2 pl. de profils, 2 tableaux hors texte,
5 figures dans le texte).

SOMMAIRE

- A. — Liste bibliographique des notes et mémoires relatifs aux formations pléistocènes du Bas-Dauphiné.
- I. — Historique.
- II. — Introduction : méthode et plan de cette étude.
- III. — Les cailloutis anciens :
 - 1° Alluvions du Pliocène supérieur.
 - 2° Les cailloutis quaternaires les plus anciens (Deckenschotter).
- IV. — Les terrasses et moraines pléistocènes de la Bièvre-Valloire.
- V. — Les terrasses rhodaniennes entre Saint-Rambert-d'Albon et Valence.
- VI. — Les terrasses de Valence.
- VII. — Les terrasses de la Basse-Isère entre Valence et Saint-Marcellin.

Appendice I. — Les formations fluvio-glaciaires des environs de Moirans et de Voiron.

Appendice II. — Les terrasses du Royans.

Appendice III. — Cônes de déjections et Tufs.
- VIII. — Conclusions générales.
- IX. — Résumé et succession probable des phénomènes.

A. — LISTE BIBLIOGRAPHIQUE
DES NOTES ET MÉMOIRES RELATIFS AUX FORMATIONS
PLÉISTOCÈNES DU BAS-DAUPHINÉ

1. 1829-30. Elie de Beaumont. — Recherches sur quelques-unes des Révolutions de la surface du Globe (*Annales des Sciences naturelles*).
2. 1856-57. Sc. Gras. — La période quaternaire et sa division en cinq périodes distinctes (*Bulletin de la Soc. géolog. de France*, 2^e série, t. XIX, p. 207).
3. 1860. Ch. Lory. — Sur les variations du cours de l'Isère (Académie de Savoie).
4. 1864. Ch. Lory. — Description géologique du Dauphiné (F. Savy, Paris) (*Bulletin Soc. de Statistique, etc., de l'Isère*, 1861-1864).
5. 1879-80. A. Falsan et E. Chantre. — Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône (*Annales de la Société d'Agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon*, t. VII, X (4^e série) et I (5^e série), avec cartes au 80.000^e des anciens glaciers).
6. 1885. F. Fontannes. — Transformations du Paysage Lyonnais pendant les derniers âges géologiques (*Association Lyonnaise des Amis des Sciences naturelles*, séance du 22 février).
- 7-8. 1890. A. Locard. — Note sur les coquilles terrestres de la faune quaternaire de la Baume d'Hostun (Drôme) (Paris, Baillière).
9. 1890. E. Mermier. — Aperçu géologique sur les environs de la Baume d'Hostun (Drôme) (Lyon, Pitrat aîné).
10. 1892. G. Sayn. — Sur la présence de *l'Helix bidens* (Chemnitz) dans le Lehm de Mauves, près Tournon (Ardèche) (*Bulletin Soc. Statist. de l'Isère*).
11. 1892. W. Kilian. — Sur des dépôts anciens de l'Isère (7 p., 1 pl. en couleurs) (*Bulletin Soc. Statist. Isère; et Trav. du Labor. de Géol. de la Fac. des Sc. de Grenoble*, t. I, p. 177).
12. 1893. Depéret et Delafond. — Les terrains tertiaires de la Bresse. — (*Mémoires pour servir à la Carte géolog. de France, Gîtes minéraux*, t. VIII et VIII bis; texte et atlas, Paris).
13. 1893-1911. W. Kilian. — Notes diverses sur les dépôts fluvioglaciers du Dauphiné. — (*in* C. R. des Collaborateurs de la Carte géologique de France :

(*Bulletin des Collab. de la Carte géolog. de France de 1893 (1894) à 1910*).

En particulier les campagnes suivantes :

- 1893.-1894. Moraines et terrasses de la Durance et du Buech près Sisteron.
1895. (Paru en 1896, t. VIII, n° 53). Description des alluvions interstadières de Barraux-Chapareillan avec passage latéral à des dépôts morainiques ; Terrasse de 15 à 20 mètres recouverte de loess près de Tournon (Ardèche).
1896. Indication, par MM. DEPÉRET et KILIAN, de cailloutis à galets de quartzites, probablement pliocènes, au Grand Crozet et à Sainte-Marie-du-Mont, à 650-750 mètres au-dessus de l'Isère actuelle, ainsi qu'à la Montagne de Ratz, près Voreppe. — Découverte, par MM. DEPÉRET, KILIAN, RÉVIL, VIVIEN, de hautes terrasses à Saint-Jean-d'Arvey, près Chambéry, de terrasses interstadières dans le Graisivaudan (Saint-Nazaire, la Buisnière, etc.), et des formations interglaciaires de Voglans, près Chambéry.
1897. (Paru en 1898 t. X, n° 63). Cailloutis et lambeaux de terrasses des environs de la Buisse.
Alluvions anciennes d'Uriage ; alluvions inclinées de Vaulnaveys ; Cônes de transition de Saint-Etienne-de-Crossey et de Saint-Laurent-du-Pont.
1897. (Paru en 1898, t. X, n° 62). Cailloutis de quartzites sur la montagne de Ratz et à la Tour-Sans-Venin. Alluvions anciennes sur le replat du Ratz, au-dessus de la Buisse. Terrasses intraalpines du Valbonnais.
1900. (Paru en 1901, t. XII, n° 80). Terrasses des environs de Saint-Marcellin et de Voiron.
1900. (*Bulletin*, n° 75, p. 43). Terrasses de Saint-Jean-de-Bournay, Chabons, Nantoin, etc. ;
Description des terrasses du Royans ;
Lambeaux de terrasses de la Monta ;
Description synthétique du Glaciaire de la Matheysine.
1901. (Paru en 1902, t. XII n° 85). Énumération des terrasses et des moraines étagées entre Beaucroissant et Moirans ;
Terrasses de la Gresse. Cailloutis pliocènes avec lits de travertin à 200 mètres au-dessus du Rhône, près de Tournon (Ardèche)
1902. (Paru en 1903, t. XIII, n° 91). Terrasses locales postglaciaires de Saint-Pierre-de-Chartreuse, présence de deux niveaux morainiques près de Vaulnaveys-le-Haut.
Existence du Deckenschotter, près de N.-D.-de-l'Osier et de Vinay. Moraines des environs de N.-D.-de-l'Osier ;
Les six terrasses de la vallée de la Basse-Isère ;
Existence d'une cuvette terminale et d'un complexe fluvioglacière dans la région de Chabons.
1903. (Paru en 1904, t. XV, n° 98). Découverte de la terrasse de Tourdan ;
1904. (Paru en 1905, t. XVI, n° 105). Banquettes glaciaires du Haut-Graisivaudan (le Cheylas) ;
Amphithéâtre morainique de Chabons.
Alluvions anciennes des environs de Pont-de-Beauvoisin ;
Terrasses des environs de Roussillon et d'Epinouze ;
Terrasses d'érosion de la vallée de l'Arc entre Epierre et Aiguebelle ;
1905. (Paru en 1906, t. XVI, n° 110. Moraines de Coulevie, etc. ;
Retrait des glaciers de la Vanoise, traces de surcreusement ;
Lambeau d'alluvions anciennes au N. de Chatte ;
Terrasse postbuhlénienne et moraines de Séchillienne.
1907. (Paru en 1908, t. XVIII, n° 119). Présence, aux environs de Chapareillan, d'anciens cônes de déjections interstadières et de dépôts glaciaires de deux âges différents (figures et profils) ;
Dépôts fluvioglaciers de la Vallée de l'Arve en amont de Sallanches.
1908. (Paru en 1909, t. XIX, n° 122). Cône de déjections fluvioglacière de Saint-Laurent-du-Pont-Provenches-le-Cotterg ;
Cône de déjections de Vourey (postglaciaire) ;
Terrasse de 25 mètres à la Galochère, près de Grenoble

Cône de déjections ancien de Saint-Pierre-de-Chérenne ;
Plusieurs terrasses subordonnées en aval de Marciolles ;
Amphithéâtre morainique de Bugey ;
Moraines postwürmiennes des environs de Chambéry ;
Trois stades de retrait aux environs de la Roche-sur-Foron ;
Formations fluvioglaciales de la vallée de la Romanche ;

14. 1894. A. Delebecque. — Sur l'âge du Lac du Bourget et les alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère (Gauthiers-Villars et fils, Paris). (*C. R. Acad. des Sciences*, t. CXIX, p. 122).
15. 1894-95. W. Kilian. — Observations relatives à un travail de M. Delebecque sur le Pléistocène du Graisivaudan (*Comptes rendus sommaires des séances Soc. Géol. France*, n° 48. 17 décembre 1894, 1 p. et *Trav. Lab. de Géol. Grenoble*, t. IX, 1893).
16. 1895. W. Kilian. — Les dépôts glaciaires et fluvioglaciales du bassin de la Durance (en collaboration avec M. A. Penck) (*Comptes rendus Ac. Sc.*, 17 juin).
17. 1895. Ch. Depéret. — Aperçu sur la structure générale et l'histoire de la formation de la vallée du Rhône (*Annales de Géographie*, t. IV, p. 432, 2 cartes).
18. 1896. Depéret, Kilian, Révil. — Note sur l'Interglaciale de Chambéry (*C. R. Séances Soc. géol. de France*, 24 février, 1896).
19. 1896. W. Kilian. — Sur l'Interglaciale de Chambéry (en collaboration avec MM. Depéret, Vivien, Révil) (*Bulletin Soc. Géol. France*, t. XXIV, p. 90, 1 p.).
20. 1896. W. Kilian. — Notes sur les alluvions pliocènes (*Comptes rendus séances Soc. Géol. France*, 26 avril, 1 p.).
21. 1896. W. Kilian. — Notes pour servir à la Géomorphologie des Alpes dauphinoises (*Bulletin de la Société de Géographie*, t. VI, Paris).
22. 1897. W. Kilian. — Observations à un mémoire de M. Arnaud sur l'altitude primitive des Alpes (*Bulletin Soc. Géol. France*, 3^e série, t. XXVI, p. 423).
23. 1897. W. Kilian. — Notes sur les dépôts pléistocènes du Dauphiné (*Bulletin de la Société Dauphinoise d'Ethnologie et d'Anthropologie*, 2 p.).
24. 1899. W. Kilian. — Réponse à une note de M. David-Martin sur les formations fluvioglaciales (*Bull. Soc. Géol. France*, 3^e série, t. XXVII, p. 126).
25. 1899. W. Kilian. — Observations au sujet d'un mémoire de M. Arnaud sur le transport par les glaciers (*Bulletin de la Société Dauphinoise d'Ethnologie et d'Anthropologie*, T. VI (juillet 1899) p. 490).
26. 1899. W. Kilian. — Nouvelles observations au sujet du Mémoire de M. Arnaud (*Ibid.*, p. 250 (décembre)).
27. 1899-1900. P. Lory. — Sur les principaux types des vallées des chaînes subalpines dans l'Isère et les Hautes-Alpes et sur leurs rapports avec la Tectonique (*Bull. Soc. Stat. de l'Isère*, 15 janvier 1900, et *Travaux du Lab. de Géol. de l'Univ. de Grenoble*, 3^e fasc., pp. 637-643).
28. 1900. W. Kilian. — Nouvelles observations géologiques dans les Alpes delphino-provençales (*Bulletin des services de la Carte géologique de France*, n° 75, t. XI (1899-1900)).
29. 1900. W. Kilian. — Contribution à l'histoire du plateau de la Matheysine (*Bulletin de la Société Dauphinoise d'Ethnologie et d'Anthropologie*, t. VII, n° 2 (8 p., fig. 1)).

30. 1901-1902. W. Kilian. — Note sur le « surcreusement » (« Uebertiefung ») des vallées alpines, 1901 (*Bulletin Soc. Géol. France*, 3^e série, t. XXVIII, *Annales Univ. Grenoble*, t. XIII, n° 3, et *Travaux du Lab. de Géol. de la Fac. des Sc. de Grenoble*, t. VI, p. 3).
31. 1901. E. Chantre. — Paléontologie humaine : L'homme quaternaire dans le bassin du Rhône. Etude géologique et anthropologique (Thèse) (Lyon, Rey).
32. 1901. E. de Martonne. — Sur la formation des Cirques (*Annales de Géogr.*, t. X).
33. 1901-1911. A. Penck et Ed. Brückner. — Die Alpen im Eiszeitalter (*Herm. Tauchnitz*, Leipzig). (Ouvrage fondamental ; avec chapitres importants consacrés au Bas-Dauphiné et aux Alpes françaises).
34. 1902. P. Lory. — Formes et dépôts glaciaires dans la chaîne de Belledonne. (*Bull. Soc. Statist. de l'Isère*, 17 mars, 2 pl. in-8°).
35. 1902-03. Ed. Hitzel (le capitaine). — Révision des Feuilles de Grenoble et Vizille (*Bulletin des services de la Carte géologique de France*, etc., t. XIII, p. 650).
36. 1903. P. Lory. — Quelques observations sur le Pléistocène de la région grenobloise (*Annales de l'Université de Grenoble*, t. XV, n° 4).
37. 1903-04. P. Lory. — Les Alluvions et le Glaciaire de la vallée du Drac, le Glaciaire du flanc occidental de Belledonne et le surcreusement du Graisivaudan (*Bulletin Soc. Géol. de France*, t. XV, pp. 265-271).
38. 1903. W. Kilian. — Sur une nouvelle terrasse fluvioglaciale dans le Bas-Dauphiné (*Bull. Soc. Géol. France*, 4^e série, t. III, p. 233).
39. 1904. W. Kilian. — Exposés des questions mises à l'ordre du jour de la 8^e section, Géologie et minéralogie : surcreusement des vallées et formation des terrasses. (*Assoc. française Av. Sc.*, Congrès de Grenoble, *Bulletin Assoc. française Av. Sc.*, Paris).
40. 1902. P. Lory. — Sur les vallées de la région grenobloise (*Bull. Soc. Géol. de France*, 4^e série, t. IV, p. 645).
41. 1904. E. Hitzel (Capitaine). — Sur la limite d'extension des glaciers pléistocènes dans la vallée de l'Isère inférieure (*Comptes rendus de l'Assoc. française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Grenoble).
42. 1904. E. Hitzel (Capitaine). — Topographie glaciaire de la Haute-Vallée de la Côte Saint-André (Isère) (*Comptes rendus de l'Assoc. française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Grenoble).
43. 1904. E. Hitzel (Capitaine). — Révision des Feuilles de Vizille et Grenoble et d'une partie de la portion est de la feuille de Valence pour les terrasses et les dépôts pléistocènes de l'Isère (*Bulletin des Services de la Carte géol. de France*, etc., n° 98, t. XV, p. 247).
44. 1904-05. E. Hitzel (Capitaine). — Révision de la Feuille Grenoble (*Bulletin des services de la Carte géol. de France*, etc., t. XVI, n° 406).
45. 1904-05. E. Hitzel (Capitaine). — Révision de la feuille de Grenoble (*Bulletin des services de la Carte géol. de France*, etc., t. XVI, n° 410, p. 279).
46. 1905. P. Lory. — Sur la limite des neiges et sur le Glaciaire dans les Alpes Dauphinoises (*Bull. Soc. géol. de France*, 4^e série, pp. 535-536).
47. 1906. Hitzel (Capitaine). — Révision de la Feuille de Grenoble (*Bulletin des services de la Carte géol. de France*, etc., t. XVI, n° 410).

48. 1906. R. Sevastos. — Une nouvelle théorie sur la formation des terrasses (*Annales scientifiques de l'Université de Jassy*, t. VI, fasc. 4).
49. 1906. de Lamothe. — Les terrasses de la vallée du Rhône en aval de Lyon (Paris, Gauthier-Villars) (*C. R. Ac. des Sciences*).
50. 1906. Bérout (l'abbé). — Age de la terrasse quaternaire de Villefranche-sur-Saône (*Comptes rendus de l'Assoc. française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Lyon).
51. 1906. W. Kilian. — Sur les formations fluvio-glaciaires du Mont-Genèvre (*Bull. de la Soc. de Statist. de l'Isère*, 10 mars).
52. 1906. W. Kilian. — Quelques réflexions sur l'érosion glaciaire et sur la formation des terrasses (*La Géographie*, novembre 1906).
53. 1906-07. W. Kilian. — Quelques réflexions sur l'érosion glaciaire et sur la formation des terrasses (*Comptes rendus Assoc. française Av. Sc.*, Congrès de Lyon).
54. 1907. A. Penck et Ed. Brückner. — Les Alpes françaises à l'époque glaciaire (Traduction, par M. L. Schaudel, d'une partie de l'ouvrage intitulé « Die Alpen im Eiszeitalter » (*Travaux du Laboratoire de géol. de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble*, t. VIII).
55. 1908. W. Kilian et P. Termier. — Notice explicative de la Feuille de Grenoble, de la Carte géol. de France au 80.000^e, 2^e édition, reproduite dans *Trav. Lab. Géol. Univ. de Grenoble*, t. IX, p. 233.
56. 1908. P. Lory. — Révision de la feuille Vizille au 80.000^e et Feuille de Lyon au 320.000^e (*C. R. des Collabor. de la Carte géol. de France*, Campagne 1908).
57. 1908. W. Kilian. — Sur les « Vallées glaciaires » (*Comptes rendus Assoc. française Av. Sc.*, Congrès de Clermont-Ferrand).
58. 1909 A Penck et Ed. Brückner. — Les Glaciations dans les Alpes du Sud (Traduction par M. Ph. Arbos d'une partie de l'ouvrage intitulé « Die Alpen im Eiszeitalter » (*Travaux du Laboratoire de Géol. de la Faculté des Sciences de Grenoble*, t. IX, et *Annales de l'Université de Grenoble*, t. XXI, n^o 4).
59. 1909. A. Boissieux. — La Vallée de la Bièvre-Valloire. Etude géographique (*Annales de l'Université de Grenoble*, t. XXI, n^o 3).
60. 1909. A. Delebecque. — Sur l'origine de la plaine des Rocailles (Haute-Savoie), Gauthier-Villars, Paris (*C. R. Acad. des Sciences*).
61. 1909-10. Kilian, Lory, Gignoux et Reboul. — Explorations géologiques dans les Alpes françaises (suite) (*Bulletin des services de la Carte géologique de France*, etc., n^o 426, t. XX, p. 163. *C. R. des Collaborateurs*).
62. 1909-10. P. Lory. — Révision de la Feuille de Vizille au 80.000^e (*Bull. des services de la Carte géol. de France*, etc., t. XX, n^o 426, p. 165).
63. 1910. J. Révil. — Les glaciations des Alpes françaises (*Annales de Géographie*, t. XXII).
64. 1910. De Lamothe. — Note préliminaire sur les terrasses des environs de Valence (*C. R. sommaire des séances de la Société géologique de France*, n^o 49, 19 décembre).
65. 1910. W. Kilian et M. Gignoux. — Les niveaux de cailloutis et les terrasses des environs de Saint-Rambert-d'Albon (Drôme) et de Beaurepaire (Isère)

- (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris*, t. CLJ, séance du 5 décembre 1910).
66. 1910. W. Kilian et M. Gignoux. — Les terrasses fluvio-glaciaires de la Bièvre et de la Basse-Isère (*ibid.*, séance du 12 décembre 1910).
67. 1910. W. Kilian et M. Gignoux. — Essai de coordination des niveaux de cailloutis et des terrasses du Bas-Dauphiné (*ibid.*, séance du 27 décembre 1910).
68. 1910. Raoul Blanchard. — Sixième excursion géographique interuniversitaire (Alpes Occidentales) *Annales de Géographie*, t. XIX, n^o 108, pp. 412-439).
69. 1911. E. de Martonne. — L'Erosion glaciaire et la formation des Vallées alpines (*Annales de Géographie*, t. XIX et XX, 1911 (n^{os} 406 du 15 juillet 1910 et 409 du 15 janvier 1911). (V. aussi *C. R. Ac. des Sc.*, août 1911).
70. 1911. W. Kilian. — Récurrences glaciaires dans la gorge de Fort-l'Ecluse. Succession des récurrences glaciaires dans les Alpes françaises (*C. R. sommaire des séances de la Société géologique de France*, n^o 46, novembre 1910, et n^o 4, janvier 1911 et *Ann. de Glaciol.*, nov. 1911).
71. J. Révil. — Géologie des chaînes Jurassiennes et Subalpines de la Savoie (*Acad. de Savoie*, 5^e série t. I, 1911) (*Trav. Labor. de Géol. Université de Grenoble*, t. IX, 1911).
72. 1911. P. Lory. — Contribution à l'étude des glaciations dans les Alpes Dauphinoises (*Comptes rendus sommaires des séances de la Société géologique de France* (séance du 15 mai 1911).
73. 1911. R. Blanchard. — Sur les phases glaciaires du seuil de Rives (*C. R. Acad. des Sc.*, Paris 12 juin 1911).

On consultera aussi les feuilles VALENCE, SAINT-ETIENNE, LYON et GRENOBLE (1^{re} et 2^e édition) de la *Carte géologique détaillée de la France* et leurs notices explicatives et les notes récentes de M. de Martonne (*C. R. Ac. des Sc.*, Août 1911) sur les anciens thalwegs glaciaires et interglaciaires de l'Isère et de l'Arc.

I. — HISTORIQUE

La vaste région de plaines, de plateaux et de collines qui, à partir des premières chaînes subalpines, s'étend jusqu'à Lyon et à Valence, constitue un champ d'observations des plus favorables pour l'étude des dépôts fluvio-glaciaires. Aussi les travaux spéciaux relatifs aux formations quaternaires de cette région sont-ils particulièrement nombreux et l'on peut y suivre, d'une manière fort nette, l'évolution des idées relatives à l'interprétation des phénomènes qui leur ont donné naissance. Il nous a donc paru intéressant de commencer par exposer les points de vue successifs sous lesquels la question a été envisagée dans la région : nous serons ainsi tout naturellement conduits à préciser la méthode que nous avons été amenés à employer pour aboutir à la synthèse proposée dans ce travail.

Première phase. — Les plus anciennes études sur les « formations de transport » du Bas-Dauphiné datent d'une époque où l'on ne soupçonnait pas encore l'ancienne extension des glaciers. Dès 1829, ELIE DE BEAUMONT¹ (1), qui semble avoir longuement parcouru et étudié notre région résumait d'une façon magistrale nos connaissances sur cette question. Malgré de nombreuses et importantes erreurs (par exemple, les poudingues du Miocène supérieur, il était arrivé, avec un remarquable esprit de synthèse et une très grande largeur de vues, à des idées d'ensemble fort intéressantes et curieuses. La formation des plateaux de Chambaran et Bonnevaux est rapprochée par lui des *alluvions du Sundgau*²; la notion du niveau de base sous lequel ont dû prendre naissance ces diverses nappes de cailloutis, jointe à l'observation des altitudes auxquelles on les retrouve aujourd'hui, lui fait pressentir des déformations du sol récentes et deviner en quelque sorte, près d'un siècle d'avance les résultats obtenus par MM. PENCK et BRÜCKNER dans ces dernières années.

Deuxième phase. — Mais ici comme partout ailleurs, c'est l'interprétation du *phénomène erratique* qui a suscité les premières recherches vraiment précises. MM. FALSAN et CHANTRE (5), et à leur suite CH. LORY (4), ont soigneusement précisé les caractères et la répartition des anciennes moraines et des blocs erratiques alpins entre Grenoble, Lyon et Valence, en ont tracé une remarquable

¹ Les chiffres placés entre [] à la suite des noms d'auteurs se rapportent aux numéros de la liste bibliographique donnée en tête de ce travail.

² On a reconnu depuis lors la justesse de cette comparaison (v. *Alpen im Eiszeitalter*, p. 457-479) sur laquelle nous reviendrons plus loin.

carte et distingué les vallums morainiques successifs de Faramans-Thodure et de Rives, mais sans y voir des traces de glaciations différentes.

Mais dans cette deuxième phase, la question est envisagée encore à un point de vue très simpliste et pour ainsi dire uniquement lithologique, car on ne songe pas à la pluralité possible des extensions glaciaires, et la notion des « terrasses alluviales » n'y est encore qu'esquissée. Déjà pourtant la sagacité de CH. LORY (4) lui avait fait deviner d'importantes conclusions que les travaux ultérieurs ont pour la plupart confirmées. Ce savant reconnaît en effet parfaitement l'individualité des grands plateaux de Chambaran et de Bonnevaux, recouverts de très anciennes alluvions, d'âge pliocène supérieur : il observe que les glaciers et les fleuves quaternaires ont circulé dans des vallées creusées au sein de ces plateaux ; et cela lui permet de mettre en évidence cette constatation très importante : à savoir que l'ancien glacier de l'Isère, au sortir des chaînes subalpines, se bifurquait : la branche N s'engageait dans la dépression de la Bièvre-Valloire actuellement réduite à l'état de vallée morte ; la branche S, au contraire, suivait la vallée encore aujourd'hui drainée par l'Isère. De plus, CH. LORY avait la conception nette de la « terrasse alluviale », définie au point de vue morphologique, et il a signalé plusieurs de ces terrasses dans la région de Saint-Marcellin par exemple. Mais, répétons-le encore, CH. LORY attribuait toutes les moraines reconnues par lui à une seule et unique extension glaciaire et il n'avait point eu encore l'idée d'envisager les rapports de ces moraines avec des terrasses¹.

Les légendes des feuilles Saint-Etienne et Grenoble (1^{re} édition) de la carte géologique sont inspirées de cette manière de voir. On y considère les cailloutis de la Bièvre comme la continuation des alluvions d'Eybens et d'Echirrolles. Dans la Bièvre-Valloire, la terrasse récente de Saint-Rambert-d'Albon est nettement distinguée des autres alluvions plus anciennes, mais aucune hypothèse précise n'est encore faite quant au mode de formation de ces terrasses dont plusieurs ne semblent pas avoir été séparées les unes des autres.

Troisième phase. — Une troisième phase est marquée (1893) par l'apparition du grand travail de MM. DEPÉRET et DELAFOND (12) sur les terrains tertiaires de la Bresse et du Bugey. Bien que ne touchant pas directement notre région, ce travail a eu une influence trop grande sur la marche des idées pour que nous le passions sous silence. Car pour la première fois² on trouve ici une étude soignée et systématique des *terrasses alluviales définies altimétriquement* par leur hauteur au-dessus du thalweg actuel : la formation de ces terrasses est interprétée par des changements survenus dans le niveau de la mer :

¹ De plus, en considérant la vallée actuelle de l'Isère comme d'ouverture toute récente, postglaciaire, CH. LORY s'était évidemment exagéré l'importance de la Bièvre-Valloire qui, de très bonne heure, ne fut pour le Glacier de l'Isère qu'un « trop plein », comme nous le verrons dans la suite. C'est ainsi que, dans la *Notice de la feuille Grenoble* (1^{re} édition), il considère les alluvions anciennes de la Bièvre comme la continuation de celles d'Echirrolles et d'Eybens près de Grenoble.

² La thèse de M. CHANTRE (31), parue en 1901, accuse encore une complète méconnaissance des conceptions nouvelles.

et s'il y a quelques rectifications de détail à apporter dans l'explication proposée par ces savants, tout au moins l'idée d'ensemble qui les inspirait a subsisté et acquis depuis une importance spéciale comme nous le verrons plus loin. De plus, MM. DEPÉRET et DELAFOND reconnaissent que la terrasse d'alluvions qui aux portes de Lyon, à Villeurbanne, domine le Rhône d'environ 15 mètres, vient, si on la suit en amont, se raccorder topographiquement aux moraines frontales si magnifiquement étalées en amphithéâtre dans les environs d'Heyrieux. C'était là un exemple très net des *rappports entre moraines et terrasses* qui ont été reconnus plus tard dans tout l'avant-pays alpin. Mais ces auteurs ne semblent voir encore dans les divers complexes morainiques que les stades d'une seule glaciation¹.

Il convient en outre d'ajouter que quelques années après M. DEPÉRET (1895) (17) résumait d'une manière remarquablement claire et synthétique les résultats obtenus par lui dans notre région : en particulier, les diverses terrasses des environs de Valence sont précisées et dénommées et leur série va servir de base à tous les travaux futurs.

Quatrième phase. — Mais bientôt la question se trouve subitement élargie² par l'apparition d'un petit ouvrage qui fut presque immédiatement célèbre : c'est le *Système glaciaire des Alpes* par MM. A. PENCK, L. DU PASQUIER et E. BRÜCKNER. Par des études poursuivies tout le long des Alpes, en Italie et en Suisse, aussi bien qu'en Autriche, ces géologues avaient été amenés à des conclusions dont l'importance ressort de leur généralité même : car partout ils ont pu constater l'existence de *plusieurs extensions glaciaires* indépendantes et successives, préciser les limites de ces diverses extensions, reconnaître l'importance des phases de retraits ou périodes interglaciaires qui les séparent. Enfin étudiant les rapports des moraines terminales avec les terrasses d'alluvions, ils arrivèrent à la conception fondamentale du « *complexe fluvio-glaciaire* » qui schématise si heureusement ces rapports. Ils sont ainsi conduits à distinguer des *hautes et basses terrasses* qui viennent se raccorder respectivement à des moraines anciennes ou récentes diversement altérées. D'ailleurs, pour ces savants, ces terrasses devaient diminuer d'altitude relative vers l'aval de manière à venir se confondre peu à peu avec le lit actuel du fleuve : les terrasses des fleuves alpins avaient bien leur origine uniquement à l'amont et étaient seulement dues aux oscillations du front glaciaire.

Ces conceptions nouvelles furent immédiatement appliquées dans le Bas-Dauphiné, dès 1894, par MM. KILIAN et DEPÉRET (13, 18) : ces géologues purent dès ce moment retrouver dans notre région les moraines correspondantes aux

¹ Il faut noter pourtant que, dès 1856, Scipion Gras (B. S. G. F., 2^e série, t. IX, p. 207) avait admis l'existence de *deux périodes glaciaires* dans les environs de Lyon.

² Dans la *Notice de la feuille Lyon* de la carte géologique au 80 millième parue en 1890; M. DEPÉRET distingue encore :

1^o Cailloutis des plateaux, échelonnés à diverses hauteurs ;
2^o Alluvions préglaciaires ;
3^o Alluvions postglaciaires.

diverses époques glaciaires dont l'existence avait été découverte dans les Alpes orientales : ils précisèrent également les rapports de ces moraines avec les terrasses de la Bièvre-Valloire ou de la Basse-Isère. Guidé par eux, M. PENCK vint en 1904 visiter le Bas-Dauphiné et il adopta la plupart de leurs conclusions.

La synthèse détaillée des terrains fluvio-glaciaires du Dauphiné fut donc par suite résumée et vulgarisée dans un ouvrage admirable d'une importance capitale, *Die Alpen im Eiszeitalter*, publié par MM. PENCK et BRÜCKNER (33). Elle est maintenant classique et devenue facilement accessible au public français à la suite de la traduction publiée sous la direction de l'un de nous (W. Kilian) par M. SCHAUDEL (54), puis par M. ARZOS (58), des chapitres de l'ouvrage allemand qui intéressent les Alpes françaises.

Plusieurs des observations de MM. DEPÉRET et KILIAN effectuées à cette époque ou depuis lors sont restées inédites. D'autres ont été publiées, principalement dans le *Bulletin des Services de la Carte* (13). Enfin un certain nombre de notes sont dues à MM. P. LORY (40) et HITZEL (41 à 47). Nous croyons devoir donner ici l'analyse de quelques-unes de ces notes ; on trouvera d'ailleurs dans la bibliographie placée en tête de ce travail une liste complète des prises de date successives qui constituent les étapes de notre connaissance du Fluvio-glaciaire delphino-savoisien.

La série des publications relatives au Fluvio-glaciaire de l'Isère s'ouvre par une intéressante discussion (14, 15) à laquelle prennent part MM. DELEBECQUE, KILIAN et HOLLANDE.

M. DELEBECQUE ayant publié (*C. Rendus Ac. Sc.*, 25 nov. 1894) une note « Sur l'âge du lac du Bourget et les alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère », M. KILIAN reprend les arguments et les conclusions développées dans cette note (W. KILIAN, Observations critiques à propos d'une note de M. DELEBECQUE sur l'âge du lac du Bourget et les alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère; *Travaux du laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de Grenoble*, t. III, 1894-1895) : il montre que l'assimilation au Deckenschotter des alluvions de Chambéry et de Saint-Marcellin, proposée par M. DELEBECQUE, ne repose sur aucune preuve précise. M. HOLLANDE (A propos d'une note de M. DELEBECQUE sur... etc.; *C. Rendus des séances de la Soc. géol. de France*, 21 janvier 1895), déclare également de son côté ne point admettre les conclusions de M. DELEBECQUE.

En 1895, M. DEPÉRET (*in litteris*) explore les environs de Tullins et y découvre une « haute terrasse » et des moraines élevées, non encore distinguées par ses devanciers.

Etudiant d'autre part les dépôts pléistocènes du Dauphiné et de la Savoie M. KILIAN¹ signale dès 1895 l'existence près de Pontcharra d'une intercalation glaciaire avec *blocs et cailloux striés* dans les alluvions de la Terrasse Barraux-

¹ *C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France*, t. VIII, p. 174 1895 (paru en 1896).

Chapareillan, terrasse qui se continue en amont de l'autre côté de l'Isère par Saint-Hélène-du-Lac, Coize, Chamousset et d'autre part, vers Chambéry. Cette intercalation doit être attribuée à une moraine interstadiaire¹.

M. KILIAN (1895) (13) décrit dans² la vallée du Doux près de Tournon, une terrasse de 15-20 mètres au-dessus du Rhône, recouverte de Loess.

En 1896, MM. DEPÉRET et KILIAN ont étudié une petite corniche dominant au Nord la vallée du Graisivaudan, de Saint-Pancrasse à Bellecombe. A Sainte-Marie-du-Mont, les-Prés, le Grand-Crozet, on peut y constater la présence de cailloutis à galets de quartzites rubéfiés accompagnés de galets granitiques décomposés et de glaise jaune. Ces dépôts qui occupent ici l'altitude de 900 à 1.000 mètres soit 650 à 750 mètres au-dessus de l'Isère actuelle, correspondent comme nature et comme niveau aux alluvions des plateaux (Pliocène du Bas-Dauphiné) qui au bord des Alpes atteignent plus de 700 mètres d'altitude³. M. KILIAN a retrouvé ces cailloutis au sommet de la montagne de Ratz près de Voreppe, à 900 et 800 mètres. Il en existe des traces sur un grand nombre de points des environs de Grenoble. « On voit combien moins profondes, conclut-il, devaient être les vallées alpines, à l'époque où ces cailloutis pliocènes se déposaient à 1.000 mètres près de Bellecombe, à 900 mètres à Ratz et débouchaient sur la vallée du Rhône par un cône de déjections, dont le sommet était à 700 mètres d'altitude ».

De « hautes terrasses » existent à 500 mètres à Saint-Jean-d'Arvey (vallée de Chambéry) d'après MM. DEPÉRET, KILIAN, RÉVIL et VIVIEN. Dans la vallée de l'Isère s'observent des lambeaux d'une *terrasse interstadiaire* avec lits de sables à Saint-Nazaire-Bernin (300 m.), la Buisnière (400 m.). Ces témoins se raccordent près de Barraux avec des alluvions (cône de transition) contenant des cailloux striés signalées, l'année précédente, par M. Kilian; ils sont recouverts par des dépôts morainiques plus récents.

Près de Chambéry, les alluvions et lignites de Voglans sont recouverts par du Glaciaire récent. Sous eux des travaux ont mis à jour des dépôts morainiques anciens à blocs de roches alpines (DEPÉRET, KILIAN, RÉVIL, VIVIEN) (18-19).

En 1897, M. KILIAN⁴ revient sur la présence de cailloutis de quartzites rubéfiés en divers points de la montagne de Ratz, près Voreppe, à un niveau de 650 mètres plus élevé que celui de l'Isère actuelle. De plus il signale l'existence, dans la même montagne, sur le replat gazonné séparant, au-dessus de la Buisse, les balmes inférieures, de la crête urgonienne, d'alluvions anciennes correspondant à l'une des *terrasses* fluvio-glaciaires de l'Isère⁵.

¹ Ces dépôts signalés également plus tard (1899) par M. Hollande ont été rattachées depuis par M. KILIAN, à la récurrence néowürmienne (W. K.).

² C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. IX, p. 133, 1896 (paru en 1897).

³ Ces observations auraient besoin d'être vérifiées en ce qui concerne l'assimilation de ces cailloutis aux dépôts pliocènes de Chambaran (W. KILIAN).

⁴ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. X, p. 142, 1897 (paru en 1898).

⁵ Ces cailloutis datent vraisemblablement d'une oscillation Würmienne (Stade de Rives).

Dans la « Vallée morte » d'Uriage près de Vaulnaveys existent des alluvions inclinées (formation de delta)¹.

Le même auteur indique l'existence d'alluvions *inclinées* à matériaux *alpins* près de Saint-Étienne-de-Crossey² et de Saint-Laurent-du-Pont³.

En 1900, M. KILIAN (Nouvelles observations géologiques dans les Alpes delphino-provençales. *Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 73, t. XI, p. 13) signale :

a) deux terrasses pléistocènes (Rissiennes), près de Saint-Jean-de-Bournay;

b) deux terrasses fluvio-glaciaires (Rissiennes) aux environs de Chabons (Le Lac);

c) l'existence de *trois terrasses* dans le Royans : la plus élevée (300 m.) à cailloutis rubéfiés, correspondrait à la terrasse de Rives, les autres seraient postérieures. M. KILIAN décrit pour la *première fois* ces divers niveaux et donne à leur sujet des détails intéressants;

d) de nouveaux détails sur les terrasses de Moirans et de Voiron; cailloutis de la Talifardière *en contrebas* de la Terrasse de Rives;

e) témoin d'une terrasse de l'Isère à plus de 100 mètres au-dessus de la vallée actuelle, près de la Monta, sur le flanc ouest de la Montagne du Néron;

f) formations fluvio-glaciaires de la Matheysine. M. KILIAN y distingue *deux nappes* d'alluvions subordonnées à *deux complexes* morainiques superposés (profil). L'auteur donne de nombreux détails sur ces formations pour la *première fois* analysées dans leur ensemble et montre qu'une branche du glacier de la Romanche a parcouru du Nord au Sud la « dépression des lacs ».

L'année suivante, M. KILIAN⁴ a reconnu et délimité aux environs de Saint-Marcellin trois terrasses fluvio-glaciaires. La plus élevée occupe l'altitude de 350 mètres et correspond⁵ à la terrasse de Rives. Un quatrième niveau de cailloutis encore plus ancien couronne les plateaux de 450 mètres et demeure lui-même inférieur à la nappe de Chambaran.

Au Nord de Voiron, les dépôts postérieurs aux mollasses et conglomérats miocènes se décomposent en : A) galets de quartzites à patine rousse, épars sur les plateaux et accompagnés de glaises jaunâtres (Pliocène supérieur); B) lambeaux de terrasses fluvio-glaciaires de divers âges; C) dépôts glaciaires proprement dits (pléistocènes).

En 1901, M. KILIAN⁷ signale en amont de Vif, dans la vallée de la Gresse, *deux* terrasses très nettes équivalentes de celles de la vallée du Drac et dont la supérieure (80 à 150 m. au-dessus du thalweg actuel) supporte des moraines.

¹ Nous avons reconnu depuis avec M. P. LOWY qu'il s'agit là d'un cône de transition morainique du « stade de Vizille » (= stade de Bühl).

² Datant d'une phase de retrait du glacier Würmien.

³ Néowürmiennes et dues à un glacier local (néowürmien).

⁴ Nous la considérons maintenant comme plus ancienne (Rissienne).

⁵ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XII, p. 91, 1900 (paru en 1901).

⁶ Nous la rattachons depuis à une phase plus ancienne (Rissienne) W. K.

⁷ C. R. des Collaborateurs du service de la Carte géologique de France, t. XII, p. 164, 1901 (paru en 1902).

Les explorations de M. KILIAN¹ dans les environs de Rives, de Voiron et de Moirans l'ont conduit à établir en 1901 dans la succession des nappes de cailloutis fluvio-glaciaires la succession suivante :

A) nappes de galets de quartzites roulés et patinés (Pliocène supérieur) accompagnés d'argiles jaunes et galets granitiques rubéfiés et décomposés à l'excès, montant à des altitudes de 500 à 800 mètres (Signal de Morsonnat à 787 mètres, signal de Sillans à 721 mètres, Nord de la Charrelière, etc.). La distribution de ces galets imposerait l'hypothèse d'un ancien front de glaciers pliocènes à peu près ininterrompu et très étendu sur le bord extérieur des chaînes subalpines et du Jura ;

B) terrasses de galets un peu altérés dominant à l'Est et au Sud-Est le village de Beaucroissant et se prolongeant vers le Sud-Est, jusqu'au dessus de Fures (455 m.)² ;

C) terrasse³ et moraines de la gare de Rives (430-435 m.) et de Charnécles (370-400 m.), de Criel près Voiron (350-350 m.). Cette terrasse se poursuit du côté de Fures, Tullins, Vinay. Au couvent de Voiron s'observent des dépôts glaciaires qu'elle supporte ;

D) terrasse de Mangua-le-Guillon, cimetière de Fures (305-309 m.) Elle occupe une partie de Voiron en dessous de la Talifardièrre ; elle se termine en promontoire (La Commanderie) au-dessus du village de Saint-Jean-de-Moirans ;

E) terrasse de Périgny-le-Saix un peu plus basse que la précédente (250-270 m.), s'observe au-dessus du Saix, derrière le village de Saint-Jean-de-Moirans ; on la voit aussi constituant un petit plateau en contrebas et au Sud-Est du hameau de Criel (250-270 m.) ;

F) terrasse du cimetière de Moirans et de Saint-Jean-de-Moirans (205 à 220 m.) ; elle borde la plaine actuelle de la vallée de l'Isère, vers Vourey ; on y constate parfois des lits d'alluvions inclinées et supporte quelques minces dépôts glaciaires⁴.

G) localement il existe, au sortir du défilé de la Morge à Moirans une petite terrasse, *locale*, en contrebas de la précédente et au-dessus de la plaine actuelle.

M. KILIAN rappelle à cette occasion que M. DEPÉRET a montré qu'il existe près de Thodure, de Faraman et de Beaufort une ligne de moraines dites *moraines externes* qui sert de point de départ à une nappe alluviale plus ancienne que la terrasse B. La terrasse C correspond pour M. KILIAN à la deuxième glaciation et a pour origine les moraines de Rives-Apprieu (moraines internes). Quant aux terrasses succédant à cette dernière (D, E, F) elles appartiennent pour M. KILIAN, au système de l'Isère actuelle et se sont formées pendant les diverses phases de creusement interglaciaire qui ont suivi la deuxième glaciation.

¹ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XII, p. 160, 1901 (paru en 1902).

² Nous les considérons actuellement comme correspondant au maximum de la glaciation Würmienne (W. K.).

³ Nous avons reconnu depuis qu'il y a là trois niveaux distincts : 1° la terrasse de Rives-Gare ; 2° celle de Charnécles ; 3° celle de Criel, supportant chacune des formations morainiques (v. plus loin).

⁴ Dont l'existence a été reconnue depuis comme très douteuse (W. K.).

D'après M. KILIAN¹ le village de Saint-Pierre-de-Chartreuse est établi sur une *terrasse torrenièlle*² riche en galets alpins, provenant du remaniement des cailloutis glaciaires ; ce dépôt forme un petit plateau à une soixantaine de mètres au-dessus du thalweg des torrents actuels.

Dans les environs d'Uriage³ près de Vaulnaveys-le-Haut, les observations de M. KILIAN ont confirmé celles de M. P. LORY relatives à l'existence d'un *haut niveau*⁴ de moraines en contrebas duquel s'en développent d'autres⁵ (moraines des Guichards) provenant d'une glaciation plus récente.

En 1902, M. KILIAN⁶ signale les faits suivants relativement aux terrains de transport du Bas-Dauphiné :

1° Existence d'une série de lambeaux de terrasses en contrebas de la grande nappe de cailloutis du plateau de Chambaran. Ces terrasses assimilables, d'après M. PENCK, aux *Deckenschotter* inférieur et supérieur des régions préalpines suisse et allemande s'observent au-dessus de Notre-Dame-de-l'Osier (476 m.), de Vinay (566 m.), de Vailieu, de Nantoin, etc. ;

2° Prolongement, parallèlement à la vallée de l'Isère actuelle, dans les environs de Notre-Dame-de-l'Osier, des cailloutis de la terrasse pléistocène de Rives, supportant, comme à la gare de Rives, des moraines anciennes ;

3° En aval de Moirans, peuvent se suivre *six niveaux pléistocènes*⁷ de cailloutis disposés en six terrasses, dont on peut démontrer la continuité des environs de Moirans à Valence ;

4° Existence dans la région de Burcin et de Chabons d'une ancienne *cuvette* glaciaire (« Zungenbecken ») et d'un amphithéâtre morainique avec « vallums » passant aux terrasses fluvio-glaciaires⁸ de Longechenal, Nantoin, etc...

En 1904 M. KILIAN⁹ fait connaître les faits suivants dans la partie occidentale des feuilles de Vizille et Grenoble :

A) transgression des cailloutis (à quartzites patinés) sur les différents niveaux du Pontien (Pisieu, Lens-Lestang, etc. .).

B) existence en avant de Faramans et au Nord de Beurepaire d'une terrasse de cailloutis alpins très altérés (*Terrasse de Tourdan*), composée surtout de quartzites très rubéfiés. Cette terrasse occupe un niveau supérieur de 30 à 35

¹ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XIII, p. 143, 1902 (paru en 1903).

² Nous rattachons maintenant ces terrasses locales à l'époque postglaciaire (plus récente que la récurrence néowürmienne et que les glaciers locaux) (W. K.).

³ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XIII, p. 144, 1902 (paru en 1903).

⁴ Würmiennes, d'après M. P. LORY.

⁵ Correspondant au stade de Vizille (= Bühl) de M. P. LORY.

⁶ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XIII p. 146, 1902 (paru en 1903).

⁷ Ce sont les 6 niveaux décrits dans le présent travail.

⁸ Reconnues depuis comme Würmiennes.

⁹ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XV, p. 146, 1903-1904.

mètres à celui de la « Haute Terrasse » pléistocène et inférieur de 70 à 80 mètres à la grande nappe de cailloutis pléistocènes de Chambaran¹.

En Bas-Dauphiné, M. KILIAN² a reconnu en outre l'amphithéâtre de moraines internes de Chabons, qui des environs des Abrets à Rives, sert d'origine à des nappes alluviales s'étendant vers la région rhodanienne. En arrière de cette ceinture une suite de dépressions actuellement occupées par une série de tertres glaciaires réalise un type de « paysage morainique ».

Des « banquettes glaciaires »³ assez nettes s'observent sur la rive gauche du Graisivaudan en face de la station du Cheylas.

Des traces nettes de *surcreusement* s'observent d'après M. KILIAN⁴ dans la vallée de l'Arc, entre Epierre et Aiguebelle. L'ancien niveau de l'Arc est indiqué par des *terrasses d'érosion* qui pourraient correspondre au niveau des alluvions *interstadières* de Coise près Montmélian.

En 1904, M. KILIAN⁵ fait connaître les faits suivants :

A) développement près de Saint-Jean-d'Avelanne, au Sud du Pont-de-Beauvoisin, d'alluvions fluvio-glaciaires formant des nappes étendues ;

B) existence dans la région voisine de la vallée du Rhône à Roussillon, Anjou, Epinouze, etc., de *deux terrasses* intermédiaires entre les cailloutis des plateaux (Pliocène supérieur) et la « Haute-terrasse » pléistocène, ce sont : 1^o la terrasse du plateau de la Louze près de Roussillon ; 2^o la terrasse du Chapeau (Roussillon).

Au voisinage d'Agnan-Saint-Sorlin, de Bougé-Chambalud et d'Epinouze, on retrouve des niveaux occupant une altitude supérieure à celle de la Haute-terrasse. Ils offrent une altération plus avancée des éléments et une rubéfaction (*ferrétisation*) plus profonde au voisinage de la surface. Ces terrasses sont l'équivalent du « Deckenschotter » et sont fréquemment recouvertes d'une puissante couche de limon (Löss ?)⁶.

M. KILIAN fait remarquer⁷ également le développement de formations de transport entre Saint-Etienne-de-Crossey et Coublevie. De belles *moraines latérales* forment un vallum topographique très net et reposent sur des alluvions. Ce complexe fluvio-glaciaire est postérieur aux moraines internes de la gare de Rives situées en contrehaut ; son âge est postérieur à la glaciation de Würm et correspond à la récurrence de Bühl⁸.

¹ Nous montrons plus loin que la « Terrasse de Tourdan » est elle-même une haute terrasse Rissienne (W. K.).

² C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XVI, p. 420, 1904 (paru en 1905).

³ Probablement de la période de retrait de la glaciation Würmienne (W. K.).

⁴ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XVI, p. 424, 1904 (paru en 1905).

⁵ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XVI, p. 425, 1904.

⁶ Pour l'interprétation et l'âge de ces terrasses, voir le présent mémoire.

⁷ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XVI, p. 466, 1906 (campagne 1905).

⁸ Nous les considérons actuellement comme de simples stades de retrait de la glaciation Würmienne.

Sur le bord occidental de la vallée du Graisivaudan existe une terrasse d'alluvions fluviales s'élevant à 100 mètres au-dessus de l'Isère actuelle. Au-dessus viennent des boues et cailloutis glaciaires à blocs erratiques. L'âge de ces dépôts est postérieur au *stade de Bühl*¹ et paraît correspondre à une période interstadière de la dernière récurrence.

La présence d'une terrasse d'alluvions anciennes locales est signalée par M. KILIAN dans la vallée du Merdaret au Nord de Chasse, au lieu dit Maison Arthaud (*loc. cit.*, p. 168).

D'après le même auteur, il existe en aval de Séchilienne (vallée de la Romanche) des amas morainiques superposés à la terrasse d'alluvions anciennes. Ces moraines sont d'un âge intermédiaire entre le stade d'Eybens² et le stade de Gschnitz.

Dans la région intraalpine de la Savoie (massif de la Vanoise) et un peu en aval de Pralognan, est à signaler un *grand cône de déjections* s'étalant sur la partie gauche de la vallée. Une terrasse glaciaire existe en amont de l'Eglise, entamée par le torrent actuel. Au point de vue des glaciers actuels, on constate dans cette même contrée des traces indéniables d'un *retrait* accentué. De plus, des traces de « *surcreusement* » sont partout évidentes. La vallée correspondant au bassin de réception le plus important est plus « *surcreusée* » que sa voisine. Il en est ainsi de la vallée d'Entre-deux-Eaux sur laquelle s'ouvre très en contrehaut la dépression transversale du col de la Vanoise.

D'après M. KILIAN³, dans les environs de Chapareüllan s'observent les formations pléistocènes suivantes : 1^o dépôts glaciaires anciens (*agl²*) ; 2^o terrasse interstadière (*a¹⁻ⁱ*) recouverte de dépôts morainiques (*a'g²*) correspondant probablement au stade postbühlien⁴ de M. PENCK ; 3^o anciens cônes de déjections (A) en relations avec la terrasse interstadière ; 4^o cônes de déjections (B) emboîtés en contrebas des précédents.

MM. KILIAN et JACOB ont reconnu dans les terrains de transport de la vallée de l'Arve, en amont de Sallanches, les formations suivantes : A) dépôts glaciaires anciens et *lambeau d'une moraine ancienne* près de Taconnaz ; B) ancien cône de déjections fluvio-glaciaire montrant une stratification inclinée au Nord-Ouest du Fayet ; C) dépôts glaciaires du dernier stade (stade de Daun) formant des « vallums » en amont des Tines-Le Lavancher et près d'Argentières ; D) dépôts glaciaires récents ; E) cônes de déjections récents.

En 1908 M. KILIAN⁵ signale encore un certain nombre de faits relatifs au Pléistocène, à savoir :

¹ Cette conception a été rectifiée. Nous les considérons actuellement comme néowürmiennes, c'est-à-dire postérieures au stade de Rovon et antérieures au stade de Bühl (ou de Vizille) (W. K.).

² Ou plutôt de Vizille (= Bühl). Ces formations sont donc postbühliennes.

³ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XVIII, p. 147, 1907-1908.

⁴ Nous les considérons actuellement comme néowürmiennes.

⁵ C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France, t. XIX, p. 158, 1908 (paru en 1909).

1° démonstration de la nature fluvio-glaciaire du cône de déjections de Provenches-Saint-Laurent-du-Pont-le-Cotterg, complexe nettement postérieur ¹ au stade de Rives (Würmien);

2° superposition, à Vourey, d'un cône de déjections ancien aux sables de la terrasse de 15 mètres;

3° superposition, au Nord de Saint-Laurent-du-Pont, d'éboulis à des dépôts morainiques ² alpins;

4° existence, à la Galochère près de Grenoble, d'une terrasse alluviale ³ à environ 25 mètres au-dessus de la plaine actuelle de l'Isère et supportant des dépôts morainiques;

5° délimitation de l'ancien cône de déjections de Saint-Pierre-de-Cherence superposé à la terrasse fluvio-glaciaire de Saint-Marcellin ⁴.

En aval de Marcilloles (Bas-Dauphiné), la haute-terrasse (a^{1a}) de la Valloire se décompose en deux « sous-terrasses » subordonnées; sur la terrasse inférieure s'est avancé le glacier Rissien tandis que la terrasse supérieure s'est formée à l'époque du maximum de cette glaciation en aval de ses moraines frontales (Faramans, Beaufort, Thodure) ⁵.

Dans le Bugey (environs de Brens) existe un magnifique amphithéâtre morainique correspondant aux débouchés glaciaires de la Cluse de la Balme et de la cluse septentrionale de la montagne de Parves. Ce système est plus ancien que les moraines et terrasses des environs de Chambéry. Il correspondrait donc à la glaciation Würmienne comme les moraines de Rives et de Saint-Quentin (Isère). La dépression de Culoz correspond aussi à une dépression centrale.

Aux environs de Chambéry se montrent trois *vallums* ⁶ morainiques qui s'échelonnent à l'amont vers Chignin-Myans.

Aux environs de Bonneville, en aval de la cuvette terminale, la moraine récente de La Roche est située en contrebas de terrasses étagées indiquant trois stades très nets ⁷.

Dans la vallée de la Romanche entre le Bourg-d'Oisans et Séchilienne, les formations de transport consistent en : 1° terrasse fluvioglaciaire, en aval du pont de la Vaudaine; 2° traces de moraines sur le côté gauche du cône de déjec-

¹ C'est-à-dire néowürmien et contemporain des autres glaciers locaux *néowürmiens* des chaînes subalpines. On y remarque, entre Saint-Laurent et Fourvoirie, un bel exemple d'*épigénie* postglaciaire du Guiers (W. K. et M. G.).

² Würmiens.

³ Néowürmienne.

⁴ Nous considérons actuellement cette terrasse comme *Würmienne* (v. plus bas.)

⁵ Voir à ce sujet, plus bas, notre nouvelle interprétation de ces faits.

⁶ Néowürmiens.

⁷ Depuis lors M. DELEBECQUE a déclaré (*C. R. des Collab.* pour 1909) n'avoir « pas pu retrouver », ces terrasses sous prétexte que leur surface est ondulée et qu'on y rencontre des cailloux striés. Nous maintenons cependant l'existence de ces *replats* qui nous paraissent très nets et représentent (comme les dépôts analogues de Moirans-Voirion, dans le Bas-Dauphiné que nous décrivons plus loin) des terrasses interstadiaires portant chacune une *couverture morainique*. La manière de voir de M. DELEBECQUE nous paraît donc trop absolue, trop théorique et peut-être aussi trop péremptoire.

tions de la Grande Vaudaine; 3° éboulis de blocs sur les côtés de la vallée; 4° alluvions lacustres de la plaine des Sables; 5° alluvions actuelles.

Dans la vallée du Vénéon, comme dans beaucoup d'autres vallées des massifs dauphinois et savoisiens, les « ruptures de pentes » permettent de distinguer : a) une auge de surcreusement récente à pentes abruptes; b) traces de deux anciennes vallées évasées représentées par des méplats en « banquettes » et séparées par des traces de « surcreusements » anciens.

Dans la vallée de l'Isère, en amont de Moutiers, les « ruptures de pentes » permettent également de distinguer, outre « l'auge » de surcreusement actuelle, deux stades de creusement plus anciens.

Dans le défilé de Calypso (environs de Saint-Michel-de-Maurienne) des *marmites de géants* bien conservées et contenant encore les blocs qui les ont façonnées, s'observent à 20 mètres au-dessus du thalweg actuel de l'Arc.

Enfin, toujours d'après M. KILIAN, au Villard de Bozel ¹, un crâne humain associé à une petite faunule malacologique et à des ossements de cerf, a été trouvé dans une carrière de tufs calcaires. Ces tufs remplissent l'ancien thalweg d'un petit torrent affluent du Doron de Champagny. Sous eux et au contact des grès houillers existe une mince couche de cailloutis. Au-dessus s'en trouve une autre, mais qui ne paraît pas d'origine glaciaire.

Les tufs sont *nécessairement* postérieurs au creusement du thalweg torrentiel. Or le creusement de ce thalweg est lui-même postérieur au dernier creusement de la vallée principale (gorges de Ballandaz). Le « surcreusement » de cette dernière date d'une des dernières avancées glaciaires (stade de Daun) et est *postérieur* au maximum de la glaciation Würmienne.

Les tufs du Villard postérieurs à ce dernier surcreusement ne *peuvent être que postglaciaires*. En conséquence, les restes humains appartiennent à la fin de la période quaternaire.

La *station néolithique de Bozel* n'est pas glaciaire mais plus ancienne que le cône de déjections de la Rozière qui l'a nettement entamée au hameau des Moulins. Elle est certainement postglaciaire.

D'après M. P. LORY ² il y a dans le bassin du Drac *trois niveaux* « d'alluvions anciennes ». Le premier correspond à la progression de Würm; il remblait sur une grande hauteur le grand lit du Drac, que barrait à Champ le glacier de la Romanche. Il est recouvert par du Glaciaire.

La deuxième alluvion sort des moraines de la Méarie (La Mure) pour le Drac et des moraines de Ruthières pour le glacier de Chichilienne. Elle s'étale au-dessus du Glaciaire, constituant les terrasses de Saint-Jean-d'Hérans, Villard-

¹ *C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte géologique de France*, t. XX, p. 137, 1909 (paru en 1910).

² *C. R. des Collaborateurs du service de la Carte géologique de France*, t. XX, p. 165, 1909 (paru en 1910).

Cette note complète et précise les observations sur le Fluvio-glaciaire des environs de La Mure, publiées en 1900 (v. plus haut) par M. KILIAN, ainsi que diverses notes antérieures de M. P. LORY.

Julien, Lavars et les *grands cônes* du Trièves. Elle correspond à une époque de stationnement des glaciers, où la vallée du Drac en amont du confluent de l'Ebron, ainsi que les thalwegs du Trièves n'étaient pas encore entaillés dans le remblai précédent. Le dépôt en aurait été provoqué par le rétablissement d'un barrage glaciaire à Champ (vraisemblablement à l'époque du stade d'Eybens). En troisième lieu, dans les élargissements des vallées actuelles se présentent des *terrasses relativement basses*. Il s'agirait là d'un arrêt dans le creusement du système hydrographique du Drac. Cette fois il n'y aurait plus eu de barrage.

Les argiles glaciaires de ce bassin présentent en outre un remarquable développement de ce qui a été appelé le « foirage ». Elles s'imprègnent d'eau à la surface et coulent en « laves ». Ce mode superficiel n'a pas été le seul. Une lubrification a pu s'opérer loin de la surface et il y a eu mise en mouvement de lambeaux entiers dont la base seule aurait été imprégnée d'eau. Le Glaciaire a pu être ainsi amené dans les dépressions et une partie du Glaciaire du Trièves ne serait donc pas en place.

Il convient de mentionner aussi les belles recherches de M. J. RÉVIL (71) sur le Fluvio-glaciaire des environs de Chambéry — bien qu'elles n'aient qu'un rapport indirect avec le Bas-Dauphiné — car elles constituent une confirmation des résultats acquis dans cette dernière région.

Cinquième phase. — Pendant que s'effectuaient les observations que nous venons de relater, l'attention des géologues français était attirée par un point de vue nouveau. On avait en effet depuis longtemps remarqué que des terrasses quaternaires existaient dans des vallées restées toujours soustraites aux influences glaciaires : leur origine était donc certainement différente de celle attribuée par les géologues suisses et autrichiens à leurs terrasses fluvio-glaciaires. Par des études très soigneuses poursuivies en Algérie dans le bassin de l'Isser, le général DE LAMOTHE vint montrer que là les terrasses quaternaires venaient à l'aval se relier à d'*anciennes plages marines* d'autant plus anciennes qu'elles étaient plus élevées. Ainsi dans ce cas, les terrasses avaient leur origine à l'aval et étaient dues à des « *oscillations du niveau de base* ». Un peu plus tard M. DE LAMOTHE exposait d'une manière détaillée sa conception de la formation des terrasses et cherchait à en prouver la généralité par des exemples choisis dans plusieurs grandes vallées européennes (Rhône, Rhin, Moselle, Danube, Isser). En même temps des travaux de M. DEPÉRET, de M. CAZIOT, de M. MARCELLIN BOULE venaient confirmer les idées de M. DE LAMOTHE en montrant avec évidence que le niveau de la Méditerranée quaternaire avait, à des époques relativement récentes, atteint des altitudes très élevées le long de nos côtes françaises.

Ainsi la question se trouvait subitement élargie : car, pour se rendre compte dans chaque cas particulier, de la formation et de l'origine des terrasses, il devenait dès lors nécessaire, non seulement d'établir leurs rapports avec des moraines et d'étudier ainsi l'influence des oscillations glaciaires, mais aussi de les suivre vers l'aval et de rechercher leurs relations avec les anciennes lignes

de rivage qui ont joué le rôle de niveaux de base successifs¹. Quelle que soit l'importance que l'on veuille attribuer à l'une ou à l'autre de ces influences, il convient maintenant de les avoir toutes deux présentes à l'esprit². Et puisque ces deux causes peuvent en quelque sorte « interférer », il est évident que la complexité des effets doit en être de beaucoup augmentée.

Il nous était nécessaire de préciser ainsi ce point de vue nouveau, auquel nous serons amenés à nous placer, comme nous le verrons par la suite. Mais il est bien évident que le cadre très restreint de notre champ d'études ne nous permettait point de suivre ces considérations jusque dans leurs conséquences lointaines et que nous n'avons pas, pour le moment, l'ambition de synchroniser d'une manière précise les oscillations des glaciers alpins avec les anciennes plages de la Méditerranée quaternaire³.

II. — INTRODUCTION : MÉTHODE ET PLAN DE CETTE ÉTUDE

Pour faciliter la compréhension du sujet nous commencerons d'abord par exposer très brièvement la *conception d'ensemble de la région à laquelle étaient arrivés dès 1894 MM. DEPÉRET et KILIAN et qui fut rendue classique par MM. PENCK et BRÜCKNER*. Pour plus de détails on pourra se reporter au chapitre III du deuxième volume de l'ouvrage fondamental de ces auteurs ou à leur traduction française déjà signalée [54].

Le point de départ de MM. DEPÉRET et KILIAN fut la région de la Bièvre-Valloire où le phénomène des terrasses se présente en effet avec une netteté et une continuité remarquables. Dans cette « vallée morte » ancienne dépendance du glacier de l'Isère (comme l'avait déjà vu CH. LORY) une coupe très nette peut s'observer en effet près de Beaurepaire. Le fond plat de la vallée, non entamé par les érosions récentes, puisqu'il s'agit d'une vallée morte, se poursuit d'une part jusqu'au Rhône, où, à Saint-Rambert-d'Albon, il domine le fleuve d'une trentaine de mètres et apparaît bien là comme une terrasse : nous l'appellerons pour

¹ Ces variations du niveau de base peuvent être dues, soit à des mouvements d'ensemble du sol continental, soit à un déplacement général de la surface des eaux méditerranéennes : nous n'avons pas à choisir ici entre ces deux hypothèses.

² M. KILIAN avait dès 1903 appelé l'attention sur cette double origine possible des terrasses. Voir à ce sujet W. KILIAN : Quelques réflexions sur l'érosion glaciaire et la formation des terrasses, *A. F. A. S. Congrès de Lyon*, 1906 et W. KILIAN : L'érosion glaciaire et la formation des terrasses (*La Géographie*, nov. 1906).

³ Pendant la préparation du présent mémoire, M. LUCERNA a publié une étude sur les formations fluvio-glaciaires de la Corse. Cet auteur a retrouvé en Corse, non seulement les glaciations principales distinguées par MM. PENCK et BRÜCKNER dans les Alpes, mais encore les divers stades postglaciaires (Bühl, Gschnitz, Daun) définis par ces auteurs. M. LUCERNA donne ensuite avec une extrême précision, les altitudes des lignes de rivage correspondantes à ces diverses époques. Nous devons avouer que la très grande facilité avec laquelle cet auteur a retrouvé fidèlement en Corse, dans leurs moindres détails, toutes les particularités du phénomène glaciaire décrites par ses savants maîtres dans les Alpes, nous laisse quelques doutes sur la certitude de ses observations et que l'ensemble de ses profils schématiques ne nous paraît pas de nature à lever ces doutes.

éviter toute ambiguïté, *terrasse de Saint-Rambert*. En amont au contraire on peut le suivre jusqu'aux environs de Rives et il vient se raccorder, là, à des moraines frontales, les *moraines de Rives* qui dessinent plusieurs vallums morainiques des plus typiques, à concavité tournée vers l'amont : cette « basse terrasse de la Bièvre » que le chemin de fer de Rives à Saint-Rambert-d'Albon suit pendant la plus grande partie de son trajet, et ces moraines de Rives constituent donc un premier complexe fluvio-glaciaire ; l'âge « würmien » de ce complexe ressort à la fois du peu d'altération de ses éléments et de ses relations avec les complexes plus anciens.

A Beaurepaire même, en effet, la basse terrasse est dominée de 30 mètres environ par une terrasse plus haute contre laquelle viennent s'adosser les maisons de cette petite ville. Pour ne pas préjuger de son âge nous l'appellerons simplement *terrasse de la Peyrouse*, nom d'un petit village qui s'y trouve situé un peu en aval de Beaurepaire. Cette dernière terrasse fut par MM. DEPÉRET et KILIAN et à leur suite par MM. PENCK et BRÜCKNER, considérée comme une « haute terrasse », et raccordées par eux aux moraines les plus anciennes et les plus externes reconnues dans la région, c'est-à-dire aux *moraines de Faramans-Beaufort*. Ainsi ces moraines et cette haute-terrasse de Beaurepaire constituaient dans le Bas-Dauphiné, l'équivalent des complexes fluvio-glaciaires d'âge « Rissien » reconnus partout sur la bordure des Alpes : l'altération des moraines de Faramans est tout à fait d'accord avec ce parallélisme ; mais nous verrons plus loin que, en ce qui concerne la terrasse et ses rapports avec les moraines, nous avons été conduits à des conclusions un peu différentes.

Enfin, toujours au Nord de Beaurepaire, et au-dessus de la terrasse que nous venons de signaler, M. KILIAN reconnaissait bientôt l'existence d'une terrasse encore plus élevée qu'il dénomma « *terrasse de Tourdan* » et dont M. PENCK constata la netteté. Cette terrasse ne présente pas d'affleurements bien nets permettant de juger de son degré d'altération. Mais puisqu'elle domine la terrasse de la Peyrouse, considérée par ces auteurs comme une haute terrasse, il était absolument logique et inévitable de la rapporter aux « *Deckenschotter* » observés par MM. PENCK et BRÜCKNER dans les Alpes orientales. C'est ce que fit M. KILIAN.

Ainsi la succession et l'âge des terrasses de la Bièvre se trouvaient établis. Et ces conclusions de MM. PENCK, BRÜCKNER, KILIAN, DEPÉRET, furent adoptées par tous les auteurs qui se sont occupés de la région, en particulier par MM. HITZEL [44], BOISSIEUX [59], BLANCHARD [68] et ARBOS (*La Géographie*, 1910).

D'une manière tout à fait indépendante, les mêmes savants entreprirent l'étude des *terrasses de la Basse-Isère* : aux environs de Valence M. DEPÉRET distingua trois terrasses étagées, qu'il dénomma, en commençant par la plus basse : *terrasse de Valence*, *terrasse de Romans*, *terrasse du Séminaire de Valence*. Ces terrasses furent suivies ensuite plus en amont par MM. DEPÉRET et KILIAN, par des observations de détail très soigneuses, mais dans l'exposé desquelles il est inutile d'entrer (v. plus haut). Nous retiendrons seulement la conclusion d'ensemble à

laquelle ils furent conduits¹ et qui a inspiré la notation de ces terrasses sur les feuilles Saint-Etienne et Valence. D'après eux, ces trois terrasses, si on les suit en amont de Saint-Marcellin, viendraient passer en contre-bas et en dessous du seuil de Rives : elles seraient donc *postérieures aux moraines de Rives* et par suite postérieures à la basse-terrasse de la Bièvre (terrasse de Saint-Rambert), qui découle de ces moraines de Rives. Ainsi les deux terrasses de la Bièvre étant notées a^{1a} pour la haute (t. de la Peyrouse), a^{1b} pour la basse (t. de Saint-Rambert), la terrasse du séminaire de Valence qui leur est postérieure (d'après les conclusions de ces auteurs) a été notée a^{1c} sur la feuille de Valence : quand aux deux terrasses encore plus basses de Romans et de Valence elles portent respectivement sur cette feuille les appellations a^{1d} et a^{1e} ².

Telles étaient les conclusions admises relativement au parallélisme entre les terrasses de la Bièvre et celles de la Basse-Isère³.

Or, envisageant la question à un autre point de vue il est facile de voir que ces conclusions conduisent à des conséquences inacceptables. En effet, la terrasse du séminaire de Valence (a^{1c}) se termine près du Rhône à l'altitude de 160 mètres ; et d'autre part la basse terrasse de la Bièvre (terrasse de Saint-Rambert (a^{1b})) vient aussi se terminer près du Rhône, à Saint-Rambert, à peu près à cette même altitude. Il est donc absolument impossible que la première soit plus récente que la seconde car alors le Rhône quaternaire, entre Saint-Rambert et Valence, aurait dû couler à contre-pente. D'ailleurs même en supposant que les altitudes des terrasses ne puissent être évaluées avec une précision suffisante, les erreurs qui pourraient provenir de ce chef sont certainement compensées par le fait que la pente du Rhône quaternaire entre Saint-Rambert et Valence devait être forcément assez voisine de la pente actuelle ; nous en aurons d'ailleurs une preuve directe en montrant, au cours de cette étude, que l'on peut retrouver les traces d'une terrasse rhodanienne prolongeant celle de Saint-Rambert, et restant sensiblement parallèle au cours actuel du fleuve. Cette constatation suffit à nous montrer aussi qu'il ne serait pas raisonnable de supposer ici des mouvements du sol suffisamment récents ou intenses pour expliquer l'anomalie à laquelle conduit la synthèse exposée. D'ailleurs les mouvements du sol constituent un mode d'explication qu'on ne doit tenter que si on en a des preuves formelles ou tout au moins si aucune observation ne vient s'y opposer. Comme nous le verrons ce n'est pas le cas ici.

Ainsi, puisque les conclusions admises jusqu'à présent pour le synchronisme des terrasses et moraines de la Bièvre-Valloire et de la Basse-Isère ne pouvaient

¹ Ces conclusions ont inspiré également la légende de la feuille Grenoble (1906, 2^e édition) rédigée par M. KILIAN. Les terrasses de la Basse-Isère sont notées a_x^{1c} , a_x^{1d} , a_x^{1e} respectivement équivalentes aux terrasses a^{1c} , a^{1d} , a^{1e} , de la feuille de Valence ; et elles sont considérées aussi comme *postérieures aux alluvions les plus récentes* a^{1b} de la Bièvre-Valloire.

² Sans se prononcer d'une manière bien formelle au sujet du parallélisme entre les terrasses de la Basse-Isère et celles de la Bièvre, M. PENCK n'a point admis les conclusions de MM. DEPÉRET et KILIAN.

être acceptées, nous avons été conduits à aborder la question avec une autre méthode de façon à éviter une pareille chance d'erreurs.

On ne peut, en effet, manquer d'être frappé par la disposition très particulière de cet ancien glacier de l'Isère avec ses deux branches divergentes (Bièvre-Valloire et Basse-Isère) d'où s'échappaient des cours d'eau allant tous deux rejoindre le Rhône quaternaire ; grâce à cette disposition, il est donc possible d'établir le parallélisme entre les diverses terrasses et moraines de la Bièvre-Valloire, d'une part, de l'Isère, de l'autre, au moyen de la considération suivante.

Partons d'une moraine terminale qui correspond dans la Bièvre, à un stationnement bien défini des glaciers ; à cette moraine fait suite un cône de transition, puis une terrasse que nous pouvons suivre vers l'aval jusque dans les environs de Saint-Rambert-d'Albon ; là nous entrons dans la vallée du Rhône et notre terrasse vient nécessairement se raccorder à une ancienne plaine alluviale du Rhône quaternaire, à une *terrasse rhodanienne*. Cette terrasse rhodanienne se prolongeait en aval le long du fleuve et nous pouvons la retrouver dans une des terrasses de Valence. Là vient y aboutir une terrasse de l'Isère, et en remontant cette terrasse nous arrivons de nouveau par l'intermédiaire d'un cône de transition à une moraine du glacier de l'Isère. Et cette moraine du glacier de l'Isère doit être nécessairement exactement contemporaine de celle d'où nous sommes partis dans la Bièvre. Ainsi, dans notre domaine d'études, les terrasses et moraines peuvent en quelque sorte être parcourues sur un circuit fermé : partis d'un point du circuit nous devons pouvoir aboutir au même point après l'avoir parcouru tout entier en restant constamment sur des surfaces topographiques (moraines ou terrasses) du même âge. C'est là une condition à laquelle devra satisfaire tout essai de coordination de ces formations fluvio-glaciaires. On conçoit qu'il y ait là un moyen de contrôle fort précieux. Tous ceux qui ont étudié de près les terrasses savent combien sont difficiles et risqués les parallélismes établis sur des distances un peu grandes. Il nous a donc semblé intéressant de montrer ici comment, par une très heureuse combinaison de circonstances topographiques, les chances d'indécision et d'incertitude dans l'établissement de ces parallélismes peuvent être réduites au minimum.

Le plan de cette étude se trouve donc par cela même indiqué : nous partirons des terrasses de la Bièvre que nous pourrons suivre assez facilement en amont jusqu'aux moraines correspondantes et en aval jusqu'à Saint-Rambert-d'Albon. Puis, descendant le cours du Rhône, nous aurons ensuite à comparer les terrasses de Saint-Rambert à celles de Valence. Enfin remontant le long de la Basse-Isère à partir de Valence, nous étudierons les rapports des terrasses et des moraines dans la région de Saint-Marcellin-Vinay.

Mais, auparavant et pour donner une idée complète des formations alluviales développées dans notre région, nous devons dire un mot de celles que l'on doit considérer comme antérieures à la plus ancienne extension glaciaire qui ait laissé dans notre région des traces reconnaissables.

III. — LES CAILLOUTIS ANCIENS

Il existe dans la région du Bas-Dauphiné des dépôts alluviaux formés antérieurement aux plus anciennes extensions glaciaires connues dans cette contrée, mais dont les relations possibles avec des glaciers plus anciens encore, ne sont pas établies avec certitude. Nous avons été amenés à y distinguer d'abord une grande nappe de cailloutis que nous rapportons au Pliocène supérieur, puis des alluvions plus récentes, d'âge probablement quaternaire (pléistocène) ancien.

1° Alluvions du Pliocène supérieur — Les paysages du Bas-Dauphiné ont tous un décor très caractéristique. En quelque point que l'on se place, pourvu que le champ du panorama soit assez élargi, on voit partout l'horizon borné par une immense ligne droite qui s'abaisse graduellement des Alpes vers la vallée du Rhône. Le simple examen d'une carte fera vite comprendre la raison de cette particularité. Tous les points culminants de la région sont en effet les restes plus ou moins respectés par l'érosion, d'un immense plateau qui s'étendait autrefois de cette ancienne surface topographique ont encore gardé une étendue très notable : ce sont les forêts de Bonnevaux et de Chambaran qui précisément s'élèvent l'une au Nord, l'autre au Sud de la Bièvre-Valloire (voir la carte ci-jointe (Pl. V.).

Le Bois de Bonnevaux a été complètement disséqué par les vallées orientées E.-O. qui descendent vers le Rhône. La longue crête qui s'étend de Pommiers à Revel au Nord de Beaurepaire en est un lambeau entièrement détaché. Mais ce plateau de Bonnevaux, réduit à une bande Est-Ouest de faible largeur, continue à dominer au Nord la Bièvre-Valloire jusque près du Rhône ; le plateau du télégraphe de Sonnay en est un fragment encore très net par sa topographie aplanie et la tour d'Anjou (378 mètres) qui domine toute la vallée du Rhône jusque dans la région de Saint-Rambert est construite sur un dernier contrefort du même plateau, dont l'altitude a été, il est vrai, notablement abaissée par les érosions régressives cheminant à partir du Rhône voisin.

Le plateau de Chambaran a eu un sort pareil : pour lui l'agent principal d'érosion a été la petite rivière la Galaure qui entre Roybon et le Rhône l'entaille sur toute sa longueur : prenant naissance à Roybon par la convergence d'une foule de petits ruisseaux, dont l'ensemble constitue une véritable « griffe » d'érosion régressive (voir la carte au 1/80.000^e feuille Grenoble), la Galaure coule ensuite presque directement de l'Est à l'Ouest jusqu'à Saint-Vallier : et c'est seulement au

¹ L'un de nous (W. K.) a signalé des témoins de ces cailloutis près de Nantoin, de Champier, de la Côte Saint-André, Anjou, etc., à des altitudes voisines de 600 mètres.

Nord de cette rivière que l'on peut suivre nettement l'éperon projeté vers le Rhône par le plateau de Chambaran : non loin de Saint-Vallier, cet éperon aboutit au replat du château de Beausemblant (367 mètres) qui, faisant face à la tour d'Anjou, garde du côté sud l'entrée de la Bièvre-Valloire. Au Sud de la Galaure, le niveau de base de l'Isère constitue une attraction plus puissante et le plateau est complètement morcelé ; mais les points culminants des collines permettent de reconstituer à peu près son allure et la dernière trace s'en observe à l'Ermitage de Tain à 345 mètres d'altitude.

Ainsi il est possible entre les Alpes et le Rhône de retrouver les traces d'une ancienne surface topographique d'une admirable netteté, la plus haute et la plus ancienne qui ait laissé des traces dans le modelé actuel. L'examen géologique de détail va en effet nous montrer qu'il s'agit là d'une vaste plaine alluviale d'âge probablement pliocène supérieur.

Dans les régions où ce plateau est le mieux conservé, par exemple à Chambaran et à la Digonne, sa surface est recouverte par des *cailloutis de quartzites* bien roulés, à patine rouge et emballés dans une terre argileuse rougeâtre. C'est la formation excellemment décrite par CH. LORY [4] (vol. 3, n° 332, p. 629) et dénommée par lui *glaise de Chambaran* ou « glaise à quartzites ». Cette formation atteint parfois plus de 20 mètres d'épaisseur et des fouilles pratiquées pour des recherches d'eau dans le camp de Chambaran (les Monettes) ont permis à l'un de nous de bien apprécier ses caractères en profondeur ; le ciment argilo-sableux qui relie les blocs apparaît alors beaucoup moins altéré, de couleur plus claire, jaune ou grise, et souvent très dur, formant comme un véritable béton naturel. Les galets de quartzites¹, parfois gros comme la tête, prédominent toujours, mais on rencontre aussi des galets d'autres roches alpines (Granite, Lias calcaire, Urgonien et même Mollasse miocène). Aussi les qualificatifs « d'alluvions appauvries », de « sédiments pauvres », qui leur ont été appliqués par M. PENCK, puis par M. BRIQUET² (voir à ce sujet *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 654, et A. BRIQUET, *loc. cit.*) sont-ils peut-être exagérés et s'appliquent-ils surtout à l'apparence superficielle des affleurements. Il s'agit bien de véritables alluvions.

Un pareil caractère topographique se retrouve d'ailleurs dans la bordure du *Massif central* qui fait face au Bas-Dauphiné. Là, en effet, on observe, entaillés dans les roches cristallines, une succession de *replats* qui correspondent aux terrasses alluviales du Rhône : le plus élevé et le mieux marqué de ces replats forme

¹ Ces galets, très durs, servent, dans toute la région, de matériaux de construction ; l'église de Thodure, par exemple, est entièrement construite avec ces quartzites ; il en est de même d'un grand nombre de maisons et de murs de la Bièvre-Valloire, ce qui donne aux villages de cette région un aspect très particulier.

² Pendant la rédaction de ce travail, M. BRIQUET a publié dans les *Annales de Géographie* un très remarquable mémoire sur la morphologie du Massif central, abondant en vues d'ensemble ingénieuses. Au sujet des plateaux du Bas-Dauphiné, l'auteur arrive à des conclusions absolument identiques aux nôtres : conclusions d'ailleurs plus ou moins explicitement exprimées dans les travaux antérieurs.

le prolongement très net des derniers éperons projetés vers le Rhône par les bois de Bonnevaux et de Chambaran : Nous citerons en particulier le vaste plateau à peine ondulé où sont situés les villages de Pélussin, Charmes et Boggy, et dont l'altitude (350-400 m.) correspond tout à fait, sur l'autre rive du Rhône, à celle du télégraphe de Sonnay (400 m.) et du château de Beausemblant (367 m.). La tour d'Anjou par exemple constitue un belvédère merveilleux pour se rendre compte de cette disposition. On retrouve d'ailleurs sur les flancs du Massif central des cailloutis tout à fait analogues aux quartzites de Chambaran : l'un de nous (W. K.) a même signalé (*Bull. Serv. Carte géol. C. R. Coll.*, 1901) au-dessus de Tournon des *bancs travertineux* associés à ces cailloutis à plus de 200 mètres au-dessus du Rhône¹.

Quel âge peut-on attribuer à ces alluvions anciennes ? La paléontologie qu'on a parfois voulu invoquer (de Lapparent, *Traité de Géologie*) ne nous est d'aucun secours. CH. LORY [4], p. 633 a bien cité autrefois des restes de *Mastodon Arvernensis* qui auraient été rencontrés en divers points (Crépol, Parthenay, route d'Hauterive à Beaurepaire) dans les « glaises de Chambaran ». Ces restes fossiles n'ont jamais pu être ni retrouvés, ni identifiés et il faut bien remarquer d'ailleurs, que les citations faites par CH. LORY datent d'une époque où ce géologue ne soupçonnait point encore l'individualité du Pliocène rhodanien et considérait les cailloutis de Chambaran comme marquant la fin de l'émersion pontienne. Son attention n'était donc point attirée sur les distinctions à établir entre la faune pontienne, la faune du Pliocène ancien (où le Mastodonte a précisément été rencontré à Lens-Lestang) et celle des cailloutis des plateaux. Dans ces conditions, nous croyons qu'il est mieux de ne pas tenir compte des citations faites par CH. LORY. Ainsi jusqu'à présent, aucun argument paléontologique ne peut être fourni dans la discussion de l'âge des cailloutis de Chambaran. Il faut s'en tenir à des observations stratigraphiques et à leur analogie avec les cailloutis du Mont d'Or Lyonnais dans lesquels JOURDAN a signalé *Elephas meridionalis* ; on sait que cette dernière espèce a été rencontrée dans les dépôts marins à faune nettement pliocène de l'Italie par M. FORSYTH MAYOR (Val d'Arno).

A la Digonne cette formation repose, comme CH. LORY l'avait vu, en *discordance et en transgressivité* sur les *poudingues du Miocène supérieur*, contenant la faune pontique ; d'ailleurs on y trouve, suivant les observations de l'un de nous, des galets miocènes ; son âge postmiocène ne peut donc pas être mis en doute. D'autre part, la limite du Pliocène et du Miocène correspond, dans la vallée du Rhône, à une période de creusement, puisque les dépôts du Pliocène inférieur marin sont venus remblayer des vallées creusées plus profondément que les vallées actuelles : les formations fossilifères du Pliocène ancien (au sens attribué à ce mot par M. DEPÉRET) soit lacustres (Hauterives) soit fluviales (Lens-Lestang) correspon-

¹ M. DEPÉRET a signalé dès 1895 (*Annales de Géographie*), à diverses altitudes, une série de ces témoins pliocènes sur le bord rhodanien du Massif central et notamment celui de la Montagne de Crussol. Depuis lors, M. DE LAMOTHE a complété ces indications en 1906 et 1910 (49 et 64) : on trouvera dans ces travaux une série d'indications précises sur l'altitude de ces cailloutis.

dent encore à un niveau de base inférieur à celui sous lequel ont pris naissance les alluvions de Chambaran ; en effet, on peut voir (à Beausemblant, Marcolin, Lens-Lestang, etc.) que les alluvions de quartzites couronnent des collines dont la partie inférieure est constituée par les marnes d'Hauterives et les sables de Lens-Lestang. Ainsi les alluvions sont tout au moins d'âge *Pliocène supérieur*. Quant à leur attribution au Quaternaire, nous sommes d'accord avec MM. PENCK et BRÜCKNER pour l'écarter. Tout d'abord, par leur *altération profonde*, les cailloutis de Chambaran s'éloignent de tous les cailloutis quaternaires les plus anciens observés dans les Alpes. De plus, c'est seulement après la formation de ces alluvions que commencent les conditions géologiques actuelles ; car tous les dépôts alluviaux récents sont localisés dans des vallées creusées au sein de ces plateaux. Ainsi les plateaux de Chambaran et de Bonnevaux antérieurs au creusement des vallées témoignent de l'altitude maximum atteinte par le niveau de base dans la vallée du Rhône depuis le Pliocène inférieur¹. Après le minimum du début du Pliocène, cette altitude a subi durant le Pliocène inférieur et moyen des vicissitudes diverses dont l'histoire est difficile à préciser, mais dont le résultat général s'est traduit par une élévation ou oscillation positive ayant atteint son maximum au Pliocène supérieur. A ce moment a eu lieu sans doute une longue période de stabilité ; les alluvions alpines qui recouvraient tout le Bas-Dauphiné et étaient déjà très altérées, ont été remaniées sur place ; c'est le résultat de ce remaniement qui a donné naissance à la vaste nappe d'alluvions de quartzites dont nous avons suivi les restes depuis le plateau de Chambaran jusqu'au Rhône. C'est seulement ensuite qu'a commencé vraisemblablement, avec l'époque pléistocène ou quaternaire, le creusement des vallées.

L'analogie de nos cailloutis des plateaux avec les *Graviers du Sundgau* (Sundgauer Schotter) est frappante. Comme MM. PENCK et BRÜCKNER (*Alpen im Eiszeitalter*, p. 467-479) l'ont nettement indiqué, ces derniers, bien que n'ayant fourni aucun fossile pliocène, sont manifestement plus anciens, plus altérés et plus « appauvris » que les cailloutis güntziens et mindéliens (Deckenschotter), enfin ils ont été, d'après M. Brückner, affectés de *mouvements épirogéniques* préquaternaires ainsi qu'il semble que l'on doive également l'admettre pour nos cailloutis de Chambaran.

Ce sont là comme on sait des dispositions stratigraphiques que MM. PENCK et BRÜCKNER ont retrouvées sur *tout le pourtour des Alpes*. Dans les régions de l'Inn et de la Salzach notamment, ces auteurs ont constaté que les cailloutis quaternaires les plus anciens (époque de Günz) remplissaient des vallées creusées au milieu de plateaux qu'ils déclarent tout à fait comparables aux hauts plateaux du Bas-Dauphiné.

Il ne sera pas sans intérêt de remarquer ici que l'un de nous (M. G.), étudiant le Pliocène et le Quaternaire marin de la Méditerranée occidentale et spécialement

¹ Ce maximum correspond il exactement à la zone paléontologique adoptée actuellement comme limite inférieure du Pléistocène ? En tout cas, il semble qu'il faudrait en tenir compte pour le choix même de cette limite.

de l'Italie, a été conduit à des conclusions analogues. Dans ces régions, on constate également avec la plus grande netteté que la fin du Pliocène (Étage *Calabrien*, M. GIGNOUX ; *C. R. Acad. des Sciences*, mars 1910)¹ correspond à une *altitude maximum du niveau de base* et à une période de stabilité probablement assez longue durant laquelle ont pris naissance presque partout de grandes plaines alluviales d'ailleurs fréquemment déformées par les mouvements du sol : la paléontologie et la stratigraphie s'accordent à nous faire placer cette période à la fin du Pliocène, et spécialement à la partie supérieure de l'étage *Calabrien* ou *Villafranchien* (faciès continental) (Le vrai *Sicilien* au contraire correspond à des formations plus récentes et doit être rangé dans le Quaternaire).

La distribution uniforme de ces cailloutis anciens (astiens supérieurs ou calabriens) dans tout le Bas-Dauphiné, en une nappe supérieure de galets de quartzites rubéfiés (750 m. à la Feyta) qui s'abaisse régulièrement vers la vallée du Rhône où elle domine le fleuve de 260 mètres environ sans que l'on puisse — comme pour les nappes plus récentes — reconnaître et délimiter pour cette formation d'anciens thalwegs distincts, a suggéré à l'un de nous (W.K.) (*Bull. Collab.*, 1901, t. XII, p. 160), *l'hypothèse d'un ancien front de glaciers*² unique, très étendu, situé en arrière de celui des glaciations pléistocènes sur le bord des chaînes subalpines ; de cette région auraient découlé des eaux de fonte qui auraient étalé en avant de cette barrière morainique une nappe très étendue d'alluvions comparable à un ensemble d'énormes cônes de déjections en quelque sorte jointifs et confondus sur leurs bords. Ces alluvions pliocènes auraient comblé les vallées ébauchées au début du Pliocène inférieur et sur l'emplacement et la préexistence desquels les fjords de la mer plaisancienne si bien délimités par FONTANNES nous donnent de précieuses indications.

[Il faut avouer cependant que c'est là une pure hypothèse qu'aucune observation positive ne vient confirmer. D'après MM. PENCK et MORRIS DAVIS des cailloutis analogues se montrent, dans beaucoup de points de l'avant-pays alpin et y sont manifestement antérieurs aux formations fluvio-glaciaires les plus anciennes (glaciation güntzienne). Ces nappes alluviales peuvent donc être attribuées également à la seule action fluviale et être imputées à l'action de cours d'eau divaguant au pied des Alpes. Nous savons d'ailleurs qu'il existe dans beaucoup de régions des nappes analogues de cailloutis des plateaux attribuées au Pliocène, sans qu'aucune extension glaciaire y ait été signalée. Il en est ainsi par exemple dans beaucoup de contrées de la France : cf. BRIQUET *loc. cit.* et la « Pénéplaine du Nord de la France » (*Annales de Géographie*, t. XVII, n° 93, 1908).]

Plus tard seulement, grâce à la diminution progressive et au retrait momentané des glaces ainsi qu'à l'individualisation de glaciers distincts, il se serait creusé des thalwegs séparés, dans lesquels des alternances de creusement et de remblaiement auraient déterminé, en contrebas de la nappe de cailloutis des plateaux la formation de terrasses ; pendant la période pléistocène le jeu des glaciations successives aurait ainsi provoqué dans ces vallées la production des systèmes fluvio-glaciaires comprenant chacun des terrasses et des moraines³.

¹ Voir aussi M. GIGNOUX. Résultats généraux d'une étude des anciens rivages dans la Méditerranée Occidentale (*Annales de l'Université de Grenoble*, t. XXIII, fasc. 1).

² Également admis comme éventuellement possible par M. DEPERET en 1895, puis par M. DOUXAMI pour la région jurassienne.

³ C'est à dessein que nous ne parlons pas ici des *mouvements d'ensemble* (mouvements

2° Les cailloutis quaternaires les plus anciens (DECKENSCHOTTER ?) — Les plus anciennes moraines dont l'existence ait été reconnue dans le Bas-Dauphiné sont en même temps les plus externes, celles qui correspondent à l'avancée glaciaire la plus forte. Il est donc naturel de les paralléliser, comme l'ont fait tous les auteurs, avec la plus grande extension glaciaire reconnue dans les Alpes ; c'est-à-dire avec la troisième glaciation, dite de RISS, de MM. PENCK et BRÜCKNER. Quant aux première et deuxième glaciations (GÜNTZ et MINDL) des savants géologues autrichiens, on n'en connaît jusqu'à présent aucune trace certaine dans notre région ; il est probable que ces moraines anciennes ont dû rester confinées tout près des Alpes et ont été entièrement enlevées par les érosions intenses qui ont élargi et approfondi en ce point la vallée de l'Isère.

Mais, par contre, on peut observer en divers points des traces de *cailloutis plus anciens que les terrasses et moraines Rissiennes, mais plus récents que les alluvions du Pliocène supérieur*, en contrebas desquelles ils se présentent. En effet, entre les quartzites du Pliocène supérieur et la haute-terrasse Rissienne affleure généralement le Miocène : et sur le Miocène on retrouve à des hauteurs variables des galets roulés de quartzites. Dans beaucoup de cas on n'a pas, au point de vue topographique, de terrasse bien nette, et il semble bien qu'on ait affaire à des produits de remaniement du Pliocène supérieur. Mais parfois se rencontrent des plaines alluviales d'une certaine étendue. Les plus vastes et les plus nettes sont celles signalées par MM. PENCK et BRÜCKNER le long du Rhône au Nord de Saint-Rambert-d'Albon. Ces auteurs décrivent en particulier le *vaste plateau qui s'étend directement au Sud d'Auberives*, et est parcouru par la route nationale de Lyon à Marseille : ce plateau s'incline vers le Nord, depuis le maximum de 265 mètres à son extrémité Sud jusqu'à celle de 240 mètres près d'Auberives. Aussi MM. PENCK et BRÜCKNER y ont-ils vu la partie septentrionale d'un grand cône de déjections étalé à la sortie de la Bièvre-Valloire. En outre, comme il résulte des explorations personnelles de l'un de nous (M. G.) des traces de ces cailloutis, appartenant au même niveau, se retrouvent à l'altitude de 260 mètres environ entre Saint-Clair et Saint-Prim (lambeaux marqués en *a'* sur la feuille Saint-Etienne).

Plus au Nord encore, existe près de *Chonas* non loin de Condrieu, un lambeau de *terrasse* ancienne très plane (marquée en *a'* sur la feuille Saint-Etienne) atteignant l'altitude de 320 mètres, déjà signalé par M. PENCK et récemment visité par l'un de nous (M. G.) : la forme topographique y est, dans la partie septentrionale notamment, assez bien conservée ; mais les affleurements, très mauvais, ne permettent pas de constater autre chose que la présence sur ce plateau de nombreux galets de quartzites.

épirogéniques) qui ont pu affecter cette pénélaine pliocène du Bas-Dauphiné dont le niveau semble atteindre des altitudes bien supérieures à celles qu'occupent dans la Bresse, les cailloutis de même âge. Ces mouvements — certainement antérieurs aux formations fluvio-glaciaires pléistocènes les plus anciennes — seraient à rapprocher de ceux que M. BRÜCKNER admet pour la région jurassienne. Nous nous contenterons — n'ayant pas suffisamment approfondi ce problème — d'en indiquer ici le grand intérêt.

Il y a lieu également de signaler des lambeaux de terrains de cet âge en contrebas du village de Pommiers au Nord de Faramans, au Nord de Saint-Marcelin (alt. 450 m), près de Vinay (566 m. d'alt.), etc. (W. K.).

Dans la *Basse-Isère*, on peut rapporter en outre au Deckenschotter de très petits lambeaux de terrasses signalés par M. KILIAN, puis par M. PENCK au-dessus de Notre-Dame-de-l'Osier, près de *Vatlieu*. Dans le *Royans*, des cailloutis rubéfiés formant à l'Est de Saint-Jean-en-Royans des témoins de terrasses à environ 500 mètres d'altitude paraissent appartenir au Deckenschotter. On en trouve également des traces au Nord de Saint-Lattier, sur le promontoire qui domine Alixan et au château de la Jonchère, près du hameau des Tioletts, au Nord-Est de Chatuzange¹.

Enfin on pourrait encore multiplier ces citations à l'infini, puisque, comme nous l'avons dit, des cailloutis de quartzites s'observent presque constamment à la surface de toutes les collines miocènes entre les alluvions du Pliocène supérieur et les terrasses rissiennes.

C'est ainsi que M. DE LAMOTHE [64] a distingué récemment aux environs de Valence, un niveau de 100 mètres (au-dessus du Rhône), un de 140-150 mètres, un de 200 mètres et un de plus de 300 mètres. D'ailleurs bien antérieurement, M. DÉPERET [17] en 1895 (et dans la légende de la feuille Valence) avait reconnu des niveaux de 130 à 150 mètres, de 200 mètres et plus. La recherche et l'étude de tous ces niveaux anciens de cailloutis est rendue très difficile et très incertaine par le manque d'affleurements nets : en effet si l'on ne peut étudier une tranchée un peu fraîche et profonde de plusieurs mètres au moins, il est presque impossible de juger de la composition réelle des cailloutis : car en surface les galets calcaires et granitiques, pour peu qu'ils soient devenus friables ont vite fait de disparaître et on n'observe plus alors que des quartzites noyés dans une terre rouge ; l'aspect extérieur est tout à fait analogue à celui des alluvions appauvries de Chambaran, tandis qu'au contraire en profondeur on peut avoir affaire à des cailloutis polygéniques très différents. De plus, les formes topographiques, si l'on en excepte les terrasses citées près d'Auberives (et aussi probablement quelques replats entaillés dans le bord du Massif central) sont trop peu nettes pour se prêter à des mesures altimétriques précises : par exemple au Télégraphe de Châteauneuf, choisi par M. DE LAMOTHE comme point de repère pour un de ses niveaux, il n'y a, comme l'un de nous s'en est assuré récemment par une visite personnelle, aucune trace de terrasse marquée dans la topographie ; on n'y voit que des galets de quartzite épars sur le sommet très étroit d'une colline miocène, et on ne peut certainement en déduire aucune cote précise pour la plaine d'alluvions dont ces galets ont autrefois fait partie².

¹ Dans cette énumération des cailloutis pré-rissiens, nous avons laissé de côté la terrasse de Tourdan, près Beaurepaire, et son prolongement vers Agnin-Roussillon : cette terrasse, signalée par M. KILIAN, puis étudiée par M. PENCK, avait été rapportée par ces auteurs au Deckenschotter : on verra dans la suite pourquoi nous avons été amenés à la considérer comme d'âge Rissien.

² Cependant il semble partout y avoir au moins deux niveaux de ces cailloutis (par exemple, près de Vatlieu à 545 mètres et à 675 mètres), attestant qu'il s'est produit entre le Pliocène sup. et l'époque Rissienne plusieurs cycles d'érosion.

Les cailloutis anciens du Bas-Dauphiné viennent visiblement se raccorder à des *replats entaillés sur la rivedroite du Rhône*, dans les premières pentes du Massif central (régions de Pélussin, Chateaubourg, Tournon et environs de Cornas par exemple) à des niveaux échelonnés à des altitudes de 250 à 400 mètres, c'est à-dire de 150, 180, jusqu'à 300 mètres au-dessus du Rhône. Ces niveaux successifs correspondent à une suite de cycles d'érosion. En dehors des indications contenues dans les travaux précédemment indiqués de MM. KILIAN, DEPÉRET, DE LAMOTHE, il convient de citer, comme se rapportant spécialement à la bordure du Massif central, des observations de M. KILIAN dans la légende de la feuille Privas de la Carte géologique détaillée de France (*Annales de l'Université de Grenoble*, 1909); cet auteur a signalé d'après les observations de TORCAPEL et les siennes propres, une série de niveaux de gros galets de granite et de basalte sur les plateaux de l'Ardèche (Sud-Ouest du Teil et du Pouzin, Balazuc, Rompon) jusqu'à une altitude de plus de 300 mètres au-dessus du Rhône (400 m. à l'Est de Rompon); ces témoins de cycles d'érosion anciens sont nettement antérieurs aux deux terrasses pléistocènes décrites par MM. HAUG et KILIAN aux environs d'Aubenas, Lussas, Ruoms, etc. — (Voir aussi Assoc. française, Congrès de Lyon, 1900).

Quoi qu'il en soit, il est certain qu'il existe sur la rive droite du Rhône de multiples témoins de cailloutis anciens dans lesquels les galets de quartzites d'origine alpine sont remarquablement abondants et ont notablement dépassé vers l'Ouest l'emplacement actuel du fleuve; ces galets de quartzites font progressivement place vers l'Ouest à des galets granitiques et quartziteux provenant du Massif central, qui finissent par dominer exclusivement à une certaine distance du Rhône.

La plus haute de ces nappes représente, comme on l'a vu, le maximum du remblaiement Pliocène supérieur, les autres témoignent de cycles d'érosion répétés dus sans doute à des oscillations négatives du niveau de base datant du début de l'époque pléistocène.

Notons enfin que M. DE LAMOTHE et l'un de nous (W. KILIAN) ont signalé près de Sainte-Marie-du-Mont et du Grand-Crossey dans le haut-Graisivaudan des alluvions alpines extrêmement altérées. Peut-être ces cailloutis sont-ils l'équivalent de nos cailloutis pliocènes. Il serait intéressant de retrouver dans les chaînes subalpines des témoins qui confirment ces observations.

Il convient aussi de rappeler que l'un de nous a signalé dans le bassin de la Durance (en les attribuant au Pliocène) des cailloutis analogues, à Volonne (Basses-Alpes) et près de Veynes (les Egaux, la Freyssinouse) où ils forment de véritables terrasses bien en contrehaut des « hautes terrasses » Rissiennes.

Nous nous contentons donc, pour conclure, de noter la trace de creusements et d'alluvionnements dans une période comprise entre le Pliocène supérieur et la terrasse Rissienne: l'histoire de ces phénomènes ne peut encore à notre avis, être précisée, mais leur sens général ressort nettement: c'est un abaissement général des thalwegs; et ainsi le Quaternaire débute dans notre région par des creusements intenses.

IV. — LES TERRASSES ET MORAINES PLÉISTOCÈNES DE LA BIÈVRE-VALLOIRE

(V. planche II, figure B).

Nous commencerons l'étude des dépôts pléistocènes par la région de *Beurepaire*: c'est là qu'ont été faites, par MM. DEPÉRET, KILIAN, PENCK et BRÜCKNER, les observations les plus anciennes et les plus précises; sur beaucoup de points nous n'aurons donc qu'à confirmer les résultats antérieurement obtenus. De là, nous suivrons les terrasses vers l'amont pour étudier leurs rapports avec les moraines; enfin leur continuation vers l'aval nous conduira tout naturellement à préciser la série des terrasses rhodaniennes à *Saint-Rambert-d'Albon*. Pour faciliter la lecture de ce chapitre, il sera bon d'avoir sous les yeux le diagramme B de la planche II.

Cette vallée est anté-rissienne et probablement antégüntzienne car des lambeaux de terrasses de divers âges montrent qu'elle a commencé à se creuser dès le début du Pléistocène. Comme nous l'avons déjà dit plus haut, le fond plat de la Bièvre-Valloire où ne circule plus actuellement aucun cours d'eau important¹, constitue en réalité une « basse-terrasse ». Puisqu'il se termine, vers le Rhône, par un abrupt dominant le thalweg actuel: c'est à l'observation judicieuse de M. DEPÉRET que l'on doit cette intéressante conclusion. Pour éviter toute ambiguïté, nous donnerons à cette nappe d'alluvions le nom de « *terrasse de Saint-Rambert-d'Albon* », car cette ville se trouve située en grande partie sur l'extrémité aval de la nappe. Cette terrasse (niveau de 30 m. de M. DE LAMOTHE), de Saint-Rambert (158-160 m., le Rhône coulant à 130 m.) se suit avec la plus grande netteté possible jusqu'à Beurepaire. En amont, elle passe, par une sorte de détroit, à travers les moraines anciennes de Faramans que nous étudierons tout à l'heure. Elle vient ainsi se relier (par Marcilloles, Brezins, etc., en accentuant notablement sa pente) d'une manière insensible (après avoir conflué à Marcilloles avec une nappe alluviale venant du Nord) aux *vallums morainiques qui dominent à l'Ouest la gare de Rives*. On a là un exemple tout à fait schématique des relations existant entre moraines et terrasses d'après les conceptions de MM. PENCK et BRÜCKNER. Vues de l'aval (de l'Ouest), les crêtes morainiques dépassent à peine la surface aplanie du « *cône de transition* » et on atteint leur sommet par des pentes insensibles; au contraire vers l'amont (l'Est), le rempart morainique se présente comme un talus à pente abrupte largement recourbé en arc de cercle, concave vers les Alpes. Les vallums morainiques qui se dessinent avec une saisissante netteté entre Miplaine et la gare de Rives², sont d'ailleurs multiples, et il n'entre pas dans le cadre de cette étude de les

¹ Mais où surgissent — dans la portion aval seulement — de grosses sources (le Content, Manthes) donnant naissance à des ruisseaux d'un débit assez notable (v. l'ouvrage de M. BOISSIEUX) [59].

² Voir Feuille *Grenoble* de la Carte géol. détaillée au 80.000^e, 2^e édition (1906) contours de MM. KILIAN et HITZEL. Voir aussi R. BLANCHARD [73].

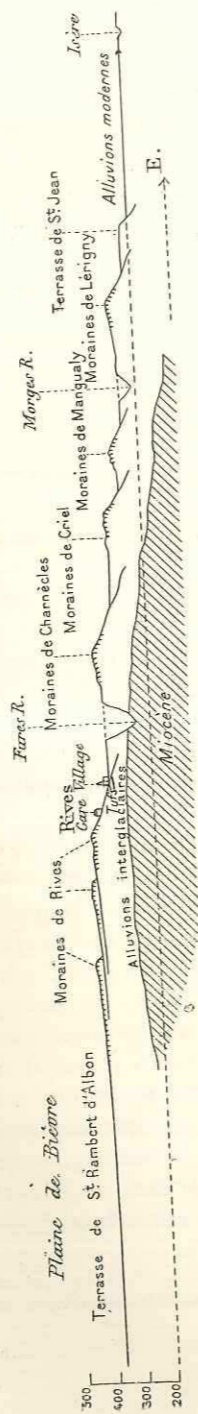


Fig. 1. — Coupe demi-schématique du seuil de Rives montrant les stades successifs du glacier würmien.

décrire en détail. M. HITZEL les a explorés, puis M. RAOUL BLANCHARD [68] en a fait une description très suggestive et en poursuit encore l'exploration détaillée et minutieuse [73]. Nous nous contenterons de retenir les conclusions suivantes :

D'abord les vallums morainiques (et les cônes de transition à stratification inclinée) situés à l'Est et au-dessus de la gare de Rives, étudiés par l'un de nous et figurés sur la feuille Grenoble (2^e édit.) de la Carte géologique, puis décrits par MM. HITZEL et BOISSIEUX (*loc. cit.* p. 24), marquent la fin des courants fluvio-glaciaires dans la Bièvre-Valloire. Comme le fera comprendre le seul examen de la coupe ci-jointe (fig. 1 et planche I), toutes les moraines et alluvions situées en contrebas de la gare et du village de Rives correspondent aux époques où le glacier de l'Isère ne franchissait plus le « seuil de Rives » et était réduit à une seule et unique branche suivant le cours de l'Isère actuelle. Ainsi, l'histoire glaciaire de la Bièvre-Valloire a été terminée bien plus tôt que celle de la Basse-Isère.

Cette même coupe nous montre aussi un fait intéressant : c'est que les formations alluviales qui s'étendent entre la gare et le village de Rives et qui passent sous les moraines de Rives sont nécessairement antérieures à ces moraines : ce sont des alluvions interglaciaires, puisqu'elles se sont déposées avant le maximum glaciaire dont témoignent les moraines, ou mieux encore des « alluvions de progression » pour parler le langage des anciens géologues lyonnais ; car elles se sont formées pendant que le glacier s'avancait progressivement vers l'Ouest, avant qu'il eût atteint son maximum. A ces alluvions sont associés des *tufs* exploités près de l'église de Rives, et qui, s'ils sont, comme il semble, réellement intercalés dans les alluvions, seraient aussi interglaciaires ; l'étude de leur flore et de leur faune entreprise par M. GERMAIN et non encore achevée, serait donc de nature à conduire à des résultats intéressants. Ces alluvions ont été parfois façonnées en terrasses par des érosions ultérieures, mais l'âge de leur masse nous paraît définitivement établi.

Les matériaux dont sont constitués ces moraines ou terrasses sont restés très frais : les mo-

raines (avec cailloux striés et blocs¹ de brèche éogène et de brèche liasique intraalpines (Maurienne ou Tarentaise), granite du Pelvoux, grès houiller, amphibolites) et les alluvions inclinées du cône de transition peuvent s'étudier dans les tranchées et les carrières à l'Est de la gare de Rives ; pour la terrasse on a de bonnes coupes dans le village de Rives et dans les gravières de Saint-Rambert-d'Albon. Partout les caractères sont les mêmes : non seulement en profondeur il n'y a pas le moindre indice d'allération, mais même à la surface on ne rencontre nulle part de zone rubéfiée ou « ferrétisée » : tout au plus de temps en temps quelques galets granitiques sont légèrement kaolinisés, mais la couleur reste toujours grise. Ce sont là les particularités rencontrées par MM. PENCK et BRÜCKNER dans les basses terrasses et dans les moraines würmiennes. Nous ajouterons avec M. HITZEL que l'abondance des amphibolites et des gneiss amphiboliques distingue ces formations des dépôts fluvio-glaciaires du glacier rhodanien si développés dans le Nord du Bas-Dauphiné.

Sur le profil de la figure 1 et dans les planches I et II, fig. B, nous avons représenté avec autant de précision que possible l'allure de cette terrasse ; sa pente est assez faible (0,003 à 0,005 0/0) et très régulière : on remarque toutefois une très légère augmentation de la pente entre La Peyrouse et Beaufort ; ce qui nous semble pouvoir s'expliquer par le fait que l'ancienne vallée se trouvait subitement rétrécie à cet endroit (voir la carte). Dans le sens transversal et ainsi que l'a fait remarquer judicieusement M. HITZEL la région du cône de transition a été plus fortement entamée par les érosions dans la partie sud de la Bièvre.

Enfin nous devons encore appeler l'attention sur une nappe de cailloutis venant du Nord, qui, comme l'indique la carte ci-jointe, « conflue » avec la terrasse de Saint-Rambert près de Marciolles. Cette nappe se prolonge, en contrebas de lambeaux alluviaux plus anciens (Champier, Nantoin, etc.) à l'amont par la vallée de Commelle-Eydoche. Et de même que le thalweg principal de la Bièvre est barré par les moraines de Rives, cette vallée affluente se termine aussi en amont par un « cône² de transition » très bien caractérisé qui découle des magnifiques moraines de Châbons. La topographie des vallums morainiques est ici des plus nettes : le versant ouest de ces bourrelets s'incline en pente douce vers la nappe alluviale, tandis que leur versant est domine brusquement la dépression centrale marécageuse où se trouve le hameau du Lac. Mais nous sortons ici de notre cadre, car cette belle topographie est l'œuvre d'une branche du glacier rhodanien, venant du Nord-Est. Aussi sans insister davantage nous nous contenterons de remarquer l'harmonie parfaite avec laquelle confluent ces deux nappes fluvio-glaciaires découlant de glaciers si différents. C'est donc une influence d'aval, celle du niveau de base, qui a commandé leur altitude.

Revenons maintenant aux environs de Beaurepaire pour y étudier les cailloutis

¹ Ces blocs, jadis innombrables dans le Bas-Dauphiné, et dont MM. FALSAN et CHANTRE (5) ont donné un précieux catalogue et des cartes de répartition, ont en partie disparu, par suite de leur utilisation pour les constructions.

² Reconnu depuis longtemps par l'un de nous (*v. ante*).

antérieurs à la terrasse de Saint-Rambert. Cette dernière terrasse est dominée là par un abrupt au pied duquel s'abrite la petite ville de Beaurepaire; cet abrupt est constitué par une terrasse plus haute qui s'étend sans interruption, avec une remarquable régularité, de Beaurepaire à Saint-Rambert-d'Albon; nous l'appellerons *terrasse de La Peyrouse*, petit village qui s'y trouve situé à l'Ouest de Beaurepaire. C'est la terrasse de 50 mètres de M. DE LAMOTHE.

Au-dessus encore se trouve la terrasse appelée par M. KILIAN *terrasse de Tourdan* et par M. HITZEL « terrasse des Olivières », rapportée, comme nous l'avons dit, par MM. PENCK et KILIAN au Deckenschotter. La question du raccord de ces diverses terrasses avec les moraines correspondantes demande donc à être examinée soigneusement; aussi avant de poursuivre l'étude des terrasses allons-nous dire quelques mots des *moraines*.

A la hauteur de Beaufort, la Bièvre-Valloire est en effet barrée par un gigantesque *vallum de moraines frontales*. Au Nord, c'est une longue crête boisée qui, du village de Faramans, s'étend jusqu'à Pajay; ce bois d'Antimont s'élève jusqu'à l'altitude de 440 mètres. Puis, au Sud de Pajay, vient une région de collines irrégulières formant un « pays de moraines » des plus typiques. Coupées par la dépression de Beaufort dans laquelle nous avons déjà vu le prolongement de la terrasse de Saint-Rambert, ces collines se retrouvent au Sud de cette dépression entre Beaufort et Thodure: là le Glaciaire s'élève encore jusqu'à près de 400 mètres. La nature glaciaire des collines de Faramans et Thodure était déjà connue de CH. LORY et de FALSAN et CHANTRE, et actuellement d'ailleurs il existe de nombreuses coupes naturelles permettant de se rendre compte nettement de leur constitution. Citons, par exemple, les tranchées montrées par les chemins creux qui se dirigent au Sud du village de Beaufort; à l'Ouest de Pajay, près du lieu dit les Granges, existe également une grande gravière dans le soubassement du bois d'Antimont; mais les meilleures observations peuvent être faites dans une grande carrière à une centaine de mètres à l'Ouest de l'église de Faramans; on voit là sur une dizaine de mètres d'épaisseur du Glaciaire des plus typiques: des cailloux striés et de gros blocs erratiques d'origine alpine et subalpine (calcaires urgoniens, spilite du Drac, granites, etc.) emballés dans des boues argileuses. La teinte générale de l'ensemble est jaune et non plus grise comme dans les moraines de Rives: la plupart des cailloux granitiques tombent en poussière au moindre choc. De plus, à la surface et sur une profondeur qui varie de 0 m. 50 à 2 mètres environ, s'étend une zone rubéfiée très irrégulière à laquelle l'oxydation des sels ferrugineux a donné une teinte rouge bien accusée; beaucoup de galets calcaires n'existent plus qu'à l'état de squelettes.

Ainsi ces moraines de Faramans-Thodure, qui sont les formations glaciaires les plus externes jusqu'à présent connues de la Bièvre-Valloire, sont en même temps les plus altérées¹. Tous ces faits sont donc d'accord pour les faire considérer

¹ Il semble toutefois que l'on puisse distinguer dans cet ensemble plusieurs *vallums* cor-

comme comparables aux moraines Rissiennes de MM. PENCK et BRÜCKNER, tandis que les moraines de Rives seraient Würmiennes. Cela étant établi, nous allons rechercher maintenant où l'on doit voir la terrasse Rissienne qui leur correspond à l'aval¹.

La haute crête du bois d'Antimont, sur son versant nord-ouest, domine une belle terrasse d'une netteté parfaite qui depuis Saint-Barthélemy suit la rive gauche du ruisseau du Suzon et se prolonge vers le Nord jusqu'entre Pommiers et Faramans, puis vers Commelles et Eydoche. Il est de toute évidence que l'on a ici la continuation directe de la terrasse de la Peyrouse, dont elle n'est séparée que par la gorge étroite où coule le Suzon. En voyant ainsi cette terrasse venir buter contre les moraines de Faramans, MM. DEPÉRET, KILIAN et PENCK en avaient conclu à la contemporanéité de ces deux formations. Mais une analyse plus minutieuse des conditions topographiques montre facilement qu'il n'en est rien. En effet, le versant nord-ouest du bois d'Antimont est particulièrement abrupt comme on peut bien s'en rendre compte en l'examinant de profil, par exemple de la route de Faramans à Pommiers²: les points les plus élevés (425-440 m.) de la moraine dominant immédiatement et de près de 80 mètres, la terrasse qui s'étend à ses pieds; le *vallum* morainique d'Antimont au lieu de tourner vers les Alpes son versant le plus escarpé, a au contraire des pentes plus raides vers l'extérieur. Ce ne sont point là les relations topographiques qu'offrirait une moraine et le cône de transition lui faisant suite. En résumé, la raideur et la régularité de la pente de l'*abrupt* rectiligne qui termine au Nord-Ouest les moraines du bois d'Antimont, nous portent à y voir un *talus d'érosion* et non une surface de raccordement entre crête morainique et terrasse. Dans ces conditions, ce n'est pas dans la terrasse de la Peyrouse que nous devons chercher le prolongement de la moraine de Faramans, mais bien dans une terrasse plus haute, telle que la terrasse de Tourdan³ (Voir la figure 2).

Nous allons pouvoir confirmer et préciser ces prévisions en poussant nos observations plus loin vers le Sud. La route qui monte de Saint-Barthélemy à Pajay, nous donne en effet une bonne coupe de la terrasse qui domine à l'Est le Suzon; on a là des cailloutis bien roulés (spilite du Drac, etc.), d'aspect très frais, contrastant vivement avec l'altération profonde du Glaciaire de Faramans; c'est

respondant à des stationnements successifs dont le plus extérieur, le plus accentué et le plus ancien serait celui d'Antimont.

¹ Après CH. LORY, FALSAN et CHANTRE et MM. DEPÉRET et KILIAN, M. le Capitaine HITZEL a décrit en détail cet ensemble morainique qui vient se placer sur la limite tracée par CH. LORY, sur la feuille Grenoble (1^{re} édition) de la Carte géologique, de l'extension maxima des glaciers Dauphinois.

M. BOISSIEUX (*loc. cit.*) a donné d'intéressants détails sur cette région. — Une carte détaillée des *vallums* glaciaires a été publiée par M. HITZEL [42].

² Nous avons eu le plaisir de parcourir cette région en compagnie de M. CH. JACOB et d'échanger avec lui à ce sujet des idées qui ont contribué à nous conduire aux conclusions adoptées dans le présent travail.

³ MM. PENCK et BRÜCKNER eux-mêmes avaient fait remarquer que, dans sa partie amont, près des Olivières, la terrasse de Tourdan a une pente très forte qui tendrait à faire croire à l'existence d'un cône de transition.

encore là un argument pour nous faire considérer la *terrasse* comme bien plus récente que la *moraine*. A cet endroit la terrasse de la Peyrouse contient d'après M. PENCK des cailloux striés ; en tout cas, il ne s'agit certainement pas là d'un véritable dépôt glaciaire ; on ne peut avoir affaire tout au plus qu'à un « cône de transition » comme l'indique la pente générale assez forte de la terrasse, et la présence de cailloux striés nous indique seulement le voisinage de moraines que nous aurons à rechercher peut-être dans les environs de Pajay, mais qui à notre avis ne peuvent être les moraines d'Antimont (v. fig. 2).

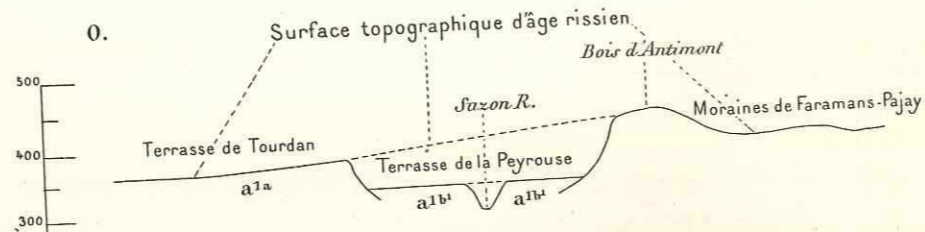


Fig. 2. — Coupe demi-schématique montrant les relations des moraines de Faramans avec les terrasses de la Valloire.

Enfin l'argument le plus typique en faveur de notre manière de voir nous est fourni par l'étude des environs de Beaufort et de Thodure où MM. HITZEL et BOISSIEUX ont retrouvé les trois vallums des environs de Faramans : au Sud de Beaufort s'étendent une série de vallums morainiques alignés à peu près Nord-Ouest-Sud-Est ; la plus élevée et la plus nette de ces crêtes ainsi orientées passe par le point 374. Si de ce point on se dirige vers le Sud-Ouest, on parcourt une région de collines à larges ondulations ; c'est un « paysage morainique » des plus typiques, s'étendant à peu près jusqu'au petit vallon où coule encaissé le ruisseau de Dollure qui a ici une direction Nord-Ouest-Sud-Est, sensiblement parallèle à celle des vallums morainiques. Sur la rive droite de ce petit ruisseau, plusieurs coupes naturelles montrent qu'il s'agit bien là de formations glaciaires à gros blocs erratiques dont l'altération est identique à celle que nous avons constatée à Faramans ; mais ici l'abondance des cailloux roulés et le rôle peu important joué par les boues argileuses indiquent déjà qu'on approche d'un « cône de transition ». Et, en effet, au delà du Dollure, la surface vallonnée des moraines se régularise peu à peu tout en s'abaissant ; on passe d'une manière insensible et sans rupture de pente à une terrasse des plus typiques¹ : c'est la *terrasse de Marcolin* qui se prolonge en une bande étroite vers l'Ouest jusqu'au voisinage de Lens-Lestang.

Ainsi nous voyons ici de la manière la plus nette le Glaciaire développé dans la région de Beaufort se raccorder avec la terrasse de Marcolin. Il nous reste

¹ M. BOISSIEUX (*loc. cit.*, p. 14) a indiqué de son côté l'existence de deux niveaux de cailloutis dans la « haute terrasse » près de Marcolin.

donc à préciser les rapports de celle-ci avec les terrasses que nous avons appris à distinguer au Nord de Beaurepaire.

Or la terrasse de Saint-Rambert, sur laquelle se trouve la station de Beaurepaire, est dominée au Sud par une terrasse très étendue, la *terrasse du Peloux*¹ (La Grande-Biesse, le Peloux), exactement comme elle est dominée au Nord par la terrasse de la Peyrouse. Il est visible que ces deux nappes d'alluvions qui s'étendent de part et d'autre du fond de la Valloire ne peuvent être séparées : il y a bien au niveau de Beaurepaire une très légère différence d'altitude (environ 5-10 m.) entre la nappe du Nord et celle du Sud ; cette différence est sensible au baromètre et peut s'apercevoir même à l'œil quand placé sur l'une de ces terrasses on regarde l'autre. Mais elle s'atténue plus en aval, de sorte que si dans une étude locale détaillée on était amené à distinguer la terrasse du Peloux de celle de la Peyrouse, il n'y a néanmoins pas de doute qu'il ne s'agisse là simplement de deux « nappes subordonnées », pour parler le langage de M. PENCK². Ces légères variations d'altitude peuvent encore s'expliquer d'ailleurs si l'on réfléchit que l'on est là tout près d'une confluence : au Nord la vallée du Suzon et à l'Est celle de la Bièvre-Valloire, toutes deux parcourues par des cours d'eau fluvio-glaciaires. On sait que les irrégularités de l'altitude des terrasses et même la formation de « fausses terrasses » sont souvent fréquentes au voisinage des confluents³.

Nous pouvons donc, sans aucun doute, au point de vue général auquel nous nous plaçons, voir dans la terrasse du Peloux, l'équivalent de celle de la Peyrouse.

Poursuivant notre raisonnement, nous remarquons que la terrasse de Marcolin domine la terrasse du Peloux exactement comme, au Nord de Beaurepaire, la terrasse de Tourdan dominait celle de la Peyrouse. Ainsi la terrasse de Marcolin ne serait autre que le prolongement de la terrasse de Tourdan⁴, la comparaison des cotes d'altitude sur les deux terrasses confirme tout à fait cette conclusion. Et alors puisque nous venons de constater que les moraines de Beaufort se prolongent par la terrasse de Marcolin il s'ensuivra nécessairement que les moraines de Faramans doivent se raccorder avec la terrasse de Tourdan. Ainsi, la terrasse Rissienne de la Bièvre-Valloire *est non pas la terrasse de la Peyrouse*, comme on le croyait jusqu'à présent, mais *bien la nappe d'alluvions de Tourdan-les-Olivières*.

L'indépendance des moraines de Beaufort et de la terrasse du Peloux (c'est-à-dire de la Peyrouse) nous est d'ailleurs encore prouvée par une petite observation d'ordre purement morphologique. Reprenons en effet l'examen du cours du

¹ MM. HITZEL [42] et BOISSIEUX ont décrit cette terrasse en détail en la considérant comme une « haute terrasse ».

² L'un de nous a signalé cette disposition en 1908 (*Bull. Carte géol.*).

³ Quoi qu'il en soit, nous avons indiqué sur le schéma B de la planche II l'individualité hypothétique de cette nappe subordonnée.

⁴ Ou peut être d'une nappe plus basse, subordonnée à cette terrasse de Tourdan, nappe que nous décrirons plus loin sous le nom de terrasse de Grangeneuve et du château de Montbreton.

Dollure, petit ruisseau dont nous avons déjà parlé plus haut. Dans son cours supérieur au Sud-Ouest de Beaufort, ce ruisseau coule profondément encaissé dans le complexe fluvio-glaciaire de Beaufort-Marcilin. Le creusement est là, de toute évidence, nettement postérieur à l'âge de la surface de ce complexe. Or en débouchant, près de Gaillat, sur la terrasse du Peloux, le ruisseau se trouve tout à fait de niveau avec la surface de cette terrasse : car l'érosion régressive actuelle n'est point encore remontée jusque-là. Le creusement dont nous parlons a donc été réglé par la terrasse du Peloux fonctionnant comme niveau de base, et puisque ce creusement est postérieur au système fluvio-morainique de Beaufort il s'ensuit que la terrasse du Peloux est nécessairement, elle aussi, postérieure à ce système. D'ailleurs, la rupture de pente par laquelle les moraines viennent dominer la terrasse du Peloux présente les mêmes caractères de régularité, de raideur et de développement rectiligne, que nous avons constatés pour les moraines d'Antimont ; là aussi nous devons voir un talus d'érosion et non une pente de raccordement entre terrasse et moraine.

Enfin un autre argument en faveur de notre manière de voir résulte de l'étude des terrasses à l'Est de Beaufort. En effet, il est facile de constater que la terrasse de la Peyrouse, loin de se terminer au contact des moraines de Faramans, *se prolonge en amont de ces moraines*, en s'insinuant dans le détroit où passe la voie ferrée entre Beaurepaire et Marcilloles. Sur le versant sud, la terrasse du Peloux se continue par un *gradin* étroit plaqué contre les moraines de Beaufort, mais qui s'arrête un peu avant d'atteindre ce village, car à Beaufort même, la base des premières pentes qui dominent le fond de la Bièvre se montre déjà constituée par le glaciaire Rissien (affleurement dans le bas du village). Au Nord, au contraire, la prolongation est beaucoup plus nette : la terrasse de la Peyrouse que nous avons déjà retrouvée sur la rive gauche du Suzon, au pied des domaines de Faramans, se recourbe vers le Sud-Est en entourant les moraines de Pajay, au pied desquelles elle forme de *larges replats* (Gouras, les Poipes, le Collet) ; on la suit ainsi jusque près de Marcilloles. Et plus en amont sur la feuille Grenoble, c'est encore elle qui se retrouve à Sardieux et au Sud de la Bièvre dans la région de Saint-Siméon de Bressieux, Saint-Etienne de Saint-Geoirs (*a^{1a}* de la feuille de Grenoble) ; l'un de nous (W. K.) avait d'ailleurs déjà considéré cette *terrasse de Sardieux* comme équivalente de la terrasse de la Peyrouse, mais avec les idées que l'on se faisait alors, il avait été forcé d'interpréter cette observation en supposant que la continuité entre la terrasse de Sardieux et la terrasse de la Peyrouse se faisait *par dessous* les moraines de Faramans (cf. légende de la feuille Grenoble) (*2^e* éd.) ; dans cette hypothèse, le glacier Rissien aurait passé par dessus la terrasse de Sardieux sans en altérer en rien la topographie ¹. Avec notre nouvelle interprétation, cette difficulté disparaît d'elle-même.

² Peut-être, au point de vue de l'altération, cette terrasse de Sardieux se montre-t-elle un peu plus ancienne que celle du fond de la Bièvre : l'un de nous y a en effet signalé un revêtement de limons à Faramans, Sardieux, Saint-Siméon de-Bressieux. Du reste ces limons nous paraissent bien différents du véritable Löss que nous verrons plus loin exister sur la terrasse Rissienne. M. Hirtzel les désigne sous le nom de « limon lœssolite ».

En même temps s'explique facilement la structure de la vallée latérale affluente de Faramans, Commelles, Nantoin, Longechenal. Nous avons déjà vu que le fond de cette vallée était occupé par une nappe d'alluvions se reliant à l'aval (par Marcilloles) à la terrasse de Saint-Rambert, et à l'amont au vallum morainique du Lac, près de Chabons, vallum qui correspond ainsi tout à fait aux moraines de Rives et en arrière duquel une vaste cuvette terminale est en partie occupée par le lac de Paladru. Or on retrouve sur les bords de cette vallée *le prolongement de la terrasse de la Peyrouse* ; ce sont les replats (inférieurs aux cailloutis du Deckenschotter et du Pliocène) encerclant la moraine de Faramans, puis se continuant par Commelle, Nantoin, Eydoche (où ils ont été marqués *a^{1a}* sur la feuille Grenoble) et supportant une couverture de limon, jusqu'aux moraines Würmiennes des environs de Bizannes et de Saint-Didier, plus élevées et un peu plus anciennes que le vallum morainique du Lac.

Il nous reste maintenant à rechercher *les moraines qui, dans la plaine de la Bièvre, correspondent à la terrasse de la Peyrouse-Sardieux*. (Terr. de Jarcieux, de Sardieux-les Feuges et de Saint-Siméon de Bressieux de M. HIRTZEL). Cette terrasse étant pour ainsi dire enserrée entre la terrasse de Tourdan qui correspond aux moraines de Faramans-Beaufort et la terrasse de Saint-Rambert, qui découle des moraines de Rives, les moraines en question doivent comme âge et comme situation topographique se placer entre celles de Faramans et celles de Rives. Or il existe des preuves d'un stationnement glaciaire, postrissien, où le glacier Würmien de la Bièvre s'est avancé *bien en aval de Rives*. On retrouve en effet entre la Côte Saint-André et la Frette et vers le Grand Lemps une longue crête morainique (moraine latérale ou drumlin) signalée d'abord par le capitaine HIRTZEL [44], et bien figurée sur la feuille Grenoble ¹. Dans le voisinage, d'ailleurs, la haute terrasse, à surface ondulée, se montre nettement formée de matériaux glaciaires ; on peut s'en convaincre dans les tranchées de la route et du tramway de Roybon, immédiatement au Sud de la gare de la Côte Saint-André. (W. K.) ; M. HIRTZEL [42] signale le même fait pour les environs de Sardieux (La Rivoire). Enfin près de Châtenay, du château de Bressieux, à l'Est et à l'Ouest d'Izeaux s'observent (ainsi que l'a également constaté M. HIRTZEL) des moraines latérales extrêmement nettes, bien marquées sur la feuille Grenoble ; leurs *vallums* que nous avons étudiés en détail viennent *contourner la montagne de Parménie* et se recourber ainsi vers la Basse Isère. Ces moraines d'Izeaux et de Parménie sont certainement antérieures au stade de Rives, car elles dominent nettement le fond de la Bièvre. Mais d'autre part, par leur fraîcheur de formes, leur peu d'altération et leur situation topographique, elles n'ont

¹ Indiquée par l'un de nous en 1904.

² Voir aussi BOISSIEUX [61]. Ce dernier auteur figure des moraines (moraine de rétrécissement du séminaire de la Côte Saint-André, moraines de la Côte-Gillonay), reposant sur la terrasse de Sardieux.

rien de commun avec la glaciation Rissienne qui a laissé des blocs erratiques jusqu'au sommet de Morsonnas et des amas morainiques au N. de la Bièvre au-dessus de Guillonnay, de Balbins, etc. (HITZEL). Ainsi nous pouvons retrouver des traces d'un stationnement glaciaire certainement postérieur à la glaciation Rissienne de Faramans Thodore auquel nous donnerons le nom de « *stade de la Côte Saint-André* »¹. (Glaciation de la Frette-la-Côte-Saint-André de M. HITZEL). Il n'a point laissé de moraines frontales actuellement visibles dans la topographie. Intimement relié au « *stade de Rives* », il correspond au maximum de la glaciation Würmienne dont le stade de Rives (Gl. de Miplaine-Rives de M. HITZEL) marquait une phase de retrait.

En résumé, nous sommes donc conduits pour ces terrasses de la Bièvre-Valloire aux conclusions suivantes (v. pl. II, B.) :

1° La terrasse de Tourdan se raccorde aux moraines *Rissiennes* de Faramans-Beaufort : c'est donc une *haute-terrasse*.

2° Aux moraines Würmiennes de Rives se relie la terrasse de Saint-Rambert qui doit par suite être considérée comme une *basse-terrasse*.

3° Quant à la terrasse de la Peyrouse-Sardieux indubitablement postérieure aux moraines de Faramans, son état d'altération la rattache à la glaciation Würmienne : elle correspond au maximum de cette glaciation (stade de la Côte Saint-André) dont elle porte les moraines (Sardieux, la Côte Saint-André) ; c'est donc une *basse-terrasse*.

*
*
*

Prolongement de ces terrasses vers le Rhône ; le Loess

I. — Nous avons déjà indiqué que la *nappe d'alluvions formant le fond de la Bièvre-Valloire* se prolongeait jusqu'à Saint-Rambert-d'Albon, petit village qui nous a servi à la dénommer. Dans sa partie aval, cette nappe a été entamée par l'érosion régressive due au petit ruisseau de Collières qui passe au Nord de Coinaud : il existe donc là une langue étroite d'alluvions modernes fort exactement indiquée sur la feuille Saint-Etienne de la carte géologique détaillée.

II. — Quand à la *terrasse de la Peyrouse*, elle se prolonge aussi jusque très près du Rhône : la rupture de pente qui la sépare de la terrasse de Saint-Rambert se continue sous forme d'un talus d'érosion presque rectiligne, par la Peyrouse, Epinouse, le château de la Chat, les Clavettes, jusqu'à la ferme de Bon-Repos tout près de Saint-Rambert. Le long de ce talus on peut voir plusieurs gravières qui montrent de beaux affleurements : il est ainsi facile de constater que les matériaux de cette terrasse sont restés très frais ; cela confirme notre interprétation qui nous l'a fait considérer comme une *basse-terrasse*. Dans sa partie nord cette nappe d'alluvions a été entamée par le petit ravin récent où coule le

¹ Le capitaine HITZEL avait déjà attiré l'attention à ce sujet, mais ses observations et ses contours géologiques sont souvent difficiles à interpréter.

Dolon, car un fragment s'en retrouve au Nord de ce ruisseau : il forme le plateau d'Ilorpieux à l'Est de Chanas ; d'autres lambeaux se retrouvent le long du Rhône à partir du village de Chanas qui est en partie construit sur l'un d'eux, mais il n'entre pas dans le cadre de cette étude de les suivre plus au Nord.

Sur le versant sud de la Bièvre la terrasse de la Peyrouse que nous avons retrouvée au Peloux, à la hauteur de Beaurepaire, se prolonge par Moras et Saint-Sorlin jusqu'à Anneyron : les cotes indiquées par la carte d'état major aux environs de ce dernier village (235-232 m.) pourraient faire croire en cet endroit à l'existence d'une terrasse plus élevée ; mais d'après des observations barométriques effectuées par l'un de nous il semble y avoir là simplement une erreur et ces cotes devraient en réalité être réduites de plus de 20 mètres.

III. — Quant à la *terrasse de Tourdan*, son prolongement est plus difficile à retrouver vers l'aval ; l'abrupt qui la sépare de la terrasse de la Peyrouse est encore très net à Pact, mais plus à l'Ouest les formes du terrain deviennent très indécises. Aux environs de Bougé-Chambalud on en retrouve la trace : car ici le plateau où se trouvent Saint-Sulpice, Bel-Air, Grange-Neuve domine très nettement la terrasse de la Peyrouse (ainsi Grange-Neuve, (226 m.), est sur la terrasse de Tourdan, tandis que Chambalud, (204 m.), est sur la terrasse de la Peyrouse). Ainsi la terrasse de Tourdan peut être retrouvée jusque dans le promontoire où s'élève le château de Montbreton. En étudiant des panoramas d'ensemble de la région (par exemple des collines d'Anneyron) on aura une vue exacte de ces particularités topographiques. Le promontoire de Montbreton se raccorde au Nord de Chanas avec un vaste plateau dominant ce village et déjà étudié par MM. PENCK et BRÜCKNER qui l'appellent *terrasse d'Agnin-Roussillon* ; ces auteurs y ont vu, comme nous, le prolongement de la terrasse de Tourdan : ils ont longuement insisté sur l'état d'altération de ces cailloutis ; la surface du plateau ne montre plus guère en effet que des blocs de quartzites. Malheureusement aucune coupe ne permet de se rendre compte nettement de l'état d'altération en profondeur : tout nous porte à croire qu'on y reconnaîtrait des caractères identiques à ceux du Glaciaire de Faramans. Les cotes d'altitude sur ce plateau sont d'ailleurs assez variables : 208 mètres aux Guyots, près de Chanas ; 230 mètres près d'Agnin et de Roussillon ; il n'existe aucune rupture de pente bien nette qui nous force à voir là deux terrasses distinctes, pourtant il est très possible qu'il y ait là des traces de *deux nappes subordonnées*¹ : c'est l'in-

¹ Dans cette hypothèse il faudrait distinguer : 1° une *nappe supérieure* passant par le bas des villages d'Agnin et de Sonnay, puis se continuant à Ville-sous-Anjou et au Nord de Roussillon (Pré-François, 243, cote 244 au Nord du Péage) ; c'est là le prolongement de la terrasse de Tourdan ; 2° un *niveau un peu inférieur* visible à Grange-Neuve (où il est très ferrétisé avec cailloux alpins variés et granites altérés et supporte une couverture de loess de 2 mètres environ), à Gaulas, au Château de Montbreton (niveau de 100 mètres de M. de LAMOTHE, 1906), aux Guyots près de Chanas et formant le plateau Agnin-Roussillon. Peut-être faudrait-il voir là spécialement le prolongement de la terrasse de Marcolin. M. BOISSIEUX, *loc. cit.* a indiqué l'existence de différences de niveau entre les Oliviers 346 m. et Simandre 381 m. ; cette pente si prononcée annonce le voisinage d'un cône de transition et de moraines.

interprétation qui a été indiquée, sous toutes réserves dans notre profil. Sur notre carte au contraire ces deux nappes n'ont pas été séparées (Pl. I, pl. II, B).

La haute-terrasse ou terrasse de Tourdan présente partout des caractères d'altération aussi accusés que les moraines de Faramans; aux environs des Olivières elle est recouverte d'un limon argileux qui donne lieu à la formation de nombreux étangs; aussi la surface de la terrasse est-elle, dans cette région, restée presque entièrement inculte (cf. BLANCHARD, *loc. cit.*). Plus en aval apparaît un autre caractère d'importance capitale: il est facile de constater, en effet, ici la présence d'une épaisse couverture de *löss*. Des coupes très démonstratives à ce sujet peuvent s'observer sur la route de Chanas à Bougé et en particulier au Nord des Falques: les tranchées de la route montrent là plusieurs mètres de *löss* typique, avec «poupées» calcaires et les petits gastropodes terrestres de la faune habituelle du *löss*; un point très favorable se trouve sur la route de Gaulas à Agnin, un peu avant la descente dans le vallon qui sépare ces deux localités; là on peut observer la superposition du *löss* aux cailloutis de la haute-terrasse; ces derniers, jaunes en profondeur, présentent au contact du *löss* une couche rubéfiée d'épaisseur variable et les derniers galets se montrent en quelque sorte noyés dans le *löss* qui vient les recouvrir. Ainsi là, il semble y avoir eu entre le dépôt des alluvions fluviales et le dépôt du *löss* une longue période continentale durant laquelle la surface des cailloutis est restée exposée aux seules actions atmosphériques, et c'est à la fin de cette période qu'aurait eu lieu la formation du *löss*. A la Dietta M. BOISSIEUX signale une ferrétisation très nette de la Haute-Terrasse. Enfin des puits creusés dans la partie basse d'Agnin ont traversé environ 5 mètres de *löss* puis finalement atteint les alluvions anciennes (sans avoir naturellement rencontré de niveau aquifère, toutes ces formations étant perméables).

M. PENCK qui a attribué une grande importance au *löss* pour la chronologie des terrasses dans les Alpes centrales et orientales déclare n'en avoir jamais rencontré dans la vallée du Rhône au Sud de Vienne: il est d'ailleurs exact que, suivant la remarque de cet auteur, les géologues français ont, sur les cartes, indiqué comme *löss* des formations toutes différentes, par exemple de simples limons de ruissellement. Les observations que nous indiquons auraient donc une réelle importance si, comme il semble, on a là affaire au véritable *löss* typique¹.

Par contre, dans la Bièvre-Valloire le *löss* paraît manquer constamment sur les basses-terrasses. Nous avons vu précédemment que ces dernières ne montraient que des limons de ruissellement ne pouvant être aucunement assimilés au *löss* véritable.

Ainsi le *löss* caractériserait ici la haute-terrasse, à l'exclusion des terrasses plus récentes. Certaines observations sembleraient prouver qu'il existe, non seulement sur la surface de la haute-terrasse² mais aussi sur les talus de cette

¹ D'ailleurs l'existence de *löss* en amont de Vienne semble également prouvée par l'existence d'affleurements typiques connus depuis longtemps, sur le versant nord de la montagne de Crusol.

² Aux environs de Tourdon le *löss* a fourni *Helix arbustorum* L., *Helix plebeia* (type

terrasse dominant la basse: dans ce cas on pourrait concevoir sa formation comme nettement postérieure à la période glaciaire Rissienne et contemporaine d'une période d'érosion et de recul des glaciers (époque interglaciaire Riss.-Würm.).

Nous avons essayé dans le schéma ci-joint, (planche II B), de synthétiser l'ensemble des observations altimétriques faites sur les terrasses et moraines de la Bièvre-Valloire, de façon à donner l'idée la plus exacte possible de leurs rapports de hauteur et de leur pente. Comme on le voit les profils obtenus sont très réguliers et sensiblement parallèles pour toutes les terrasses au moins dans la partie aval. Les pentes moyennes sont relativement fortes, comme il sied à des torrents glaciaires issus d'une branche glaciaire latérale et allant rejoindre directement une grande vallée fluviale: la Bièvre n'a jamais été en effet pour le glacier de l'Isère qu'un «trop plein», pour ainsi dire. L'établissement de ces profils détaillés nous a fait remarquer une petite irrégularité qui apparaît même sur l'échelle réduite de la figure; les deux basses-terrasses subissent entre Beaufort et Beurepaire une légère augmentation momentanée de leur pente. Cette particularité nous paraît due au fait que les terrasses se trouvent resserrées dans l'étroit de Beaufort; elle est à rapprocher également de la présence possible de fausses terrasses et d'une nappe subordonnée aux environs de Beurepaire.

V. — LES TERRASSES RHODANIENNES ENTRE SAINT-RAMBERT-D'ALBON ET VALENCE

Nous avons suivi les terrasses de la Bièvre jusque dans les environs de Saint-Rambert-d'Albon. Là elles se raccordent évidemment aux terrasses rhodaniennes. Le Rhône quaternaire devait vraisemblablement couler à peu près dans des conditions analogues à celles du Rhône actuel: aussi, pour suivre les terrasses fluviales le long de ses rives, peut-on accorder une attention particulière à leur altitude relative au-dessus du thalweg actuel. Le général DE LAMOTHE a exposé avec une grande précision le mode de formation des terrasses dans les grandes vallées fluviales; aussi renvoyons-nous le lecteur à l'étude si complète et si documentée qu'il a publiée à ce sujet¹. Evidemment il est possible que la pente du fleuve au cours du Quaternaire ait été différente de la pente qu'il a aujourd'hui. Mais étant donné d'une part qu'il s'agit d'une très grande vallée creusée depuis longtemps et déjà éloignée des fronts glaciaires, et d'autre part que la distance sur laquelle nous aurons à suivre les terrasses (il y a 45 kilom. environ entre Saint-Rambert et Valence) n'est pas très grande, il semble bien que nous

et var. *Falsani*). Une formation analogue aux *löss* existe également près de Saint-George d'Espéranche (Isère) (W. K.).

¹ *Bulletin de la Société géologique de France*, 1901, 4^e série, t. I.

puissions ici utiliser les données altimétriques à condition de ne pas le faire avec le souci d'une précision supérieure à celle que peuvent donner des observations sur le terrain.

Nous devons donc commencer par évaluer aussi exactement que possible les diverses *altitudes des terrasses* sur la rive gauche du Rhône, au confluent de la Bièvre.

Pour la *terrasse de Saint-Rambert*¹, la région la plus favorable à cette évaluation est le plateau situé au Sud de cette ville; ce plateau, en continuité évidente avec la nappe inférieure de la Bièvre, domine le Rhône d'un talus régulier haut de 25 mètres environ : car son altitude absolue est de 160 mètres à 5 mètres près, tandis que le fleuve coule à 135 mètres environ.

Cette terrasse de Saint-Rambert peut ainsi être suivie sans interruption jusqu'à Andancette. Nous la retrouvons en particulier au croisement de la route nationale avec la route d'Andance : elle s'est abaissée là à 135 mètres, mais domine encore de 25 mètres le Rhône qui coule ici à 130 mètres environ (observations barométriques effectuées par l'un de nous) (les contours de la feuille Valence devraient ici être légèrement modifiés, et la limite de l'*a*² (alluv. modernes) et de l'*a'* (basse terrasse) reportée un peu plus au Sud). Plus au Sud nous perdons les traces de notre terrasse. Mais entre Saint-Vallier et Laveyron, à Olforel, on peut reconnaître un ancien lit du Rhône séparé de son cours actuel par une petite colline granitique. Ce petit tronçon de vallée morte est aujourd'hui emprunté par le chemin de fer et la route nationale, et les cailloutis y forment un seuil atteignant l'altitude de 150 mètres environ : nous y reconnaissons le prolongement de notre terrasse³.

Puis le Rhône s'engage dans un étroit défilé dominé par les pentes abruptes des roches cristallines. Toute trace de terrasse a ici disparu, détruite par les érosions du fleuve. Pourtant près d'Erôme un lambeau d'alluvions domine la route. Là en effet, la Carte géologique signale entre Erôme et Gervans une masse importante d'alluvions anciennes (*a'*). En réalité l'extension de ces cailloutis est beaucoup plus limitée : ils paraissent se réduire à une terrasse très petite quoique topographiquement très nette, supportant à une altitude peu supérieure à 145 mètres le petit village de Gervans ; le Rhône coulant ici à peu près à 120 mètres, on voit que nous retrouvons encore notre terrasse de Saint-Rambert.

De là, après un court défilé, nous venons enfin déboucher à Tain, dans la vaste plaine de Valence. Ici, notre tâche se trouve bien facilitée, car M. Depéret a spé-

¹ A Saint-Rambert, il existe (comme nous le verrons aussi près de Valence) des traces d'une *terrasse très basse* dominant le fleuve de 15 mètres au plus, et située par conséquent bien en contre-bas de la terrasse de Saint-Rambert. Mais la topographie très irrégulière de cette terrasse ne se prête pas à des mesures altimétriques précises : elle est d'ailleurs postérieure, naturellement, à tous les complexes glaciaires de la Bièvre-Valloire.

² L'un de nous (W. K.) a signalé (*C. R. Coll. Serv. Carte géol.*, 1895-1897, p. 136) au confluent du Doux et du Rhône, près de Tourmon, une terrasse (recouverte de lèss), qui domine le Rhône de 16 à 20 mètres; il serait intéressant de savoir auquel de nos niveaux se rapporte ce témoin dont l'altitude paraît anormale.

cialement étudié les terrasses rhodaniennes de cette région et marqué avec une grande exactitude leurs contours sur la feuille de Valence. Ainsi immédiatement au Sud de Tain, nous pouvons constater l'existence d'une terrasse notée *a*^{1d}, et dominant le Rhône d'environ 25 mètres. C'est le prolongement naturel de notre terrasse de Saint-Rambert. Et ces alluvions, que l'on peut suivre de là (par le point coté 141) jusqu'à Valence, constituent la terrasse appelée par M. DEPÉRET, *terrasse de Romans*¹.

Ainsi il est possible de suivre le long du Rhône entre Saint-Rambert et Valence, malgré quelques interruptions, une terrasse rhodanienne dominant le fleuve de 25 mètres environ. Elle se raccorde vers l'amont à la plus basse terrasse de la Bièvre (terrasse de Saint-Rambert) et, vers l'aval, à une terrasse de la Basse-Isère que nous aurons à étudier plus loin sous le nom de terrasse de Romans.

Quand aux terrasses *plus élevées*, nous ne connaissons pour le moment aucun indice permettant de les suivre entre Saint-Rambert et Tain. Par conséquent nous devons nous borner, pour établir nos parallélismes, à évaluer leurs altitudes relatives à Saint-Rambert d'Albon, puis aux environs de Valence.

La *terrasse de la Peyrouse* vient se terminer un peu au Nord de Saint-Rambert par l'éperon de Bon-Repos, qui non loin du Rhône forme plateau à la cote 180 : ainsi elle domine le Rhône de 45 mètres environ, et la terrasse de Saint-Rambert de 20 mètres. Sur le versant sud de la Bièvre nous avons reconnu la même terrasse à Anneyron à 200 mètres environ ; on est ici exactement en face de Chambalud où, sur la rive droite la terrasse atteignait cette même cote de 200 mètres. En vue d'Anneyron les quelques replats qui dominent la route de Saint-Romain (la Vitonnière) et où on peut retrouver son prolongement ne se prêtent pas à des mesures altimétriques précises et sont d'ailleurs encore assez éloignés du thalweg rhodanien. Nous pouvons donc avec les plus grandes chances de précision, et à 5 mètres près, dire que la terrasse de la Peyrouse vient dominer le Rhône de 45 mètres.

Quand à la *terrasse de Tourdan* les choses sont plus compliquées. Comme nous l'avons déjà indiqué et comme l'exprime le schéma ci-joint, on peut voir son prolongement : 1° soit dans la terrasse des Guyots, qui, près de Chanas, se termine non loin du Rhône à la cote 200 ; 2° soit dans le grand plateau d'Agnin-Roussillon pour lequel on peut adopter la cote moyenne de 220. Il est possible qu'il s'agisse là de *deux nappes subordonnées de cailloutis* issues des mêmes moraines. Quoiqu'il en soit, les limites de notre hésitation sont comprises entre les cotes 200 et 220, c'est-à-dire que notre haute-terrasse se terminerait à 65 mètres ou à 85 mètres au-dessus du Rhône.

¹ Il existe, comme nous l'avons dit plus haut, en certains points des environs de Saint-Rambert, des traces d'une terrasse plus basse encore qui correspond sans doute à la terrasse de Valence (v. plus bas).

VI. — LES TERRASSES DE VALENCE

(V. planche II, fig. A).

La succession des terrasses de Valence est aujourd'hui classique à la suite des travaux de M. DEPÉRET [17] et du général de LAMOTHE [49 et B. S. G. F. 1901], en partie revus par MM. PENCK et BRÜCKNER, puis par M. HITZEL [43], puis de nouveau par M. de LAMOTHE [64] (1910)¹. Nous leur conserverons les dénominations proposées par M. DEPÉRET, qui y a distingué en commençant par les plus basses : la *terrasse de Valence*, celle de *Romans*, celle du *Séminaire de Valence*, enfin la *terrasse de Foullouse* ainsi dénommée par M. HITZEL. [43] en 1904 (1905).

Mais il convient pour établir leur parallélisme avec les terrasses rhodaniennes de Saint-Rambert de préciser autant que possible leurs altitudes au-dessus du Rhône. A ce point de vue la région la plus intéressante et la plus nette est celle comprise entre Saint Marcel, Châteauneuf et Pont-de l'Isère ; car là, la topographie se prête à des mesures altimétriques précises et de plus on est tout près du confluent de l'Isère : c'est donc là le meilleur point de départ pour le but que nous nous proposons. suivre ces terrasses plus en amont dans la vallée de l'Isère. Le croquis schématique ci contre (fig. 3) donnera d'ailleurs une idée de la netteté avec laquelle se présente ici le phénomène des terrasses.

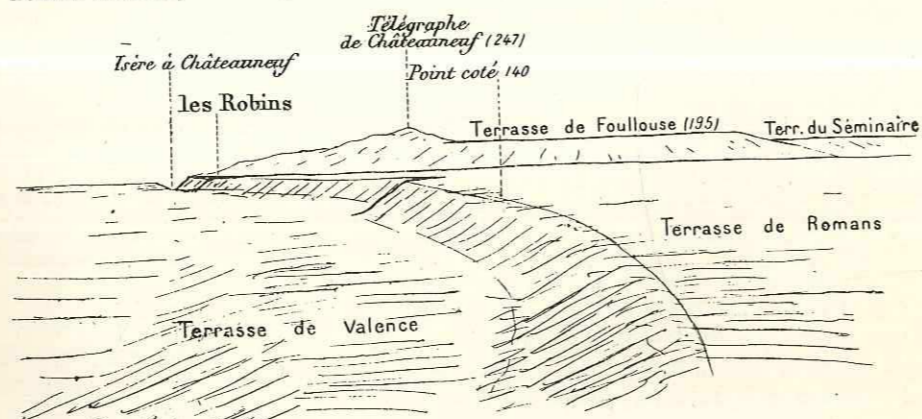


Fig. 3. — Croquis-perspective d'après nature, montrant les quatre terrasses des environs de Valence (vue prise d'Aiguilles vers le N. E., par M. Gignoux).

La plus basse de toutes, la *terrasse de Valence* est pour nous la moins intéressante, car il est impossible de lui attribuer une cote précise : elle paraît se dédou-

¹ Les cotes d'altitude des différents niveaux de cailloutis donnés en 1910 par cet auteur sont notablement différentes de celles qu'il avait indiquées en 1906. Nous ne discuterons pas ici ces résultats, la méthode que nous employons étant basée sur la continuité plutôt que sur des observations altimétriques de détail (v. page 50).

bler entre Aiguilles et les Robins et on sait que MM. DEPÉRET et de LAMOTHE sont arrivés à son sujet à des résultats contradictoires. Comme il est impossible de la suivre par continuité en amont de Châteauneuf, son étude nous importe peu. Nous l'avons indiquée dans le schéma de la pl. II (fig. A) en lui attribuant une altitude de 120 mètres. Elle dominerait donc le Rhône de 15 mètres environ, car le fleuve à son confluent avec l'Isère coule à une altitude qu'on peut évaluer à 105-110 mètres (signaux trigonométriques du pont de Valence et du pont de l'Isère)¹.

En tout cas, cette terrasse est très nettement dominée par la suivante, la *terrasse de Romans*. Nous avons vu que celle-ci se raccordait parfaitement à la terrasse de Saint-Rambert ; nous l'avons retrouvée au point 141 au Nord de Pont-de-l'Isère. Sur la rive gauche de l'Isère entre Aiguilles et les Robins, elle forme un plateau d'une grande netteté dont les cotes sont comprises entre 135 et 145. Nous pouvons adopter comme altitude de l'extrémité aval de la terrasse de Romans le chiffre de 135-140. Ainsi cette terrasse, dominant le Rhône de 25 mètres environ, se trouve correspondre à la terrasse de Saint-Rambert, comme nous en avons d'ailleurs eu des preuves dans le paragraphe précédent.

Au-dessus viennent, à Saint-Rambert et à Valence, d'une part, les deux terrasses de la Peyrouse et de Tourdan, d'autre part celles du Séminaire et de Foullouse. L'idée la plus naturelle qui vienne à l'esprit consiste donc à paralléliser la terrasse de la Peyrouse avec celle du Séminaire et la terrasse de Tourdan avec celle de Foullouse. L'examen des cotes altimétriques va nous montrer que cette interprétation est en effet tout à fait raisonnable.

La *terrasse du Séminaire* a été considérée par M. PENCK comme atteignant près du Rhône la cote 140 : c'est probablement l'examen de la région comprise entre Chabeuil et Valence qui a suggéré ce chiffre au savant géologue allemand. Mais on paraît être là en dehors des grands thalwegs fluviaux ; la topographie (pentes insensibles et sans ruptures, de la cote 135 à la cote 220) semble indiquer plutôt que l'on se trouve là dans une région de *grands cônes de déjections*² où le phénomène des stades successifs des terrasses fluviales ne peut être suivi avec précision. D'ailleurs, puisque dans les environs de Pont de l'Isère nous avons été conduits à attribuer la cote 140 à la terrasse de Romans, il est manifestement impossible que dans cette région choisie par nous comme point de départ, la terrasse du Séminaire atteigne la même altitude de 140 m. Au contraire l'examen des cotes de cette terrasse du Séminaire tout autour du plateau de Foullouse

¹ Cette *terrasse de Valence* se poursuit aussi en amont, le long du Rhône. On en retrouve des traces au Sud d'Andancette et nous avons déjà signalé sa présence probable dans les environs de Saint-Rambert. Mais il est toujours très difficile de lui assigner une altitude précise.

² Cette manière de voir nous a été confirmée par notre confrère et ami M. SAYN qui connaît bien cette région. M. HITZEL, de son côté a délimité les contours de plusieurs nappes d'alluvions locales à l'Est et au Sud de Romans et décrit des dépôts torrentiels anciens dans la région de Meymans-Saillans-Chatuzanges.

nous a amenés à adopter pour elle la cote de 155. Comme la terrasse de la Peyrouse elle domine donc le Rhône de 45 mètres environ.

Reste enfin la *terrasse de Foullouse* (qui domine en plusieurs points la terrasse du Séminaire). Cette dernière (qui se retrouve d'ailleurs au Sud de Valence à la Léore) constitue autour du hameau de Foullouse un plateau d'une grande netteté à l'altitude de 190 mètres. Elle domine donc le Rhône de 85 mètres et il est par suite tout à fait plausible de la paralléliser avec le plateau d'Agnin-Roussillon dans lequel nous avons déjà retrouvé le prolongement de la terrasse de Tourdan (récemment M. de LAMOTHE [64] en a fait son niveau de 60 mètres ce qui nous paraît difficile à admettre¹). Peut-être doit-on rattacher à ce niveau une série d'alluvions (alluvions dites *préglaciaires* de M. HITZEL) des environs d'Hostun et de la Beaume-d'Hostun (cimetièrre) (232-233 m.) étudiées par MM. MERMIER, HITZEL et par l'un de nous.

En résumé et en admettant, ce qui est très plausible, que les terrasses rhodaniennes se correspondent entre Saint-Rambert et Valence, et que d'autre part la pente du Rhône quaternaire n'a pas pu être entièrement différente de celle du fleuve actuel, nous arrivons aux parallélismes suivants :

Terrasse de Saint-Rambert	=	Terrasse de Romans, 25 m. au-dessus du Rhône.
— de la Peyrouse	=	— du Séminaire de Valence, (45 m.)
— de Tourdan	=	— de Foullouse (85 m.)

et nous pouvons ajouter que, pour la première de ces terrasses, il existe des vestiges, fragmentaires, mais fort nets de sa continuité primitive entre Saint-Rambert et Valence².

On sera peut-être frappé du peu de précision dans les limites d'altitude que nous donnons pour les terrasses. Nous croyons en effet tout à fait impossible d'arriver à ce sujet à une précision qui dépasse 5 ou même 10 mètres. Il suffit d'avoir parcouru des terrasses le baromètre en mains pour voir combien il est parfois difficile de s'arrêter à un cote plutôt qu'à une autre ; l'impossibilité où l'on est de reconnaître la position des anciens thalwegs, les perturbations apportées par les cônes de déjections latéraux, les confluent, les méandres, expliquent suffisamment ces irrégularités qu'on constate dans la pente. Il est donc nécessaire d'envisager les choses d'une manière plus large

¹ La question n'a d'ailleurs pas grande importance à notre point de vue : on a vu, en effet que à Saint-Rambert d'Albon nous avons été amenés aussi à hésiter entre les limites de 65 et de 85 pour l'altitude relative de la terrasse Rissienne.

² Il serait tout à fait en dehors de notre sujet d'étudier les *terrasses rhodaniennes en aval de Valence* : Nous nous contenterons de rappeler que M. DEPÉRET a, sur la feuille Privas (voir la légende de cette feuille) reconnu le prolongement des terrasses qu'il avait distinguées à Valence. Les trois terrasses inférieures de Valence se poursuivent ainsi jusqu'au défilé de Donzère. Quant à la terrasse de Foullouse, elle prend sur la feuille Privas une grande extension : c'est la terrasse dite « des Trappistines de Montélimar ». Et il est très remarquable de constater que tous ces niveaux d'alluvions conservent, entre Valence et Donzère (distants de 60 km.) la même altitude relative au-dessus du Rhône actuel : cette constatation légitime la méthode que nous avons employée pour paralléliser les terrasses de Valence avec celles de Saint-Rambert (sur une longueur de 45 km. seulement).

et de prêter attention surtout aux caractères topographiques, aux faits de *continuité*, au nombre des terrasses successives séparées par des abrupts très nets : si l'on se borne à la notation stricte des cotes d'altitude dans un point déterminé souvent choisi au hasard on sera forcément conduit à des contradictions : c'est ainsi que la terrasse de Foullouse, rapportée autrefois [49] par M. de LAMOTHE, à son niveau de 100 mètres, l'est maintenant [64] à son niveau de 60 mètres ! Il vaut mieux commencer par des approximations, fussent-elles grossières, et faire entrer en ligne de compte des considérations d'ordre différent : quand des arguments ainsi fournis par des points de vue divers seront venus converger vers les mêmes conclusions, alors on pourra rechercher quelle précision était de mise.

Nous allons par exemple faire appel pour justifier ce parallélisme aux caractères d'altération de ces diverses terrasses.

Les plus inférieures de ces terrasses ont toutes des caractères d'extrême fraîcheur : c'est seulement, à Valence, dans la terrasse du Séminaire, que l'on commence à trouver quelques galets granitiques altérés (de bonnes coupes de cette terrasse s'observent en particulier sur la rive gauche de l'Isère, en face de Romans, aux Bayanins) : mais l'aspect général est néanmoins très frais, la teinte est grise plutôt que jaune et la plupart des cailloux cristallins sont restés inaltérés : ce sont tout à fait là les caractères de la terrasse de la Peyrouse dans la Bièvre.

Au contraire on trouvera *des caractères très différents à la terrasse de Foullouse*. Cette dernière avait même été rangée par M. DEPÉRET dans ses cailloutis pliocènes et il l'a désignée sur la carte par le symbole p_1^c . Cette dénomination a été motivée surtout, croyons-nous, par une question d'altitude ; M. DEPÉRET en effet, considérait comme pliocènes tous les cailloutis dominant de 100 mètres environ ou plus les thalwegs actuels. Nous avons au contraire attribué aux Quaternaire toutes les terrasses situées en contre-bas des plateaux pliocènes, suivant en cela la manière de voir de MM. PENCK et BRÜCKNER et conformément aux observations faites par l'un de nous (M. G.) dans la région où les étages pliocènes et quaternaires sont représentés par des faciès marins. Quoiqu'il en soit il n'y a là qu'une question de terminologie.

Mais ce qu'il importe de préciser, c'est que les cailloutis de la terrasse de Foullouse n'ont rien de commun avec les cailloutis de quartzites qu'on trouve épars à de plus grandes altitudes sur les collines miocènes (télégraphe de Châteauneuf 247 m., etc.), et dont l'étude avons-nous dit plus haut, n'a encore conduit dans cette région valentinoise à aucun résultat bien net. De très bonnes coupes de cette terrasse peuvent s'observer en effet près de Saint-Marcel-lès-Valence. Et on pourra constater là qu'il s'agit d'alluvions nettement *polygéniques*, où les roches les plus diverses sont représentées. Mais l'état d'altération de ces roches est très avancé ; la plupart des galets cristallins sont devenus très friables et la teinte générale de la formation est un jaune rougeâtre. Ce sont bien là les caractères que nous avons observés dans la Bièvre pour les moraines de Faramans et la terrasse de Tourdan qui s'y rattachent : nous retrouvons encore ici une haute terrasse.

Une autre particularité remarquable nous est encore montrée par cette terrasse de Foullouse; c'est la présence à sa surface d'une *couverture de loess*. Sur le plateau de Foullouse cette couverture est assez peu développée, mais elle devient très nette au Sud de Valence. Dans cette région, située en dehors de notre champ d'études, M. DEPERET a indiqué sur la Carte géologique une nappe régulière de loess recouvrant le plateau de la Léore qui est le prolongement certain de la terrasse de Foullouse¹.

Ainsi les caractères d'altération et la présence du loess sont pour nous autant d'arguments qui tendent à confirmer le parallélisme que nous avons été conduits à admettre entre la terrasse de Tourdan et celle de Foullouse.

En résumé, partant des moraines de la Bièvre-Valloire, nous avons suivi les terrasses correspondant à ces moraines jusqu'à Saint-Rambert, puis le long du Rhône jusqu'à Valence; nous sommes arrivés ainsi aux terrasses de la Basse-Isère; il nous reste maintenant à suivre ces dernières le long de l'Isère jusqu'aux moraines correspondantes, lesquelles doivent être respectivement contemporaines de celles de la Bièvre-Valloire d'où nous sommes partis.

VII. — LES TERRASSES DE LA BASSE-ISÈRE ENTRE VALENCE ET SAINT-MARCELLIN

(V. planche II, fig. A)

L'étude de ces terrasses présente beaucoup de difficultés: en effet leur grand nombre et surtout le défaut de continuité de la plupart d'entre elles rendent très difficile une vue d'ensemble du problème à résoudre. Nous n'avons pu élucider la question qu'en rapportant sur un profil longitudinal de la vallée toutes les terrasses visibles sur le terrain et en cherchant ensuite à raccorder entre elles les lignes ainsi obtenues. Aussi conseillons nous, pour suivre notre étude, de se rapporter constamment au schéma de la planche II et d'en lire la légende et les notations.

Une chose frappe à première vue en examinant ce schéma: c'est qu'au point de vue du développement des terrasses, on est amené à distinguer dans la Basse-Isère deux régions distinctes. Dans la partie aval en effet, nous retrouvons développées d'une manière fort régulière, *les trois terrasses de Valence*, dont la pente reste sensiblement parallèle à celle de l'Isère actuelle: c'est ce que nous avons appelé

¹ La légende de la feuille Valence indique aussi la présence du loess sur une terrasse plus basse, équivalente à celle du Séminaire, au Nord de Beauvallon (terrasse des Lacs de M. de Lamothe [61]); mais cette terrasse des Lacs est, précisément ici, dominée par le plateau de la Léore: nous croyons donc que le limon qui la recouvre résulte simplement du remaniement, par ruissellement, du loess développé sur les versants et à la surface de la terrasse de la Léore.

dans notre schéma la « *Zone des terrasses régulières* ». Plus en amont, au contraire, et en particulier dans les environs de Saint-Marcellin, la pente des terrasses observables a beaucoup augmenté, en même temps que leur nombre; manifestement se font sentir ici des influences glaciaires; ce sera pour nous la « *Zone des cônes de transition fluvio-glaciaires* »: les terrasses y sont magnifiquement développées et leur netteté constitue un des traits caractéristiques des paysages riverains de l'Isère entre Saint-Marcellin et Saint-Hilaire. Malheureusement en passant d'une zone dans l'autre et en traversant l'étroit défilé de Saint-Lattier, la plupart de ces terrasses subissent une interruption.

Prolongement vers l'amont de la terrasse de Romans.— L'une d'entre elles, la TERRASSE DE ROMANS fait heureusement exception: aussi constituera-t-elle pour nous un excellent point de repère, et c'est par elle que nous commencerons notre étude. Sur la feuille Valence, la continuité de cette terrasse (*a^{1d}* de la carte géologique) est évidente. Nous l'avons déjà vue bien développée aux environs de Pont-de-l'Isère et en particulier entre Aiguilles et les Robins; de là elle prend une grande extension sur la rive droite de l'Isère et constitue le vaste plateau qui s'étend tout autour de Romans et sur lequel est bâtie la partie haute de cette ville. Plus en amont, le chemin de fer la suit jusqu'au hameau de Baudières, au Nord-Est de Saint-Paul-les-Romans. A partir de là, sur la rive droite on n'en retrouve plus trace dans les falaises escarpées de sables miocènes au pied desquelles coule l'Isère. Sur la rive gauche par contre, c'est elle que nous retrouvons dans le grand *plateau du Bois-de-Gervant*, qui, entre les Blanchères (en face de Saint-Paul) et les Massotiers (en face de la gare de Saint-Hilaire), est parcouru par le canal d'irrigation de la Bourne. D'ailleurs un lambeau en est probablement conservé sur la rive droite dans le petit replat qui supporte à 185 mètres environ le village de Saint-Lattier; mais ce replat, très étroit, dominant l'Isère de 30 mètres environ, a été un peu entamé par l'érosion, car son altitude est inférieure de 5 à 10 mètres à celle du grand plateau qui lui fait face de l'autre côté de l'Isère. Puis nous retrouvons notre terrasse sur la rive droite: des gravières qui y sont entaillées, un peu au Nord du Port du Perrier, nous montrent des lits de sables avec stratification entrecroisée et gros galets d'amphibolites et de granites; c'est sur elle qu'est bâtie *la station de Saint-Hilaire-Saint-Nazaire* (voir p. 62 la coupe fig. 5) à l'extrémité du promontoire que contourne l'Isère entre la Sône et Saint-Lattier (hameau du Creux). Il nous faut ensuite repasser sur la rive gauche: notre terrasse de Romans y constitue le grand *plateau de Saint-Just-de-Clairx*, et s'étend jusque dans le bas du village de Saint-Romans. C'est encore elle qui se retrouve à *Iseron* et à l'asile du Perroin, sous Saint-Marcellin et se poursuit encore nettement jusqu'en face de Têche (*a^{1e}* de la feuille Grenoble 2^e édition). A partir de là il devient plus difficile de suivre cette

¹ Elle domine l'Isère de 30-35 mètres environ. Sa surface montre une rubéfaction peu profonde et parfois une couverture de limon (Saint-Paul-les-Romans).

terrasse dans la topographie, mais elle se retrouve pourtant en face de Rovon à la Caminière (236 m.).

D'ailleurs nous entrons ici dans la *région des moraines* : la surface de la terrasse devient ondulée, il ne s'agit donc plus, à proprement parler, d'une terrasse, mais d'un « *pays de moraines frontales* » plus ou moins démolies et nivelées par l'érosion, comme nous en avons vu des exemples dans la Bièvre. Ici d'ailleurs certains affleurements nous donnent une preuve nette de leur origine glaciaire : tels sont les lambeaux marqués par M. HITZEL [35 et 41] en *a'gl*¹ sur la feuille Grenoble (2^e édition) au Nord d'Iseron et aux environs de Cognin (il faut reconnaître toutefois que les contours et les descriptions de cet auteur restent bien difficiles à interpréter). En tout cas, et malgré l'absence de vallums morainiques frontaux bien typiques, on peut admettre que l'*extension glaciaire correspondant à la terrasse de Romans a dû atteindre la région d'Iseron-Cognin*. (Nous verrons plus loin qu'un niveau d'alluvions recouvertes de Glaciaire peut être suivi plus en amont (Mangualy, Plan-Menu), jusque derrière Saint-Jean-de-Moirans).

En résumé, sur tout le parcours que nous venons d'étudier, entre Pont-de-l'Isère et la région de Têche-Rovon, la terrasse de Romans se poursuit d'une manière continue sans que l'on ait besoin d'établir des raccordements hypothétiques. Le profil A de la planche II nous montre d'ailleurs que la pente de cette terrasse est parfaitement régulière : son altitude relative au-dessus de l'Isère augmente lentement vers l'amont : de 30 mètres environ dans la vallée du Rhône, elle atteint 60 mètres près d'Iseron.

Pour les *terrasses plus anciennes* les raccordements deviennent, comme nous l'avons dit, beaucoup plus difficiles. Aussi allons-nous adopter ici un mode d'exposition entièrement analytique, de manière à montrer de quelle façon nous avons été conduits aux conclusions adoptées : nous traiterons donc simultanément des moraines et des terrasses correspondantes.

La « haute terrasse » et les moraines Rissiennes. — Les traces de la plus ancienne extension glaciaire connue dans la Basse-Isère n'ont pas gardé comme dans la Bièvre des caractères topographiques bien nets. Elles se réduisent le plus souvent à des amas de blocs erratiques ne donnant pas lieu à la disposition en vallum. Ces formations glaciaires élevées avaient déjà été signalées par CH. LORY autour du *Signal de Morsonnas*, dernier témoin isolé des plateaux de Chambaran du côté des Alpes. L'un de nous (W. K.) a également retrouvé des blocs erratiques épars sur *le sommet de la colline de Parménie* (734 mètres) et des moraines au dessus de Renage et de Beaucroissant à plus de 500 mètres d'altitude et M. HITZEL a décrit, au N. de la Bièvre, les replats morainiques probablement Rissiens au dessus de la Frette et de Gillonnay. Le point le plus en aval où elles aient été retrouvées est la colline qui s'élève à 570 mètres environ au Nord-Nord-Est de *Bergerandière*, dans les environs de l'Albenc, marquée en *a'*¹ sur la feuille Grenoble. Il n'existe là malheureusement aucune bonne

coupe visible ; mais partout sont épars des blocs erratiques alpins anguleux de grandes dimensions ; on a certainement affaire à d'anciennes moraines¹ sans relief topographique très net, et très altérées, dont l'aspect contraste vivement avec la fraîcheur des moraines du château de Cumane toutes voisines, mais *plus récentes*, situées *en contrebas*, que nous étudierons plus loin. Ainsi, poussant dans la Bièvre-Valloire une langue glaciaire qui s'avancit jusqu'à Faramans par Saint-Etienne de Saint-Geoirs et Châtenay, le glacier Rissien contournaient le signal de Morsonnas, puis coulait au pied des pentes miocènes couronnées par les plateaux de Chambaran entre Tullins et Vatilieu (il serait sans doute possible de retrouver dans ces pentes d'anciens placages de moraine latérale), et enfin venait sans doute se *terminer entre l'Albenc et Saint-Marcellin*². Mais sous ce Glaciaire ancien le Miocène affleure très vite ; la vallée de l'Isère à cette époque devait être relativement *beaucoup moins creusée* que la Bièvre-Valloire ; et en effet cette dernière, de direction conséquente, normale à l'arc alpin, représente sans doute un tracé hydrographique primitif, le *cours actuel de l'Isère résultant sans doute d'une capture*.

A cette ancienne extension glaciaire correspond *la terrasse la plus élevée* que l'on puisse reconnaître dans la région. Et en effet, partant du sommet de la colline de Bergerandière (466 m.) on descend en pente douce jusqu'au petit *village de Notre-Dame-de-l'Osier* (396 m.). On se trouve, là, sur une terrasse topographiquement fort nette que M. ПЕНСК, avec une remarquable sagacité, avait déjà considérée comme une *haute terrasse* : sa surface en est aussi très altérée et couverte d'une épaisse couche d'argiles et limons jaune rougeâtre. C'est la terrasse désignée par le symbole *a^{1b}* sur la Carte géologique feuille Grenoble (2^e édition) ; nous pouvons sur cette carte suivre facilement sa prolongation vers l'aval : elle se retrouve au-dessus de Vinay (351 m.) et aux Combes (où elle supporte une couverture de limons épais ; les galets sont très altérés), elle passe au village de la Blache et de là se prolonge près de Saint-Vérand et dans les collines qui, au Nord-Est de Saint-Marcellin, dominant la route de Grenoble : là s'étend (à 347 m.) un vaste plateau dont la constitution est bien visible dans les tranchées du chemin qui monte de cette route à la Maison Coupet (voir la carte au 1/80.000^e) : en profondeur les cailloutis ont encore un certain aspect de fraîcheur mais *la zone d'altération est très profonde* et les galets cristallins ont disparu : ce sont là les caractères des hautes-terrasses.

Plus en aval notre terrasse subit une interruption : pourtant un lambeau isolé (*a'* de la carte) supporte *le château de Saint-Marcellin* (promenade de Joud) (325-340 m.) qui domine cette petite ville³ (voir la coupe fig. 4), mais ici la

¹ Déjà reconnues par CH. LORY. cf. *Description géologique du Dauphiné*, t. III, n° 355 p. 685.

² M. P. LORY a bien voulu nous signaler en effet l'existence, sur la rive gauche de l'Isère, au-dessus de Cognin, de lambeaux de Glaciaire alpin très élevés : mais sur cette rive la topographie morainique n'est à notre connaissance nulle part reconnaissable.

³ M. HITZEL a étudié les dépôts glaciaires et les terrasses fluvioglaciaires de la Basse Isère. — Aux environs de Saint-Marcellin l'un de nous (W. K.) a reconnu et délimité depuis longtemps quatre terrasses fluvio-glaciaires successives : la plus élevée de ces nappes occupe

terrasse a été quelque peu « rabotée » et sa partie superficielle très altérée a disparu, de sorte que ses affleurements ont là en quelque sorte un faux air de jeunesse. L'un de nous a signalé au Nord-Est de Chatte, dans un vallon latéral, des lambeaux d'une terrasse plus ancienne que celle de Saint-Marcellin-Ville, et, par conséquent, probablement Rissienne (*C. R. des Coll. Serv., Carte géol. de France pour 1905 (1906), t. XVI, n° 140*).

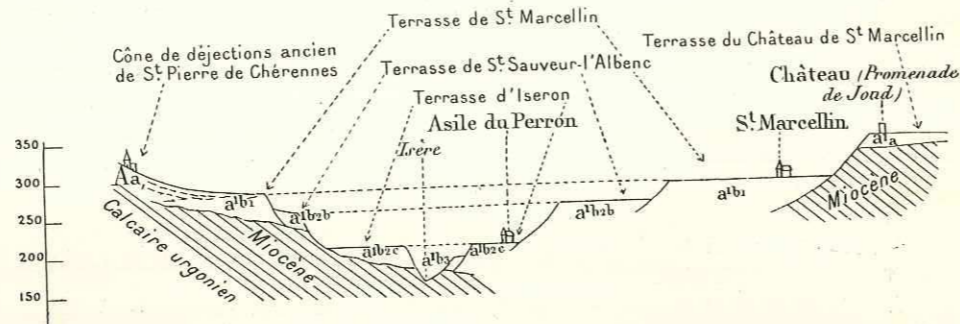


Fig. 4. — Coupe demi-schématique des terrasses de l'Isère entre Saint-Marcellin et Saint-Pierre-de-Chérennes.

Il faut ensuite aller jusqu'au Sud de Chatte pour retrouver la nappe que nous suivons : elle forme un plateau très étroit qui sépare le ruisseau de Sepin du ruisseau de Merdaret et passant ainsi par les Guerres, *le Pinée* (284) elle vient se terminer dans le haut du village de Saint-Hilaire. Enfin à quelques kilomètres plus en aval c'est encore notre haute-terrasse qui forme le *replat des Reynauds* (270 m.) dominant l'Isère de 120 mètres au-dessus de Saint-Lattier : on peut en voir là de bons affleurements et constater la présence d'une épaisse couche rubéfiée et très altérée surmontant des cailloutis à teinte généralement blanc-jaunâtre où beaucoup de galets granitiques sont restés compacts : ce sont bien les caractères que nous offre la haute-terrasse de la Bièvre. D'ailleurs il n'y a plus ici de gros blocs, tous les éléments sont petits et bien roulés, les calcaires des chaînes subalpines abondent, nous sortons décidément du domaine des influences glaciaires.

Sur la rive gauche de l'Isère, des témoins de cette même terrasse se remar-

l'altitude de 350 mètres et correspond à la terrasse Rissienne. [Un quatrième niveau de cailloutis, équivalent probable du Deckenschotter, couronne les plateaux de 450 mètres et demeure lui-même inférieur à la grande nappe pliocène de Chambaran-La Feyta (550-700 m.) Ces trois niveaux inférieurs se retrouvent sur la rive gauche de l'Isère près d'Iseron et correspondent respectivement de haut en bas à la terrasse de Saint-Marcellin-Séminaire de Valence, à la terrasse de Chantesse, à celle de l'Albenc. On peut les étudier en se rendant de Saint-Marcellin à Saint-Romans et Iseron (v. la figure 4).

Dès 1893 M. DEPERET (*in litteris*) nous signalait pour la première fois — en les assimilant, il est vrai, par erreur au système de Forams-Thodore, — des moraines frontales et des terrasses (alt. 350 m.) dominant Tullins et une haute-terrasse à Vinay. Nous verrons plus bas qu'il s'agit de formations Würmiennes anciennes.

quent aux sommets des coteaux qui séparent Auberives de Saint-Just-de-Claix (309 m.). Toutefois, dans l'ensemble, la haute-terrasse que nous venons de suivre si nettement à Notre-Dame-de-l'Osier — Château-de-Saint-Marcellin — Le Pinée — Les Reynauds, s'arrête à Saint-Lattier et il est impossible de la relier par continuité à une des terrasses de Valence. Peut-être faut-il lui rattacher les cailloutis du cimetière de la Baume d'Hostun et ceux occupant, d'après M. HITZEL, les altitudes de 232 à 259 mètres près de la Baume d'Hostun, ainsi que les cônes de déjections si développés à l'Est-Sud-Est de Romans. Mais au seul examen de l'allure de cette terrasse sur notre profil (pl. II, fig. A), il est naturel de voir son prolongement dans la terrasse de Foulouse; on obtient en effet ainsi un profil des plus vraisemblables. Et ce raccord résulte nécessairement des considérations développées au début de notre étude. En effet, puisque la nappe de Foulouse correspond à la haute-terrasse de la Bièvre, il est nécessaire qu'elle corresponde aussi à la haute-terrasse de la Basse-Isère.

Les basses-terrasse et les moraines Würmiennes. — Nous allons examiner maintenant celle des terrasses de la Basse-Isère qui se montre immédiatement inférieure à la haute-terrasse que nous venons d'y étudier; c'est celle que nous appellerons *terrasse de Saint-Marcellin*¹, car la ville de ce nom s'étend à sa surface en un point où un cône de déjections ancien très surbaissé en augmente légèrement l'altitude (274-280 m.); elle est là magnifiquement développée (*a_{1c}* de la feuille Grenoble)² (voir le profil fig. 4). Du côté aval, elle se prolonge sans interruption jusqu'un peu au delà de Saint-Hilaire et un dernier lambeau s'en retrouve dans les environs du Fayet, c'est-à-dire tout près de Saint-Lattier. Vers l'amont, elle est suivie par la route de Grenoble jusqu'à Têche (315 m.) et on peut la retrouver très bien développée dans les collines à l'Est de Vinay (cimetière et château de Vinay (345-350 m.) (Galets calcaires urgoniens, amphibolites, granites, *peu* altérés, nombreux quartzites triasiques). Plus en amont, notre terrasse ne paraît guère pouvoir être suivie dans la vallée de l'Isère proprement dite; mais une *branche latérale* s'en détache très nettement à partir de Vinay : cette branche latérale s'engage dans la vallée étroite qui conduit à Notre-Dame de l'Osier : elle est bien visible, en contre-bas de la haute-terrasse plus ancienne, dans les pentes qui dominent à l'Ouest cette vallée : puis, passant *en-dessous* du village de Notre-Dame-de-l'Osier, elle vient former le fond plat du vallon (marqué par erreur en *a^{1b}* sur la feuille Grenoble) qui vient aboutir au Nord-Est au *château de Cumane*. Mais ici notre terrasse se raccorde avec des MORAINES bien connues, signalées pour la première fois par MM. DEPERET et

¹ Cette terrasse de Saint-Marcellin, depuis longtemps remarquée des observateurs, a été à tort indiquée par l'un de nous (W. K.) sur la feuille de Grenoble de la Carte géologique comme *postérieure* aux formations des environs de Rives.

² Sur la rive gauche de l'Isère le grand cône de déjections de Saint-Pierre de Chérennes se raccorde avec cette terrasse de Saint-Marcellin; et comme l'a montré l'un de nous (W. K.), il est *entamé* par les terrasses plus récentes d'Iseron et de Saint-Sauveur. (Voir la fig. 4).

KILIAN, décrites par M. PENCK, et dont nous devons parler avec quelques détails. Si, placé dans la grande dépression marécageuse qui s'étend entre Chantesse et Cras, on regarde vers le Sud-Est, on voit (voir la photographie Pl. III) entre les collines de Bergerandière et les hauteurs de Vatilieu, l'horizon barré par une sorte de seuil régulier. C'est bien là un seuil glaciaire, car les crêtes qui le constituent sont de nature morainique : les chemins qui descendent vers le château de Cumane permettent de voir des affleurements des plus caractéristiques à ce point de vue : les cailloux striés abondent et tous les matériaux sont d'une fraîcheur remarquable : il n'y a pas trace de couche d'altération superficielle. La topographie glaciaire est également d'une remarquable netteté : le versant est, abrupt, domine directement l'ancienne dépression centrale ; vers l'Ouest, au contraire, les arcs morainiques n'ont qu'une pente insignifiante : ils viennent se raccorder insensiblement, comme nous l'avons vu, à une nappe d'alluvions qui, à Vinay, rejoint la terrasse de Saint-Marcellin.

Ainsi, le glacier Rissien remplissait toute la vallée large, mais peu profonde comprise entre Vatilieu et les chaînes subalpines, puisque nous retrouvons ses blocs erratiques au sommet des collines de Bergerandière. Il existait probablement le long de ce glacier un cours d'eau latéral qui, longeant les contreforts du plateau de Chambaran, allait de Tullins à Notre-Dame-de-l'Osier. Puis, lors de la glaciation suivante, à l'époque Würmienne, le glacier de l'Isère n'a pas rempli la partie aval de cette *vallée latérale* : ses moraines latérales ont dès lors obstrué, en contrebas des moraines Rissiennes, le passage relativement étroit compris entre Bergerandière et Vatilieu¹.

Mais nous ne connaissons point, dans la vallée de l'Isère proprement dite, les moraines frontales les plus externes de la glaciation Würmienne ; comme les moraines Rissiennes, elles ont été emportées par les érosions postérieures de l'Isère. La topographie glaciaire Würmienne n'a subsisté qu'au seuil du château de Cumane, de même qu'elle a subsisté aussi sur le seuil de Rives. Aussi ne pouvons-nous retrouver nettement les moraines principales d'où découlait la terrasse de Saint-Marcellin : il est probable que ces moraines devaient arriver jusque dans la région de Vinay à Cognin. Ainsi, les tranchées de la route qui, au Nord de Tèche, recoupe le talus de cette terrasse, montrent qu'on devait être là dans une région bien voisine des moraines ; les matériaux ne sont presque pas calibrés et on trouve épars au milieu des graviers argileux de gros blocs à contours à peine émoussés ; mais nous n'y avons pas observé de cailloux striés (voir en outre l'affleurement marqué *a¹⁹¹* sur la feuille Grenoble (2^e éd.) au Sud de Vinay, ainsi que les travaux de M. HIRTZEL). M. HIRTZEL, — qui a d'ailleurs énoncé sur ce qu'il appelle le « facies glaciaire », des vues assez spéciales que nous ne partageons pas entièrement, — est disposé à considérer comme morainiques une partie des alluvions à gros blocs *roulés* qui font parfois partie des alluvions des Terrasses.

¹ Cette disposition topographique est tout à fait analogue à celle que M. NUSSBAUM a récemment décrite pour la branche suisse du glacier du Rhône à l'époque Würmienne. Voir : F. NUSSBAUM, « Das Endmoränenengebiet des Rhonegletschers » (*Mitteilungen d. Naturforsch. Gesellsch.*, in Bern, 1910).

Ainsi dans l'Isère l'extension glaciaire Würmienne qui a suivi la glaciation Rissienne dont elle est séparée par une période d'érosion extrêmement accentuée (conséquence probable d'un notable retrait interglaciaire) a laissé ses moraines *au seuil du château de Cumane* ; ces moraines sont donc pour nous le *Würmien le plus ancien* ; la moraine latérale de ce glacier Würmien a laissé des traces entre Chantesse et Rives sur les flancs du plateau de Chambaran ; ce sont les replats morainiques indiqués sur la feuille Grenoble à Fugères au Nord de Cras, sur les versants est du signal de Morsonnas et de la *Montagne de Parménie*.

L'étude du versant alpin de cette petite colline est particulièrement nette à ce point de vue et mériterait de devenir classique ; aussi croyons-nous devoir insister quelque peu sur ce point. Le glacier Rissien a certainement, comme nous l'avons vu plus haut, recouvert le sommet de Parménie, et y a laissé des *blocs erratiques* épars sur les cailloutis du Miocène supérieur. Mais pendant le retrait du Riss et aussi durant la glaciation Würmienne, cette colline a constamment joué le rôle d'une sorte de proue ou d'éperon contre lequel venait se diviser la masse de glace, pour s'écouler d'une part dans la Basse-Isère, de l'autre dans la Bièvre-Valloire. Situées en dehors de l'atteinte de l'érosion régressive, les vagues morainiques jetées par les glaces sur ses flancs s'y retrouvent maintenant *étagées* sans que les érosions interglaciaires permettent de les répartir nettement entre les deux grandes extensions glaciaires (voir la vue pl. IV). Ainsi le plus haut de ces vallums morainiques latéraux, à l'altitude de 650 mètres, correspond probablement d'après son altitude à un stade de retrait du glacier Würmien. Il a été également observé par MM. HIRTZEL et BOISSIEUX et se continue au-dessus de Saint-Etienne-de-Saint-Geoirs (BOISSIEUX *loc. cit.* p. 18) ; M. HIRTZEL en a publié un profil. — En dessous, un *deuxième vallum* montre une topographie glaciaire encore plus nette : il est séparé de la montagne par une *dépression extramorainique* très nette et son altitude varie de 550 à 500 mètres environ ; il marque certainement le maximum du glacier Würmien et nous apparaît donc comme contemporain des moraines de Cumane pour la Basse-Isère, et du glacier (Stade de la Côte Saint-André) d'où s'écoulait dans la Bièvre-Valloire la terrasse de la Peyrouse, car on voit très distinctement le vallum s'engager dans la vallée de la Bièvre et y dominer la plus basse terrasse. Puis viennent les *stades de décrue*, au cours desquels nous allons voir le glacier abandonner peu à peu le seuil de Rives. A Beaucroissant passe en effet un beau vallum dont la courbure élégante a baptisé ce petit village ; il se continue au Nord de la voie ferrée par les Blaches (Voir la feuille Grenoble, 2^e édition, de la Carte géologique). Enfin vient le vallum (parfois multiple) qui domine à l'Ouest la *gare de Rives*. Les torrents glaciaires coulaient encore vers la Bièvre à ce moment ; ils ont donné naissance à la vaste nappe d'alluvions qui se retrouve dans la terrasse de Saint-Rambert ; ce sont eux probablement qui, sur le trajet suivi actuellement par la voie ferrée, ont interrompu le vallum précédent. Mais en déposant ce vallum de Rives-gare, le glacier s'est définitivement barré la route de la *Bièvre* car les moraines de Charnècles, plus récentes, apparaissent *bien en contre-*

bas du seuil de Rives ; et l'attraction de l'Isère actuelle avait rallié à elle toutes les eaux de fonte du glacier en décrue.

Mais, revenant à notre problème de synchronisme, une chose est en tout cas certaine ; les terrasses qui découlent de moraines témoignant dans la Bièvre et dans la Basse-Isère de l'extension maximum du glacier Würmien, doivent être contemporaines. Donc la *terrasse de Saint-Marcellin est du même âge que celle de la Peyrouse* ; et comme cette dernière se retrouve à Valence dans la *terrasse du Séminaire* nous sommes donc forcés de *raccorder la terrasse de Saint-Marcellin à celle du Séminaire de Valence*. C'est d'ailleurs une solution qui concorde parfaitement avec l'étude de la région où se rapprochent ces deux terrasses : nous avons en effet montré que la première d'entre elles pouvait être suivie avec une continuité parfaite jusqu'aux environs de Saint-Lattier. Quant à la terrasse du Séminaire, son extension a été fort exactement figurée sur la feuille Valence par M. Depéret : contournant par l'Est le plateau de Foullouse, elle se retrouve sur la rive gauche de l'Isère en face de Romans *aux Bayanins* où de belles coupes permettent d'étudier sa constitution ; de là, la Carte géologique indique son prolongement jusqu'à la Jonchère (ces conclusions sont d'accord avec celles de M. de ЛАМОНЕ) en face de Saint-Paul-les-Romans, à quelques 5 à 6 kilomètres en aval de Saint-Lattier¹. Ainsi la solution de continuité entre ces deux terrasses se réduit à fort peu de chose, et le seul examen du profil (pl. II, fig. A) fera comprendre que la solution à laquelle nous avons été conduits par les considérations précédentes s'imposait naturellement.

Nous venons donc de suivre dans la Basse-Isère *trois terrasses* qui sont le prolongement des *trois terrasses* de Valence. Mais il en existe d'autres et nous sommes ainsi conduits à penser que *ces terrasses surnuméraires de la Basse-Isère* sont des *nappes surbordonnées* qui avant d'atteindre Valence viennent se fusionner avec une des trois terrasses de Valence ; c'est cette conclusion que nous allons confirmer en détail.

Reportons-nous d'abord au moment où le glacier de l'Isère, avant d'abandonner le seuil de Rives, déposait les belles moraines qui dominent à l'Ouest la gare

¹ MM. KILIAN et HETZEL ont décrit sur la rive gauche de l'Isère, en aval de Saint-Nazaire, une terrasse très nette qu'ils ont assimilée à la terrasse du Séminaire : c'est le plateau limité vers le Nord par le petit abrupt bien marqué sur la carte au 1/80.000^e et passant par les Massotiers, les Fauries, les Blanchères. Ce plateau qui domine le bois de Gervant est ainsi un peu plus ancien que la *terrasse de Romans*. Mais son altitude (210 mètres à l'amont) nous paraît néanmoins trop faible pour que l'on puisse le raccorder avec la terrasse du Séminaire (ou de Saint-Marcellin) qui atteint déjà à Saint-Hilaire l'altitude de 250 mètres. Il paraît donc plus probable que ce plateau des Fauries appartient à une des deux terrasses intermédiaires entre celles du Séminaire et de Romans, terrasses que nous étudierons plus loin.

Par contre c'est bien probablement à la terrasse du Séminaire qu'il faut rapporter des alluvions à galets granitiques altérés, qui dominent la terrasse de Romans à Baudière, sur la rive droite de l'Isère ; elles ont été étudiées par l'un de nous (W. K.) en compagnie de M. DEPÉRET.

de Rives, et cherchons dans la Basse-Isère les traces de ce stationnement. Nous n'y trouvons toujours pas de moraines frontales, mais nous pouvons observer les restes de ses moraines latérales dans un seuil analogue à celui du château de Cumane : c'est le *seuil de la Guitardière*, au Sud-Ouest de Tullins. Là, entre les pentes du signal de Morsonnas et la colline urgonienne cotée 413, s'étendent des arcs *morainiques en vallums* indiqués sur la feuille Grenoble (2^e édit.). Comme toujours, leur versant nord-est, tourné vers la dépression centrale, est abrupt, et au contraire vers le Sud-Ouest elles s'abaissent doucement de sorte qu'après avoir traversé une zone ondulée formant un paysage morainique des plus typiques, on s'engage suivant l'ancien cône fluvio-glaciaire dans la dépression Cras-Chantesse. Là la topographie est rendue assez difficile à interpréter par la présence de grands *cônes de déjections* (village de Cras). Mais il semble bien que les moraines de la Guitardière doivent venir se raccorder à la terrasse qui, passant en *contrebas du seuil de Cumane* où elle est visible sur la photographie (pl. III), supporte ensuite le village de Chantesse ; ce sera la *TERRASSE DE CHANTESSE* ; cette terrasse se prolonge au-dessus du village de l'Albenc et on peut encore vérifier là qu'elle passe bien en contrebas des derniers replats qui correspondent à la terrasse de Saint-Marcellin. On en retrouve des lambeaux isolés sur le massif crétacé de Poliénas, et sur la rive gauche de l'Isère à Cognin (271 mètres).

Nous sommes naturellement conduits à considérer cette *terrasse de Chantesse* comme contemporaine des moraines de Rives, et par conséquent à la raccorder vers l'aval à la terrasse de Romans. Mais avant d'examiner si ce raccord est raisonnable, nous allons décrire une *autre terrasse* (*TERRASSE DE L'ALBENC*) qui, par sa continuité, nous fournira un point de repère important. C'est celle qui a été désignée sur la feuille Grenoble par le symbole a_x^{1d} et qui peut être suivie d'une manière continue aux environs de l'Albenc (260 m.), Vinay (239 m.), Bressieux, Baulieu, *Saint-Sauveur*. De là, elle passe sur la feuille de Vizille où elle vient se terminer près du pont de Beauvoir. Mais entre Vinay et Beauvoir (à la hauteur de Beauvoir, il existe sur la rive gauche de l'Isère trois terrasses étagées dont la plus haute correspond à celle de Saint-Marcellin), elle est dominée directement par la terrasse de Saint-Marcellin : ainsi la terrasse de Chantesse manque ici. Un peu plus au Sud, la coupe du promontoire de Saint-Hilaire va au contraire nous offrir une série complète ; en raison de l'importance et de l'intérêt de cette coupe, nous la reproduisons ci-dessous (fig. 5), avec les données barométriques précises relevées par l'un de nous (M. G.) Le village de Saint-Hilaire est situé sur la *terrasse de Saint-Marcellin* (surface rubéfiée) ; en dessous, après un abrupt très net, vient un *premier replat* (233 m.) (*La Plaine*) séparé par un petit ressaut de la pente (nettement dessiné sur la carte topographique) d'un *deuxième replat* ; nous retrouvons là, en haut la terrasse de Chantesse, en bas la terrasse de Vinay ou de l'Albenc — *Saint-Sauveur* (a_x^{1d} de la feuille de Grenoble) ; mais ces deux terrasses sont ici à peine distinctes ; de même, un *nouveau ressaut* mal individualisé nous conduit jusqu'à la terrasse de la gare de Saint-Hilaire dont nous

avons déjà établi le raccord avec la terrasse de Romans¹. Ainsi nous avons nettement ici l'impression de *trois nappes subordonnées* encore à peine distinctes, qui en se *différenciant vers l'amont* donnent les trois terrasses de Chantesse Saint-Sauveur (a_x^{1d}) et Iseron (a_x^{1e}), tandis que vers l'aval, près de Saint-

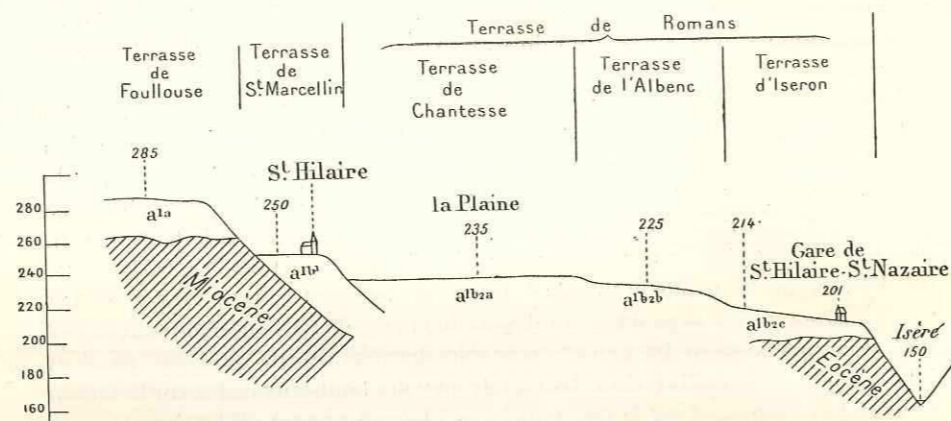


Fig. 5. — Coupe des terrasses de l'Isère entre la station et le village de Saint-Hilaire (montrant la fusion en une seule des trois terrasses inférieures distinctes vers l'amont).
Echelle des hauteurs 1/5000, des longueurs 1/50.000.

Lattier, elles tendent à se confondre en une nappe unique, la terrasse de Romans¹.

En aval du promontoire de Saint-Hilaire, la plus basse de ces terrasses subsiste seule (terrasse de Romans). Toutefois, sur la rive gauche de l'Isère, en face de Saint-Lattier, le petit plateau qui domine, entre les Fauries et les Blanchères, la terrasse de Romans, représente sans doute le dernier prolongement d'une des deux terrasses supérieures et probablement de celle de Saint-Sauveur (a_x^{1d}), mais son altitude relative par rapport à la terrasse de Romans a beaucoup diminué : visiblement ces deux nappes tendent à se raccorder.

Enfin, mieux que toute description, l'examen du schéma A de la planche II synthétisera toutes ces conclusions.

Il nous reste maintenant à voir ce que deviennent vers l'amont ces trois terrasses. Nous avons déjà vu que la plus haute, celle de Chantesse, se raccordait aux moraines de la Guitardière, contemporaines des moraines de Rives. Quant aux deux plus basses, celle de Vinay (a_x^{1d}) et celle d'Iseron (a_x^{1e}), nous ne con-

¹ En face de Saint-Hilaire, à l'Est de Saint-Just-de-Claix, on constate la présence de trois terrasses très nettes : Au sommet la terrasse Rissienne, puis la terrasse de Saint-Marcellin, enfin, en contrebas (214 m.), la terrasse de Romans.

La surface de la terrasse de la gare de Saint-Hilaire est fortement ondulée, accidentée de bourrelets, on y remarque de très gros galets d'amphibolites et de granites et quelques éléments rubéfiés.

naissons pas de moraines frontales bien caractérisées qui puissent s'y raccorder. A ce moment le glacier de l'Isère n'atteignait certainement plus le sommet du seuil de Rives ; c'est ce qui nous explique que ces terrasses ne se retrouvent point dans la Bièvre ; en aval il avait abandonné également les seuils du château de Cumane et de la Guitardière : sa langue terminale était donc limitée par la crête argonienne qui du Sud de Tullins s'étend jusque près de Rovon. On peut lui attribuer les *moraines de Poliènas*. Mais, comme nous allons en avoir plus loin une preuve formelle, elle devait dépasser notablement Rovon. M. HIRTZEL a décrit d'autre part jusqu'à Cognin sur les terrasses précédentes des *placages glaciaires* bien caractérisés et donné d'intéressants détails sur l'extrémité sud de ce qu'il appelle le « bassin glaciaire de Vinay » : il a retrouvé du glaciaire près de l'asile du Perron et signalé un bloc erratique près de la Sône. Ainsi dans le plateau qui s'étend entre l'Albenc et l'Isère, on retrouve deux surfaces topographiques, qui se raccordent à ces deux terrasses, mais qui ne paraissent pas être d'origine uniquement alluviale ; elles sont irrégulièrement vallonnées comme les régions de front glaciaire. Il est probable que la langue terminale du glacier, en période de recul, n'a pu ici donner lieu à la formation de véritables vallums ; elle fondait sur place et les amas de matériaux abandonnés au cours de ce retrait étaient immédiatement repris et aplanis par le torrent glaciaire.

Il est pourtant possible de retrouver dans la région les traces nettes d'une extension glaciaire ultime, plus récente encore, datant de la fin de l'époque Würmienne : ce sont les MORAINES DE ROVON, bien connues de CH. LORY¹. Sur les berges de l'Isère, de part et d'autre du pont de Rovon, apparaissent en effet des argiles glaciaires contenant de beaux blocs erratiques ; mais ces formations, par leur situation topographique, apparaissent nettement comme *ravinant les surfaces topographiques correspondant au Glaciaire de Vinay et aux deux terrasses précédentes*. Nous trouvons donc là, la preuve d'une dernière avancée glaciaire (*stade de Rovon*, de P. LORY) postérieure à toutes les terrasses que nous venons d'étudier et notamment à celle d'Iseron-Romans. C'est la « dépression centrale » (cuvette terminale) de ce glacier de Rovon, qui a été ensuite comblée par les alluvions modernes et qui apparaît si nettement sur les cartes géologiques et topographiques, où elle se prolonge jusqu'à Grenoble.

Nous ne connaissons pas dans la Basse-Isère des terrasses se raccordant à la moraine de Rovon ; il est raisonnable toutefois de la mettre en relation avec la terrasse la plus basse distinguée par M. DEPÉRET aux environs de Valence et que nous avons signalée sous le nom de TERRASSE DE LA VILLE DE VALENCE (a^{1c} de la feuille Valence). C'est le raccord que nous avons indiqué à titre hypothétique sur notre schéma (pl. II, fig. A).

Enfin, un peu à l'Est de Rovon, nous devons encore mentionner une *terrasse postérieure au Glaciaire de Rovon* qu'elle ravine : c'est la TERRASSE DE

¹ M. HIRTZEL (*loc. cit.*, p. 9) paraît s'être trompé lorsqu'il affirme que la moraine de Rovon est assise sur la Terrasse de Saint-Gervais. En réalité cette dernière est en contrebas et postérieure à la Moraine.

SAINTE-GERVAIS (a_x^f de la feuille Grenoble); elle paraît s'abaisser rapidement vers l'aval. Vers l'amont on peut la suivre à la station de Tullins, à *Saint-Jean-de-Moirans* et c'est elle que l'un de nous a signalée à l'Echaillon (carrière Bernard) et à Veurey, à 15-20 mètres au-dessus de l'Isère. Elle se rattache vraisemblablement à une avancée glaciaire (*stade d'Eybens* de P. LORY), qui n'ayant pas atteint Grenoble, reste tout à fait en dehors du cadre de cette étude (Glaciation NÉOWÜRMIENNE de l'un de nous (W. K.), nous l'avions à tort confondue jadis avec la précédente (stade de Rovon de M. P. LORY).

Si maintenant nous remontons un peu plus en amont, entre Rives et Moirans, nous allons pouvoir retrouver avec une grande netteté les *traces de ces extensions glaciaires postérieures à l'abandon du seuil de Rives*. En descendant des moraines de Rives à la plaine de l'Isère on traverse en effet une succession de *replats* formés d'alluvions et couronnés de vallums glaciaires; ce sont d'anciennes moraines latérales accompagnées de cailloutis qui témoignent d'autant de stationnements et d'oscillations successifs du glacier de l'Isère au cours de sa longue période de décrue. Ces observations ont été publiées, il y a déjà longtemps, par l'un de nous¹; elles sont résumées dans la coupe de la planche I et seront étudiées en détail plus loin; l'examen de la nouvelle édition de la feuille Grenoble en donne d'ailleurs une idée d'ensemble suffisamment claire. Comme on le verra par l'étude de notre profil, où nous avons figuré ces vallums morainiques qui dominent Moirans, il est probable que les *moraines de Charnècles* se raccordent à la terrasse de Vinay (a^{1b2b} de notre profil) et que la terrasse d'Iseron (a^{1b2c}) est contemporaine des *moraines de Criel*; quant au vallum le plus inférieur, celui de Lérigny, il est peut-être le témoin du *stade de Rovon*.

¹ (W. K.) en 1901 puis plus tard par MM HITZEL [41] et Raoul BLANCHARD [68].

APPENDICE I

FORMATIONS FLUVIO-GLACIAIRES DES ENVIRONS DE MOIRANS ET DE VOIRON

Outre les terrasses et les cailloutis que nous venons d'étudier dans la Bièvre-Valloire et dans la basse-vallée de l'Isère, il existe en amont de Rovon et de Rives une série de *plateaux alluviaux* et *morainiques étagés* à divers niveaux. Il est intéressant d'étudier maintenant avec plus de précision et en les rattachant aux résultats qui précèdent, ces terrasses des environs de Moirans et de Voiron distinguées pour la première fois par l'un de nous (W. K.) en 1897¹ puis analysées à nouveau par M. HITZEL [41] et enfin explorées récemment avec grand soin au point de vue exclusivement morphologique par M. RAOUL BLANCHARD [68, 73].

La plus basse seule de ces terrasses paraît postérieure à la récurrence de Rovon (fin de l'époque Würmienne proprement dite) et se rattacherait au stade néowürmien.

Aux environs de Fures, de Rives et de Moirans on constate avec la plus grande netteté, entre le « *seuil de Rives* » et les alluvions modernes de l'Isère, la présence constante d'une série de *replats* (ou terrasses) formés chacun d'un « socle » d'alluvions fluvio-glaciaires et portant tous, sauf le plus inférieur, une « couverture » nettement morainique². M. HITZEL attribue ces replats à des « drainages périphériques des eaux glaciaires ». Nous tenons à insister particulièrement sur leur composition: si la *surface* des quatre gradins des environs de Voiron et de Moirans présente, pour chacun de ces gradins, des ondulations superficielles avec dépressions

¹ *Comptes rendus des Collabor. Service Carte géolog. de France* (1897, 1900 et 1907).

² Dans les *alluvions anciennes* de Moirans, la nature des galets roulés (granite du Pelvoux mélaphyre (spilite) du Drac, quartzites et calcaires gris, calcaires phylliteux du Trias intra-alpin, galets impressionnés miocènes remaniés) indique nettement l'origine intraalpine de ces cailloutis originaires des bassins du Drac, de la Romanche et de la Haute-Isère. Ils sont fréquemment cimentés en poudingues mais jamais impressionnés. Leur degré d'altération est variable et surtout accentué pour les cailloutis les plus élevés. Les couches et lentilles *sableuses* sont spécialement développées dans les « cônes de transition » et non caractéristiques du « Glaciaire » comme l'a écrit M. Hitzel.

Les *dépôts glaciaires* (moraines) des environs de Moirans, Rives et Voiron qu'il y a lieu de distinguer avec soin des alluvions précédentes et qui s'en différencient nettement, comprennent des blocs de breche polygénique éogène intraalpine, de Verrucano, de grès permien métamorphique du type des « gneiss » de Modane, de grès bouillers, d'amphibolites, de granites et de rares cailloux striés de calcaires à Nummulites (Voiron). L'origine de ces dépôts glaciaires peut donc être facilement précisée. Malheureusement la plupart des blocs d'une certaine dimension sont employés pour les constructions et l'on peut prévoir le moment où leur nombre aura considérablement diminué. Les indications de blocs erratiques portées sur les cartes géologiques seront alors particulièrement précieuses.

fermées, du type morainique, et montre tous les caractères des dépôts glaciaires (blocs erratiques, cailloux striés, etc.), passant à des « nappes subordonnées » de graviers, il importe de faire remarquer que cette structure ne s'étend pas à la partie profonde ou « soie » de chacun de ces gradins. Nous pouvons affirmer que ce socle est formé de graviers *fluviaux interstadiés* et non de produits d'écoulements glaciaires périphériques, ainsi que l'on peut s'en assurer dans les tranchées du chemin de fer entre Moirans et Voiron (où furent recueillis jadis des restes d'*Elephas primigenius*), près de l'église de Rives, à Sermorens près Voiron, et en une foule d'autres points. L'observation géologique est ici indispensable pour se rendre exactement compte des oscillations négatives qu'a subies le glacier Würmien et l'étude exclusive des formes de la surface, la morphologie ne peut — séparée de la connaissance du sous-sol — donner à elle seule, dans le cas présent, comme d'ailleurs d'une façon générale, dans la plupart des problèmes analogues, une solution aussi certaine et complète qu'une étude géologique approfondie. La méthode actuellement préconisée par une certaine école, de tirer des considérations exclusivement morphologiques des conclusions qui sont parfois en contradiction avec celles auxquelles conduit l'analyse géologique du sol, nous paraît aussi peu scientifique que celle qui consisterait à tirer des recherches géologiques des interprétations qui ne seraient pas confirmées par la morphologie.

On rencontre successivement en se dirigeant du sommet de Parménie vers l'Isère :

I. Blocs erratiques du sommet de Parménie (734 m.), correspondant sans doute à l'époque Rissienne.

II. Ceinture morainique (altitude 650 mètres), formant un replat très net un peu au-dessous du sommet (retrait de la glaciation Rissienne ?). (M. Hitzel a donné un profil et des détails sur cette formation).

III. Ceinture morainique à l'altitude de 560 mètres formant un deuxième replat sur les flancs de la montagne de Parménie au-dessus de Renage et de Beaucroissant et descendant à 525 mètres entre Renage et Tullins (Würmien ancien).

IV. Terrasse de galets un peu altérés (500-520 m.) supportant des placages morainiques, dominant à l'Est et au Sud-Est le village de Beaucroissant et se prolongeant vers le Sud-Est et l'Ouest (altitude 455 à 465 m. environ) plus en aval, sur le bord de la plaine de la Bièvre.

V. Terrasses de la gare de Rives et de la plaine de la Bièvre (altitude 430 à 445 m.), vaste nappe de cailloutis probablement interglaciaires ou de progression formant le « seuil de Rives » et portant des dépôts glaciaires et notamment les beaux *vallums* morainiques semicirculaires de Miplaine, des Blaches et de la gare de Rives à Apprieu (alt. de ces moraines 460-480 m., 416 m. à Beaucroissant¹); ces derniers se relient à la terrasse sous-jacente par des « cônes de transition » très nets (gare de Rives). M. Hitzel a décrit et figuré quatre séries de ces vallums.

Cette terrasse ainsi que ces moraines, s'étendent aussi vers Saint-Blaise-de-Buis, Apprieu² (499 m.) et Chirens. A Beaucroissant même, l'on peut constater à l'Est du village la liaison intime des dépôts morainiques à blocs avec les graviers et lits de sables à stratification entrecroisée, auxquels ils passent insensiblement par la base.

A la gare de Rives l'altitude des alluvions atteint 417 m. 6; la nappe comprend toute la région (410 à 420 m.) occupée par le cimetière, l'hôpital et la gare et présente

¹ On y remarque là des blocs de brèche éogène polygénique, de provenance intraalpine.

² Considérée à tort comme Rissienne par certains auteurs.

d'épais *amas lenticulaires de sables fluviaux* (entre l'église et la gare), ainsi que des intercalations de *tufs* fossilifères (déjà signalés par l'un de nous) près de l'église. Nous qualifions de *fluviaux* les dépôts qui, comme ceux de l'église de Rives et de la région comprise entre cette église et la gare, sont constitués par des lentilles de sables perméables et par des couches de *galets* et de cailloux calibrés et parfaitement *arrondis*, sans intercalations boueuses et sans blocs ou cailloux subanguleux ni striés. Qualifier ces dépôts de « glaciaires » comme on l'a fait parfois, est en effet absolument contraire aux définitions géologiques. Il s'agit évidemment de formations d'origine fluvio-glaciaire, mais déjà *suffisamment éloignées du front morainique* pour avoir été remaniées et étalées par les eaux de fonte. Des dépôts de cette nature ont d'ailleurs fourni à Saint-Jean-de-Moirans des ossements de Mammouth. Aux Quatre Chemins près Apprieu, les alluvions ont 50 à 60 mètres d'épaisseur et se terminent par un lit de gros blocs roulés. Ces cailloutis *interglaciaires* ont été entamés ultérieurement par des érosions de la Fure en replats successifs dont l'interprétation a été donnée par M. RAOUL BLANCHARD.

V. *Terrasse de Charnècles*, également couverte de moraines qui atteignent 350 à 380 mètres d'altitude (village de Rives, les Bruneries, la Guillonnière (375 m.), Saint-Cassient, Carlin (380 m.) environs de Réaumont, Maloza, etc.). Cette nappe alluviale avec les dépôts glaciaires qu'elle supporte a été découpée par les érosions de la Fure et de divers ruisseaux. Elle supporte les moraines de la Murette et des environs de Saint-Cassient, de Saint-Blaise-de-Buis, de Lagnelas, de la Brunerie près de Voiron. Vers le Sud, on la retrouve sur la rive droite de la Fure au Sud de Renage et au-dessus de Fures (354-370 m.) et de Vourey¹ où elle forme un plateau (340-375 m.) très net (c'est la *terrasse supérieure de Vourey*).

VI. *Terrasse de Criel*; elle porte également des moraines² (altit. 341-320 m.) (cailloux striés épars à la surface près de Criel) et se poursuit en un gradin *continu* de Vourey-Bois-Vert aux environs de Voiron (Criel, couvent du May, Picheras, Termérieu, la Talifardièrre); on la retrouve au-dessus de Fures, au château de Tullins et près de Renage; c'est la terrasse qui domine le village de Vourey (*terrasse moyenne de Vourey*), elle passe au Nord-Est au-dessus de Pavio et est développée surtout à l'Ouest de la voie ferrée et de la Morge qu'elle *dépasse un moment* vers le N.-Est. Près de Voiron elle forme le plateau dominant au Nord le faubourg de Sermorens (sous Orgeoise); la route de Saint-Etienne-de-Crossey la gravit en sortant de Voiron (au couvent de Voiron) Les dépôts glaciaires qu'elle supporte s'observent au-dessus de Voiron vers le Barrio. Elle renferme des galets de granite décomposé. Sa structure est *nettement fluviale* à Sermorens malgré la présence de quelques grands blocs non striés; il est impossible de voir dans ces dépôts des formations *uniquement morainiques* comme paraît le faire M. R. BLANCHARD (73). — Ces derniers ne constituent qu'une couverture relativement peu épaisse de la terrasse.

VII. *Terrasse de Mangualy-le-Guilton* — Plan-Menu (Mangua de certaines cartes) (altitude 280-306 m.) Cette terrasse sur laquelle est établi le champ d'expériences agricoles de l'école nationale de Voiron (galets de spilite) et que gravissent, au sortir de cette ville, la route de la Buisse et le chemin de fer de Saint-Béron, domine de

¹ Où elle nous a été signalée dès 1895 par M. DEPÉRET (*in litt.*).

² Elle est entamée cependant en un point par la vallée de la Morge et la *dépasse* sur sa rive gauche à l'Ouest de Saint-Jean-de-Moirans. On remarque à son sommet des alluvions inclinées, indices d'un cône de transition morainique.

chaque côté la gorge de Paviot (304-303 m) (alluvions inclinées) qui l'a entamée, elle forme le plateau que traverse la route de la Buisse, occupe une partie de Voiron (fond de Sermorens), s'observe à Guillon, au-dessus de la gare de Voiron et se termine en promontoire au-dessus du village de Saint-Jean-de-Moirans; on la voit aussi constituant un petit plateau en contrebas et au Sud-Est du hameau de Criel, au Saix et à Mangualy. Elle renferme parfois des galets de spilite du Drac et supporte quelques placages de Glaciaire (au-dessus de Paviot). On retrouve cette terrasse derrière Saint-Jean-de-Moirans où elle est profondément entamée par la vallée de la Morge et couronnée de moraines très nettes (la Commanderie 300 m). En aval de Moirans au-dessus de Vourey et de Fures, elle porte le *cimetière de Fures* (300 m.) et une partie de la ville de Tullins et passe *en dessous* des moraines de Poliéas.

VIII. *Terrasse de Lérigny* (ou Périgny de certaines cartes) 259-260-270 m) un peu plus basse que la précédente: elle s'observe aussi au dessus du Saix, derrière le village de Saint-Jean-de-Moirans (230 m.) et dans les parties basses de Voiron. Elle supporte également des blocs erratiques alpins et quelques placages glaciaires. Cette terrasse de Lérigny reste nettement distincte en amont, derrière Saint-Jean-de-Moirans. En aval, on la retrouve à Vourey (260 m.) (*terrasse inférieure de Vourey*) à Fures (250 m.) et à Tullins où elle supporte l'hospice (232 m.) et une partie du bourg. Elle paraît représenter une nappe de cailloutis interstadias immédiatement antérieurs aux moraines du stade de Rovon qui la recouvrent en amont.

IX. Terrasse du *cimetière de Moirans* (altitude 223 mètres): elle supporte la route de Paviot, le village de Saint-Jean-de-Moirans, le hameau de Saint-Jacques (226 m.) près Moirans, adossé contre la terrasse précédente, la route de Moirans à Vourey et borde la plaine alluviale actuelle de la vallée de l'Isère en aval de Moirans et de Saint-Jean-de-Moirans; elle passe à la gare de Tullins (204 m.) entre Fures et Vourey; on la retrouve le long de la ligne de chemin de fer en aval de Tullins (*cimetière de Tullins*). On y constate parfois des lits d'*alluvions inclinées* (Saint-Jacques). Elle disparaît en amont du village de Saint-Jean-de-Moirans et ne semble nulle part supporter de dépôts glaciaires bien authentiquement en place¹. Nous la considérons comme postérieure au « stade de Rovon » et correspondant à la terrasse de Saint-Gervais, de Saint-Quentin, Echaillon-Vourey (décrite par M. KILIAN). A Vourey cette *terrasse basse*, correspondant comme altitude (13 à 20 m. au-dessus de l'Isère), aux alluvions signalées par l'un de nous près de l'Echaillon (carrière Bernard) et aux Balmes de la Buisse, formé un replat nettement accentué. Elle est d'âge post-glaciaire².

X. Localement, au sortir du défilé de la Morge à Moirans, près de l'usine Girod, il existe en outre en contrebas de la terrasse précédente et au-dessus de la plaine actuelle, une petite terrasse locale (204 m.) due vraisemblablement à une ancienne phase de remblaiement de la Morge.

La ville de Voiron est établie dans la région de ces terrasses interstadias recou-

¹ Il existe bien à sa surface quelques blocs erratiques, mais ils semblent éboulés et proviennent sans doute du replat précédent (terrasse de Lérigny).

² Il faut se garder de confondre, comme l'un de nous (W. K.) l'a fait autrefois lui-même, ces alluvions postwürmiennes avec les alluvions postbühliennes, beaucoup plus récentes que l'on observe en amont de Grenoble.

vertes de moraines successives et entamées par des érosions ultérieures des cours d'eau secondaires dans les vallées desquelles existent parfois des terrasses locales¹.

On rencontre aux environs immédiats de cette ville outre les mollasses et les conglomérats miocènes qui constituent l'ossature de la région, les formations suivantes²:

A. — Au sommet de Notre-Dame-de-Voise quelques galets de quartzites constituent une nappe pliocène contemporaine des cailloutis et glaises de Chambaran.

B. — En contrebas, des placages morainiques *échelonnés à diverses hauteurs* marquent la trace des oscillations successives de la glaciation Würmienne.

1^o Une première ceinture morainique, visible sur les flancs de la montagne de Voise, au-dessus de Tolvon, marque probablement le maximum de la glaciation Würmienne (stade de la côte Saint André).

2^o Un deuxième niveau (Tolvon) de *moraines élevées* correspond sans doute aux stades de Rives et de Charnècles, comme les moraines de Saint-Blaise de-Buis (463 m.) de la Murette (439 m.), etc., les alluvions subordonnées de Lagnelas (447 m.), de Saint-Cassient (375 m.) et Carlin reposant sur une nappe d'alluvions et peut être la *grande moraine latérale* du Bret et quelques placages sur les replats gazonnés de la montagne de Ratz au-dessus de la Buisse.

3^o Un troisième complexe morainique (Criel, château de Voiron) se rattache à la terrasse alluviale de Criel (340 m.), Termérieu, le couvent du May (380 m.), la Talifardière, Sermorens, Château-Dode, la Brunerie, Château-Barral, la Martelière, Orgéoise (308 m.) que gravit la route de Voiron à la Tivollière (390 m.). Au Nord du faubourg de Sermorens, de grandes sablières ouvertes montrent dans cette terrasse des alluvions inclinées avec lits de sables inclinés vers l'Ouest et gros blocs alpins roulés faisant supposer le voisinage d'un ancien front glaciaire. On retrouve ces mêmes alluvions supportant des moraines, au château de Coublevie.

Les belles moraines frontales de Croix-Bayard situées *en contrebas des moraines de Tolvon et du Bret* avec leurs blocs erratiques et celles de Saint-Nicolas-de-Macherin, signalées par l'un de nous, représentent pour les branches glaciaires venant du Nord et dites rhodaniennes désormais séparées du bassin de l'Isère, un *stade de retrait* de la fin de cette même phase³ à laquelle correspondraient également, pour le glacier de l'Isère, des cailloutis épars sur les replats du flanc de la montagne de Ratz au-dessus de la Buisse.

¹ Aux Quatre-Chemins l'un de nous a signalé des terrasses locales de la Fure. Depuis lors (M. RAOUL BLANCHARD 1911) a étudié très complètement les terrasses de la Fure et est arrivé à de très intéressantes conclusions relatives aux cycles d'érosion de ce bassin.

² L'un de nous a indiqué en 1900 (*C. R. des Collab.*, t. XII, 1900) que les formations pléistocènes s'étendent plus loin encore.

En effet au Nord de Voiron, l'étude du Pléistocène qui recouvre dans cette région les mollasses et conglomérats miocènes montre que les formations indiquées par une teinte unique (a¹) sur l'ancienne édition de la feuille de Grenoble se décomposent en :

Galets de quartzites alpins à patine rousse, épars sur les plateaux et accompagnés de glaises jaunâtres (plateau au Sud-Ouest du Banchet).	} Pliocène supérieur.
Lambeaux de terrasses fluvio-glaciaires de divers âges (environs de Chirens, l'Arsenal).	
Dépôts glaciaires proprement dits (boues avec cailloux striés et blocs erratiques : Montferrat, Ouest de Saint-Nicolas-de-Macherin, le Banchet).	} Pléistocène.

³ Voir aussi les moraines de la Bourbre, de Combelles Eydoche (Charrière), de Chabons-Burcin, du Rousset, de Chirens et de l'Ainan, décrites par M. HIRZEL (*C. R. Coll. Serv. Carte géol. de France*, 1905 à 1906.)

Une grande partie des vallons qui entourent Voiron sont creusés dans ce complexe (région à l'Est de la ville, cimetière, etc.).

4° Un quatrième complexe, plus récent encore, comprend la terrasse du Guillon (309 m.) qui s'étend vers Birard, Coublevie, formant une plaine dominée par le château d'Orgeoise : cette terrasse supporte les beaux *vallums* morainiques de la Commanderie et ceux qui dominent la route de la Buisse au Sud de Champ-Chabert.

Aux environs de Vourey, quatre de ces niveaux se distinguent d'une façon particulièrement nette dans la topographie.

Il résulte de ce que nous venons d'exposer que l'on peut suivre *en amont* des moraines frontales de la basse-vallée de l'Isère une *série de nappes alluviales* (le niveau de Rives, le niveau de Charnècles, le niveau de Criel, le niveau du Guillon, le niveau de Lérigny), *chacune recouverte par les moraines* d'une récurrence glaciaire et correspondant¹ aux périodes *interstadières* Würmiennes respectivement antérieures aux moraines de Rives, de la Guitardière, de Poliénas et de Rovon : elles correspondent donc vers l'amont à la partie profonde et « de progression » des terrasses de Saint-Marcellin, de Chantesse, de l'Albenc, de Saint-Sauveur et d'Iseron, tandis qu'un replat *plus inférieur* encore (Saint-Jacques, gare de Tullins) date sans doute de la phase *interstadière postérieure au stade de Rovon*, et ne porte pas de dépôts morainiques.

¹ Jungwürm-Moraenen de M. PENCK (*in litt.*).

APPENDICE II

TERRASSES DU ROYANS

Les terrasses du Royans ont été étudiées par M. KILIAN (*Bull. Serv. Carte géol.*, n° 75., 1900 puis par M. HRTZEL [43-45] ; elles contiennent exclusivement des éléments locaux (calcaires) parfois cimentés et ne se montrant mélangés avec des galets alpins que dans le voisinage de Saint-Nazaire seulement.

Ces alluvions sont nettement visibles, *étagées* en terrasses, dans les vallées de la Bourne et de la Lyonne ; on peut les étudier avec facilité près de Saint-Nazaire, d'Auberives, aux environs de Saint-Jean-en-Royans, de Pont-en-Royans et de Sainte-Eulalie. Elle ne présentent aucunement le caractère de *dépôts fluvioglaciaires* et doivent leur existence aux *oscillations du niveau de base* qui est ici l'Isère au confluent de la Bourne. Aux environs de Saint-Jean, en particulier, on constate la trace de *six* niveaux de cailloutis dont *cinq* sont surtout développés. Nous y avons reconnu :

1° Hauts niveaux de cailloutis à l'Est de Saint-Jean-en-Royans non loin des lacets de la route de Lente ; ces cailloutis sont très altérés et correspondent, comme altitude, au Deckenschotter de Vatilieu. (v. plus haut).

2° Terrasse dominant à l'Est (309 m.), le village de Saint-Just-de-Claix et couronnant les coteaux qui séparent la vallée de l'Isère d'Auberives et de la Bourne. Ce niveau correspond à la *terrasse Rissienne* (haute-terrasse) de Fougasse et à celle du cimetière de la Baume-d'Hostun. On le retrouve aux environs de Saint-Jean, près de Bricchet, aux Macaires et aux Blancs, au-dessus de la Motte-Fanjas.

3° Terrasse de 260 à 290 mètres. On observe cette terrasse au Sud de Pont-en-Royans, entre Sainte-Eulalie et Saint-Laurent-en-Royans où elle forme un vaste plateau, au Petit-Brun, et derrière Saint-Jean-en-Royans (270 m.), aux Brochiers (290 m.) ; à Sainte-Eulalie elle domine d'un talus très net une terrasse plus basse. Elle se retrouve au-dessus et au Nord-Ouest du pont de Manne, près des ruines du château de Saint-Just, entre le plateau d'Auberives et Saint-Just (la Renardière), au Nord Est du Bel près de Pont-en-Royans, et au Sud de Saint-Nazaire (255 m.) ; là elle forme un lambeau en contrebas des ruines du château. Elle correspond à la *terrasse de Saint-Marcellin*.

4° Terrasse de 226 à 260 mètres (correspondant à la terrasse de la Plaine et de l'Albenc), très développée entre Pont-en-Royans et Sainte-Eulalie en contrebas de la précédente, dans le village de Saint-Jean-en-Royans et formant au-dessus d'Auberives (le Bel) un plateau très net ; cette terrasse est représentée par des lambeaux sur la rive droite de la Lyonne en face de Saint-Thomas et se retrouve au Sud de Saint-Nazaire en

témoins dominant le plateau de la Motte; à Saint-Jean-en-Royans, elle supporte la partie principale du village.

5° Terrasse de 212 à 230 mètres (gare de Saint-Jean-en-Royans) forme les plateaux de Poursailles et de la Motte (stratification entrecroisée et à la base lits d'argile (lacustre ?) d'un gris jaunâtre) s'étend vers Saint-Thomas-en-Royans et correspond à la Terrasse de la gare de Saint-Hilaire.

5° bis. Un niveau moins élevé encore s'observe un peu en amont de Saint-Nazaire, au Nord-Ouest de la Motte Fanjas, ainsi qu'à Pouyet, à Auberives et au Mas, à 5-10 mètres au-dessus de la Bourne et correspond sans doute à la « terrasse de Valence » de la vallée de l'Isère¹.

¹ M. MERMIER a mentionné [9] près de Saint-Nazaire et de la Baume d'Hostun des dépôts alluviaux qui occupent respectivement les altitudes de 270 à 300 mètres, de 230 à 250 mètres et de 185 à 215 mètres. Ces trois niveaux (de 120 à 150 m., 80 à 100 m. et 35 à 65 m. au dessus des thalwegs actuels) correspondent aux terrasses de l'Isère et représentent pour nous l'équivalent des terrasses de Foulouse-les-Reynauds (Rissienne), de Saint-Marcellin-Bayanins et de Romans-Iseron. M. MERMIER désigne les premières sous le nom d'alluvions alpines *pliocènes*, les deuxièmes sous le nom d'alluvions alpines préglaciaires et les dernières comme alluvions alpines *postglaciaires*. Les tufs à *Helix Depereti* (LOCARD) de la Baume d'Hostun reposent sur la *terrasse Rissienne du cimetière de la Baume* dont l'altitude est de 250 mètres et qui domine la terrasse de l'église de la Baume (209) plus élevée elle-même que la terrasse du bois de Gervant (185-199) (= terrasse de Romans).

APPENDICE III

CONES DE DÉJECTIONS ET TUFFS

Des *cônes de déjections* anciens de divers âges correspondent à la surface de plusieurs des niveaux de cailloutis décrits dans le présent mémoire, et sont coupés par les terrasses plus récentes; c'est ainsi qu'à l'Est de Valence existent, d'après une obligeante communication de notre ami M. G. SAYN, des cônes correspondant aux terrasses plus anciennes; à l'Est d'Hostun, au Nord-Est de Romans et près de Chatuzange, M. HITZEL a décrit des cônes de déjections de l'âge des terrasses de Foulouse; un cône ancien de l'âge de la terrasse de Rives, s'observe au Grand-Lemps (W. K.); le cône de Saint-Pierre-de-Chérennes étudié par l'un de nous, est contemporain de la terrasse de Saint-Marcellin (Séminaire de Valence); celui de Cras correspond nettement à la terrasse de l'Albenc; comme plus en amont, à Chapareillan, l'un de nous (W. K.) a décrit un cône de déjections postwürmien antérieur à une plus récente récurrence glaciaire néowürmienne; près de Claix, en amont de Grenoble, M. Breton nous a signalé une suite de cônes de déjections d'âges différents tous postérieurs au maximum Würmien. Enfin M. R. BLANCHARD [68] a signalé à la Monta et nous avons observé à Vourey des cônes anciens se raccordant à la terrasse (néowürmienne) de 15 mètres.

L'on peut espérer également pouvoir dater exactement des *dépôts de tufs* assez fréquents dans le Bas-Dauphiné, au moyen des terrasses auxquelles ils sont subordonnés (la Baume d'Hostun, où ils ont été décrits par MM. MERMIER et LOCARD [8 et 9], la Sône, Rives, Saint-Quentin (d'après M. LORY), Iseron, etc.).

L'intérêt principal de ces tufs réside dans les empreintes végétales et les coquilles qu'ils contiennent presque partout; malheureusement l'étude de ces fossiles, à peine différents des espèces actuelles présente de grandes difficultés. Rappelons notamment la présence de l'*Helix Depereti*, LOCARD, dans les tufs de la Baume d'Hostun; c'est là une espèce éteinte assez caractéristique. Parmi les restes végétaux il faut signaler l'*Arundo donax*, espèce à cachet méridional, disparue de la région, trouvée par M. P. LORY dans les tufs de Saint-Quentin et par l'un de nous (M. G.) dans les tufs de la Sône¹. Au cours de l'impression de notre travail, M. Germain a publié, dans les *Archives du Muséum de Lyon*, une étude très intéressante sur les fanes de Mollusques des tufs et des löss de divers points du Bas-Dauphiné.

¹ Il y a lieu de signaler également la découverte toute récente, dans les dépôts morainiques Würmiens de Cumane, de crânes et d'ossements de *marmotte* recueillis par MM. P. LORY et V. GIRAUD sur l'aimable indication de MM. RIGOTARD. Ces restes datent sans doute de terriers interstadias postérieurs au maximum Würmien (W. K.).

VIII. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les profils de la planche II résument toutes nos conclusions et ils donnent en même temps une idée du procédé de travail employé. Dans une question aussi complexe, la seule méthode possible consiste en effet à traduire sur un pareil profil les observations faites sur le terrain ; en y adjoignant la considération de continuité, par le Rhône, entre les terrasses de la Bièvre-Valloire et celles de la Basse-Isère, nous avons été amenés au parallélisme proposé, comme à la seule synthèse qui ne conduise à aucune contradiction.

Le plus intéressant de ces profils est celui qui concerne la basse-Isère. Il nous montre nettement qu'on peut y distinguer trois régions différentes : 1^o la région des moraines ; 2^o la région des cônes de transition ; là le nombre des terrasses est maximum car on est sous la double influence des oscillations glaciaires et des variations du niveau de base : 3^o la région des terrasses régulières ; ici les influences glaciaires sont complètement amorties, le phénomène des terrasses se régularise : on participe au régime des grandes vallées largement ouvertes vers la mer.

Ce schéma est donc éminemment propre à mettre en évidence la double origine possible pour les terrasses d'alluvions ; à savoir les avancées ou reculs glaciaires à l'amont, les oscillations du niveau¹ de base à l'aval.

Il était évident *a priori* que ces deux phénomènes devaient intervenir à la fois, comme nous l'avons exposé au début. Reste à discuter de quelle manière ces deux causes différentes ont interféré².

¹ Il importe de remarquer que dans l'hypothèse d'oscillations du niveau de base dues à des mouvements eustatiques du niveau de la mer la différence d'altitude entre les diverses terrasses et le thalweg actuel, doit nécessairement, étant donnée la pente des vallées fluviales et la tendance à l'établissement pour chaque oscillation d'un profil longitudinal d'équilibre des thalwegs, s'atténuer vers l'amont. Cette considération, bien qu'extrêmement simple, semble avoir échappé à certains observateurs qui s'appliquent à retrouver bien en amont les mêmes écarts verticaux entre le niveau actuel des fleuves et celui des terrasses pléistocènes successives. Et inversement, si, lors de la formation d'une terrasse fluvio-glaciaire, le niveau de base reste fixe à l'aval, il est évident que l'altitude relative de cette terrasse doit augmenter progressivement vers l'amont.

Il y a lieu de remarquer enfin que dans l'épaisseur de chaque terrasse fluvio-glaciaire il faudra distinguer : A) une partie profonde formée d'alluvions de progression représentant le remblaiement correspondant au retour progressif du front glaciaire vers l'aval c'est-à-dire d'âge interstadaire et B) une portion superficielle qui seule se relie par un cône de transition aux moraines terminales marquant le maximum de la récurrence glaciaire.

² L'un de nous, M. W. KILIAN, a indiqué (*La Géographie*, t. XIV, 1906, p. 273) cette possibilité et montré qu'elle pouvait expliquer les faits d'observation décrits par M. PЕNCK et attribués par ce savant aux seuls phénomènes glaciaires.

Il semble à première vue qu'elles aient agi d'une manière concordante, c'est-à-dire que à chaque maximum d'extension glaciaire donnant lieu à un remblaiement, a correspondu un maximum d'élévation du niveau de base, aboutissant également à un remblaiement. C'est bien à cette conclusion qu'arrive en effet le général de LAMOTHE¹. Mais il est facile de se rendre compte que cela peut n'être en réalité qu'une question d'apparence. Car supposons qu'un maximum glaciaire se produise au cours d'une période où le niveau de base passe par une altitude minimum : la topographie glaciaire qui en résultera, si elle a le temps de se constituer, sera évidemment dans des circonstances bien peu favorables à sa conservation : car la moindre oscillation positive du niveau de base viendra la submerger dans un remblaiement ; donc les formes topographiques que nous trouvons les plus nettement conservées sont précisément celles qui correspondent à des altitudes maxima des niveaux de base. Il faudra d'ailleurs que ces altitudes maxima soient régulièrement décroissantes, car si l'une venait à être plus grande que les précédentes, le remblaiement qui lui correspond noierait les terrasses précédentes. Ainsi s'explique l'allure sinusoïdale, avec amplitudes successivement décroissantes, qu'offrent la plupart des phénomènes géomorphologiques dans le Quaternaire. Qu'il s'agisse d'extensions glaciaires, d'altitudes de terrasses ou de hauteurs de lignes de rivage², l'époque actuelle apparaît toujours comme un point singulier, un point asymptote. Ce serait, si c'était vrai, une anomalie, car l'époque actuelle est un point quelconque en rien distinct des autres dans la succession des temps géologiques. Nous venons de montrer comment cette anomalie n'est qu'une apparence.

Ainsi les formes d'origine glaciaire les mieux caractérisées sont évidemment celles produites pendant les maxima glaciaires ; et d'autre part les surfaces topographiques qui prennent naissance sous l'influence des oscillations du niveau de base datent également de ces maxima. Et si maintenant nous supposons que ces deux causes indépendantes interfèrent, les effets produits s'ajouteront : en d'autres termes, les caractères topographiques les plus nets et les plus durables seront ceux construits aux moments où une avancée glaciaire correspondra à une altitude maximum du niveau de base. La complication qui semblait devoir provenir de l'action simultanée de ces deux causes indépendantes s'éclaircit d'elle-même, au moins en ce qui concerne les résultats visibles. Aussi il nous paraît-encore un peu prématuré pour le moment de voir là une preuve de relations rigoureuses de cause à effet entre les oscillations des lignes de rivage et le développement du phénomène glaciaire.

¹ Cette même conclusion a été formulée aussi avec beaucoup de netteté par M. MARCELLIN BOULE : *Les Grottes de Grimaldi*, t. I, fasc. 2, p. 154 (Imprimerie de Monaco, 1905).

² Voir à ce sujet le diagramme de M. Boule reproduit par M. Lemoine dans son récent ouvrage sur la géologie du Bassin de Paris.

IX. — RÉSUMÉ ET SUCCESSION PROBABLE DES PHÉNOMÈNES

1° Dès le début du Quaternaire, et sous l'influence d'une oscillation négative de la Méditerranée, l'érosion commence l'attaque des vastes champs de cailloutis probablement pliocènes (Chambaran Bonnevaux etc.) qui s'étendaient, d'une coulée continue du Rhône aux Alpes : les cours d'eau sont tous au début, pour ainsi dire, « conséquents » par rapport à l'axe de soulèvement des Alpes, et ils empruntent tous la direction Est-Ouest, le plus court chemin pour atteindre le Rhône : ainsi font encore la Varèse et la Galaure, ainsi faisait peut-être l'Isère. Les cailloutis qui correspondent à ces premiers temps du Quaternaire ont été signalés au cours de cette étude, mais ils n'ont laissé dans notre région que des restes trop peu nets et trop peu importants pour que nous les retenions dans ce résumé général¹.

2° Par contre la topographie Rissienne a laissé des traces bien visibles : le

¹ On a distingué sur la 2^e édition de la Feuille Grenoble de la Carte géologique de France (1908), outre les alluvions modernes (a²), les éboulis (A) et les dépôts glaciaires remaniés (A^r).

Des tufs interglaciaires, interstadias et récents (A¹);

Des cônes de déjections récents et interstadias (Aa², Aa¹);

Des dépôts glaciaires récents (a²gl);

Des dépôts glaciaires anciens (a¹gl), se décomposant en :

Glacière indéterminée (a¹Gl);

— du stade de Vizille (a¹gl¹);

— du stade d'Eybens (a¹gl²) (et du stade de Chignin);

— local (A¹Gl, A²gl);

— du stade de Rovon (a¹gl);

— du stade de Rives (a¹gl²) (Würmiennes);

— des moraines externes (Rissiennes) (a¹gl¹);

(Sur cette carte les vallums morainiques principaux sont d'ailleurs figurés par un tracé spécial, ainsi que les blocs morainiques).

Les cônes de transition (a¹) de Saint-Etienne-de-Crossey et de Saint-Laurent-du-Pont, postérieurs au stade de Rive;

Les argiles lacustres d'Eybens (a¹E); ;

Des alluvions interstadias (a¹);

Des alluvions anciennes fluvioglaciaires (a¹), comprenant :

Une terrasse récente (a¹_x) (attribuée avec doute au stade de Vizille);

Trois terrasses de la Basse-Isère (a¹_e - a¹_x) (considérées comme postérieures à la glaciation würmienne)

Une basse terrasse (Würmienne) a¹b.

Une haute terrasse a¹a (Rissienne).

Deux terrasses de cailloutis plus élevés (Deckenschotter) (a¹v);

Les cailloutis des Plateaux (P).

La synchronisation de ces divers niveaux avec les terrasses des feuilles voisines (Valence, Saint Etienne Lyon) demeurerait réservée pour la Notice de la Feuille de Vizille.

On trouvera dans le présent mémoire le parallélisme auquel nous ont conduit nos recherches et qui modifie sur quelques points les vues adoptées par nous au moment de la rédaction de la Notice explicative de la feuille Grenoble.

glacier de l'Isère pénétrant sans obstacle dans la Bièvre-Valloire, à l'entrée de laquelle le « seuil de Rives » n'existait pas encore (par suite du peu de profondeur du thalweg glaciaire), a laissé les placages glaciaires des collines de Gillonnay, Balbins, etc., et s'y avançait jusqu'à *Paramans* où nous retrouvons ses moraines frontales bien connues des anciens auteurs; de là les torrents glaciaires descendaient au Rhône, édifiant la puissante nappe de cailloutis de *Tourdan* qui, aux environs d'Agnin, se raccordait avec l'ancien thalweg rhodanien. D'autre part une autre branche de ce même glacier, passant au Sud du plateau de Chambaran, venait s'engager dans la vallée de l'Isère actuelle, alors encore bien peu profondément creusée. C'est elle qui a laissé des blocs erratiques à la *Bergerandière* et qui s'avancait peut-être non loin de Saint-Hilaire. Les courants fluvioglaciaires qui s'échappaient de son front, ou coulaient le long de sa rive droite ont formé la *terrasse* que nous avons retrouvée à Notre-Dame-de-l'Osier, au château de Saint-Marcellin, au Pinée, aux Reynauds, et qui se prolonge aux environs de Valence jusque dans les plateaux rhodaniens de *Foullouse* et de la Léore recouverts de loess. (A ce moment une branche du glacier de l'Isère franchissait le seuil de Montaud à l'Ouest du Bec de l'Echaillon où elle a laissé des moraines très nettes, la vallée actuelle à l'Est de ce bec n'ayant sans doute pas encore subi le *surcreusement* du glacier Würmien qui, par suite d'une sorte d'épigénie, y a localisé dorénavant le thalweg glaciaire).

3° La glaciation Würmienne à son retour, a retrouvé la vallée de la Basse-Isère bien plus profondément creusée dans les assises mollassiques : aussi dans cette région les deux extensions glaciaires sont elles très nettement distinctes dans la topographie (voir la photogr. pl. III). Par contre dans la Bièvre-Valloire, sans doute définitivement abandonnée déjà par l'Isère interglaciaire, l'érosion antéwürmienne, surtout dans la partie haute, avait été beaucoup moins intense.

A. *Stade de la côte Saint-André.* — A son extension maximum le glacier Würmien, franchissant le seuil de Rives, s'avancait probablement jusqu'aux environs de la Côte Saint-André; ses moraines frontales ne sont pas reconnaissables avec certitude, mais la *basse-terrasse* correspondante peut-être nettement suivie : riveraine du glacier dans la région de Sardieu, elle sort du domaine glaciaire par la trouée de Beaufort; de là, par Beurepaire et *La Peyrouse*, elle atteint le Rhône, qu'elle domine de 45 mètres. Pendant ce temps dans la Basse-Isère le glacier devait stationner non loin de Tèche. Mais, là non plus, la topographie de moraines frontales n'est pas visible. Ce glacier remplissait aussi toute la *vallée latérale* : Tullins, Cras, Chantesse, l'Albenc. Ce trait dominant de la topographie de la région, déjà bien mis en lumière par M. PENCK, est dû sans doute à un cours d'eau riverain du glacier Rissien, pendant ses stades de retrait. C'est grâce à l'érosion d'un cours d'eau de ce genre que l'anticlinal urgonien de Poliénas a été si nettement dégagé de sa couverture mollassique et a acquis une individualité topographique aussi bien que tectonique.

Cette ancienne vallée latérale débouche dans la Basse-Isère par deux issues situées respectivement à l'Est et à l'Ouest de la colline de Bergerandière. La branche orientale, la plus récemment creusée sans doute, a été seule envahie par le glacier Würmien à l'époque de son maximum. Et c'est à l'entrée de la branche occidentale que ce glacier a édifié le *seuil glaciaire du château de Cumane*. De ce seuil s'échappe vers l'aval une terrasse qui passe en dessous du village de Notre-Dame-de-l'Osier, se poursuit au-dessus de Vinay¹ et à Tèche, où elle était probablement riverain du glacier. De là, par Saint-Marcellin et Saint-Hilaire, elle vient se raccorder à la nappe rhodanienne du *Séminaire de Valence* qui domine de 45 mètres le thalweg actuel.

B. *Stade de Rives-Gare*. — Puis le glacier Würmien commence à reculer, et nous allons pouvoir observer les divers stades de ce recul, qui ont probablement été séparés par des périodes d'érosion et de notable régression. Le plus ancien de ces stades correspond au moment de la *dernière occupation* du seuil de Rives par les glaces. Alors se déposent les moraines de la gare de Rives (« *stade de Rives* » de M. RAOUL BLANCHARD, stade de Miplaine-Rives de M. HIRTZEL) et la nappe d'alluvions qui en découle jusqu'à *Saint-Rambert d'Albon* : dans sa partie amont ce stade de Rives-Gare est peu distinct au point de vue topographique du maximum Würmien, car même s'il y a eu avant lui régression glaciaire et érosion notable, cette érosion interstadiaire ne s'est point fait sentir ici puisque le glacier avait abandonné le seuil de Rives; la Bièvre était donc pendant la période interstadiaire réduite à l'état de vallée morte. Vers l'aval au contraire, grâce à l'érosion rhodanienne, l'individualité de la terrasse interstadiaire est nettement soulignée. Et cette terrasse se poursuit le long du Rhône d'une manière presque continue jusqu'à Valence où elle rejoint celle de *Romans*². Pendant ce temps, dans la Basse-Isère, le glacier avait définitivement abandonné la vallée latérale Tullins-Chantesse qu'il remplissait encore au maximum Würmien : il s'est arrêté à l'entrée de cette vallée et y a accumulé les *moraines de la Guivardière* qui forment dès lors un seuil infranchissable pour les glaciers. La *terrasse de Chantesse* qui s'en échappe se retrouve comme nous l'avons vu dans le promontoire de Saint-Hilaire et finalement dans la terrasse de Romans; et ici encore, dans la Bièvre, l'individualité de cette terrasse par rapport à la précédente paraît *croître vers l'aval*, ainsi que le montre notre profil schématique. L'influence des variations du niveau de base représenté par le thalweg rhodanien semble donc ici jouer un rôle prépondérant.

C. *Stades de la Basse-Isère*. — L'histoire glaciaire de la Bièvre Valloire est dès maintenant finie; ce que M. HIRTZEL a appelé le « *tronquement* » de la Bièvre, s'est effectué, les glaciers resteront en effet constamment *en dessous du*

¹ Ou M. DÉPÉRET nous la signalait dès 1895 (*in litt.*).

² Voir plus haut (p. 33) le raccord entre ces terrasses du glacier de l'Isère et les nappes d'alluvions issues des moraines rhodaniennes de Châbons.

*seuil de Rives*¹. Mais la langue glaciaire a continué pendant longtemps encore à occuper la Basse-Isère, et les diverses vicissitudes de son histoire y ont laissé des traces bien nettes. Ainsi s'explique la différence qui frappe dès le début, entre les deux régions glaciaires; la Basse-Isère apparaît comme bien plus complexe, les terrasses et moraines y sont plus nombreuses que dans la Bièvre, car son histoire glaciaire a été plus longue.

A ces stades de recul du glacier de la Basse-Isère correspondent en aval deux terrasses *interstadiaries*, celle de *Saint-Sauveur* et celle d'*Iseron* qui toutes deux se raccordent, comme celle du stade de Rives, avec la terrasse de Romans. Ainsi pendant cette période de recul des glaciers, le niveau de base fourni par le thalweg rhodanien *restait fixe*, de sorte que nous avons là un exemple net de *terrasses confluentes vers l'aval* mais se différenciant vers l'amont. *C'est donc vers l'amont qu'il faut rechercher leur cause* et la trouver dans les érosions et remblaiements dues aux avancées ou reculs du front glaciaire : ce sont donc des terrasses d'origine uniquement glaciaire, aussi n'en retrouvons-nous pas de traces dans la Bièvre.

a) A cette phase correspond, dans un diverticule latéral de la cuvette glaciaire, le beau *vallum morainique de Poliénas* reposant sur la terrasse de l'Albenc (*a_x* de la feuille Grenoble) et caractérisé par la grande fraîcheur de ses formes. Les moraines frontales qui lui correspondent ne sont point marquées nettement dans la topographie (région de Cognin), mais par contre le pays compris entre Rives et Moirans et que M. R. BLANCHARD rattache encore au « *seuil* » de Rives, nous montre nettement les moraines latérales : ce sont les beaux *vallums de Charnècles*², de *Criel* et de *Manquaty* (voir notre profil pl. I et la

¹ Nous désignons par le terme de *seuil de Rives* la partie la plus élevée seulement de la région qui sépare Moirans du Grand-Lemps et de Beaucroissant et non, comme l'a fait tout récemment M. R. BLANCHARD, l'ensemble du pays situé à l'Ouest de Moirans et comprenant les vallées de la Fures et de la Morge.

² A ce moment la branche septentrionale du glacier qui rejoignait auparavant le glacier de l'Isère près de Voiron, était en voie de retrait : ses étapes successives sont marquées avec la plus grande netteté par la moraine de Barrio (450 m.) près Voiron, puis par la moraine frontale plus récente de Croix-Bayard; enfin en amont de Saint-Etienne de Crossey, un cône de transition démantelé, à stratification inclinée vers l'aval marque un stade encore plus récent.

Le cône de transition de Saint-Etienne-de-Crossey a été entamé par les érosions postérieures et notamment par les érosions postwürmiennes. Il n'est conservé que partiellement. Malgré l'altitude des portions de sa surface qui ont subsisté et qui sont *supérieures à celles des moraines de la Croix-Bayard* situées plus en aval, il nous paraît *nécessairement postérieur à ces dernières*, de même que le cône analogue de Saint-Laurent-du-Pont-Provenche est lui-même plus récent que celui de Saint-Etienne. De telles accumulations ou bourrelets fluvio-glaciaires produits par le stationnement d'un glacier au débouché d'une gorge étroite ont forcément une *pente très forte vers l'aval* et il nous semblerait tout à fait inexact de se baser sur l'altitude des points de leur ancienne surface pour formuler des considérations d'âge sans faire intervenir ni leur structure géologique, ni les particularités génétiques spéciales qui leur ont donné naissance. Il n'est d'ailleurs pas rare de voir réalisées des dispositions analogues (Glacier d'Arsine dans l'Oisans) et il paraît tout à fait inadmissible de se baser sur l'altitude des parties plus internes de ces cônes de transition pour leur attribuer un âge plus ancien.

En se dirigeant de Coulevie vers la gorge de Crossey, on peut voir, malgré les changements

Carte géologique) intimement liés *par leur base* aux « alluvions de progression » (interstadias) sur lesquelles ils reposent et bordés par de petites terrasses riveraines extra-morainiques. Il est probable que les moraines de Charnècles correspondent à notre terrasse a^{1b2b} (Saint-Sauveur) = a^{4d} , et celles de Criel à notre terrasse a^{1b2c} (Iseron = a^{1e}). Quoiqu'il en soit, cette chronologie de détail ne change rien à l'ensemble de nos conclusions.

Bien que faisant table rase des observations antérieures, M. RAOUL BLANCHARD (*C. R. Ac. des Sc.*, 12 juin 1911), a désigné fort heureusement ces diverses oscillations (que l'un de nous avait signalées dès 1901), sous le nom de « *Stade de Charnècles* », « *Stade de Voiron* » et « *Stade de Moirans* ». Cet auteur a fait connaître en outre aux environs du « seuil de Rives » des particularités intéressantes et montré que chacune des oscillations en question a été séparée de la suivante par des phases de creusement (des « *Cycles d'érosion* ») parfois multiples.

b) Enfin l'avancée glaciaire Würmienne la plus récente, qui a été souvent, et à tort, confondue avec la récurrence suivante (néowürmienne), le *stade de Rovon* (avec les moraines latérales de Lérigny?), est postérieure à ces deux terrasses : sous l'influence d'un creusement dont l'origine est sans doute rhodanienne (voir le profil pl. II, fig. A) la langue glaciaire s'est encaissée et la *terrasse* correspondante, probablement celle de *Valence*, ne domine qu'à peine le Rhône actuel.

Il est à remarquer également que l'identification des terrasses par la méthode que nous venons d'employer montre nettement que le *seuil de Rives* formé d'alluvions intergla-

apportés par l'érosion postglaciaire du ruisseau de Crossey, se succéder une série de vallums morainiques de plus en plus élevés, à convexité tournée vers le Sud et à pente plus abrupte vers le Nord, séparés par des plans alluviaux inclinés (cônes de transition) indiquant nettement les étapes successives d'un glacier se retirant *vers le Nord* ; ce sont, de l'aval vers l'amont, c'est-à-dire du Sud vers le Nord :

a) l'arc morainique frontal de Croix-Bayard dessinant une courbe nettement *convexe vers le Sud* (figurée inexactement par nous sur la 2^e édition de la feuille Grenoble) et présentant des pentes plus abruptes vers le Nord (amont) que vers le Sud (aval).

b) une surface fluvio-glaciaire s'élevant graduellement et d'une façon notable vers le Nord :

c) un tertre morainique situé au Sud-Ouest de Saint-Etienne-de-Crossey, dont la forme et la pente plus raide vers le Nord, indiquent nettement l'origine septentrionale ;

d) la plaine alluviale (45-455) de Saint-Etienne-de-Crossey formant *non point une véritable terrasse*, comme le croit M. HITZEL, mais une sorte de cône de déjections fluvio-glaciaire *très aplati, s'abaissant régulièrement* vers le Nord-Ouest, l'Ouest et le Sud-Ouest et tout à fait indépendant des formations glaciaires situées à l'Ouest ;

e) un *cône de transition* plus élevé encore, constitué par des lits d'alluvions et de sable fortement inclinés vers l'aval, c'est-à-dire vers l'Ouest, le Sud-Ouest et le Nord-Ouest et manifestement issu de la cluse située à l'Est. Le terme le plus récent de la série est *incontestablement* ce dernier, malgré l'altitude qu'atteint sa crête.

Tel ne paraît pas être l'avis de M. RAOUL BLANCHARD (*C. R. Académie des Sciences*, 12 juin 1911), qui semble considérer les moraines de Saint-Etienne-de-Crossey comme plus anciennes que celles de la Croix-Bayard.

Ce cône de Saint-Etienne-de-Crossey a du reste été fortement démantelé par l'érosion et il n'en subsiste qu'un témoin au Nord de la gorge.

Quoi qu'il en soit, l'ensemble des formations ci-dessus forme un complexe *nettement encaissé dans un système plus ancien* formé à l'Est par la grande moraine latérale du Bret et à l'Ouest par les moraines de Tolvon et de Barrio.

ciaires préwürmiennes avec tufs interglaciaires de Rives-Eglise) a été franchi à plusieurs reprises par le glacier au début de la glaciation Würmienne, et que pendant les phases interstadias le front glaciaire s'est retiré de ce seuil en amont, d'une part vers le Nord (glacier de Saint-Etienne-de-Crossey-Coublevie), et de l'autre dans le bassin de Moirans-Grenoble (glacier de l'Isère). Cette conclusion est rendue *nécessaire* par les creusements qui séparent les différentes terrasses correspondant à des oscillations du maximum de la glaciation Würmienne et par le fait que *la plupart d'entre elles se continuent* en amont des moraines frontales correspondantes, *sous une couverture glaciaire* (plus récente) (récurrence de Rovon) datant de la fin de l'époque Würmienne proprement dite, mais antérieure à une récurrence néowürmienne (ou stade d'Eybens P. Lory).

L'on voit donc se dessiner nettement en amont de l'Albenc, dans les environs de Tullins, Vourey, Saint-Jean-de-Moirans et Voiron quatre *replats* bien nets formés chacun d'un soubassement d'alluvions nettement roulées supportant un revêtement morainique à surface ondulée. Cette continuation manifeste de plusieurs des terrasses de l'Isère en amont de Vinay, près de Tullins et près de Renage, *sous des dépôts* morainiques, constatée dès 1894 par MM. DEFÉRET et KILIAN, puis décrite en 1901 par M. KILIAN, suggère les réflexions suivantes :

Ces replats correspondent, comme altitude, vers l'aval, aux diverses terrasses distinguées plus haut dans la vallée de l'Isère en contrebas de la terrasse de Saint-Marcellin ; *ce ne sont pas des terrasses d'érosion*. Que l'on considère les alluvions qui constituent la base de chacune d'elle comme les restes de terrasses *interstadias* ou comme des dépôts d'alluvions résultant du drainage périphérique de la région marginale du glacier (« *Randterrassen* »), la présence d'un revêtement morainique montre nettement que chacun des stades du glacier Würmien auxquels ils correspondent a été précédé d'un fort retrait et d'une oscillation *négative* assez accentuée jusqu'en amont de Moirans ; leur partie haute et leur portion superficielle seulement correspond vers l'aval aux avancées glaciaires auxquelles les relient des cônes de transition. Cet ensemble de *replats interstadias* étagés sur le pourtour du bassin surcreusé de Moirans-Rovon, encadre la cuvette terminale Würmienne et permet de distinguer dans cette dépression *quatre cuvettes successives emboîtées* correspondant à la cuvette glaciaire de Vinay et aux moraines terminales de Cumane, de la Guitardière, de Poliénas et de Rovon dont les trois premières barrent des diverticules latéraux, alors que la dernière et la plus récente en occupe l'extrémité aval. L'ensemble de ces dépôts a été entamé par les cours épigéniques successifs de la Fures et de la Morge dont le dernier creusement leur est donc nettement postérieur et par conséquent postwürmien. Ils se sont formés pendant les diverses phases de creusements interstadias de l'époque Würmienne, au cours desquelles l'Isère, au sortir de la cluse de l'Echaillon, a déblayé, en un remous dû à sa brusque inflexion vers le Sud-Ouest, une partie des alluvions anciennes déposées par le courant qui auparavant s'écoulait directement vers le Rhône par Rives et Saint-Rambert. Il ne semble pas, en effet, comme nous l'avons dit plus haut, que ce soient de simples terrasses d'érosion : leur régularité, des différences sensibles dans leur composition et la liaison intime de chacune d'elles avec les dépôts morainiques qui les recouvrent semblent s'opposer à cette interprétation et conduisent à y voir le résultat d'une série d'*oscillations* de la glaciation Würmienne.

Cependant à partir de l'époque correspondant à la terrasse de Charnècles, l'écoulement vers Saint-Rambert-d'Albon et le Rhône, par la Bièvre actuelle et Beauce-

paire avait définitivement cessé d'exister; la plaine de la Côte Saint-André était déjà réduite à l'état de « vallée morte »¹.

Aux oscillations négatives du glacier Würmien en voie de retrait correspondent d'autre part les moraines successives (latérales et frontales) des glaciers affluents qui à l'époque du maximum Würmien confluaient aux environs de Voiron avec le glacier de l'Isère. Le vallum latéral de Coublevie-gorges du Bret, puis les moraines frontales de la Croix-Bayard et de Saint-Nicolas-de-Macherin ainsi que diverses terrasses² marquent des étapes successives contemporaines des replats interstadiers des environs de Moirans-Voiron et se montrent d'ailleurs antérieurs aux glaciers locaux néowürmiens de la Chartreuse qui débouchaient en contre-bas d'anciennes moraines Würmiennes (Fourvoirie) aux Provenches près Saint-Laurent-du-Pont.

Le changement brusque de direction de l'Isère près de Moirans et l'abandon de la branche Rives-Côte-Saint-André après le retrait des moraines internes semblent en effet pouvoir s'expliquer d'une part par le barrage de moraines qu'ont laissées à Rives les glaciers du maximum würmien, de l'autre, par l'influence d'un puissant courant venant du Nord et résultant de la fonte d'une branche glaciaire en voie de retrait dont la moraine frontale de Croix-Bayard marque une étape et qui a laissé près de Saint-Etienne-de-Crossey d'importantes alluvions inclinées de galets alpins (cône de transition). Les produits de cette branche se déversaient vers Coublevie, dans la cuvette de l'Isère. Il est probable du reste qu'à l'époque du maximum Würmien les glaces occupaient le col de la Placette et une partie des dépressions du massif de la Chartreuse.

Ce cours d'eau qui était l'équivalent morphologique du Guiers-Mort actuel, a été sans doute ultérieurement capté par le Guiers-Vif et dévié vers le Nord en même temps que se comblait partiellement la cuvette terminale glaciaire (Würmienne) surcreusée de Saint-Laurent-du-Pont-Pont-de-Demay désormais abandonnée par les glaces et peut-être occupée par un lac temporaire. A cette dépression aboutissaient les glaciers locaux néowürmiens de la Chartreuse (Les Provenches, où nous avons reconnu d'ailleurs une intéressante épigénie du Guiers-Mort postglaciaires) — en laissant désormais inutilisée la gorge de Crossey.

Ainsi la cuvette terminale (dépression centrale) de Grenoble-Moirans-Rovon dominée à l'Ouest par le seuil de Rives se révèle comme un « bassin de surcreusement »³ de la glaciation würmienne, sur les bords duquel des replats fluvio-glaciaires (flancs de la Montagne de Ratz, replats entre Rives, Tullins, Moirans, Voiron et Coublevie) témoignent des étapes successives du retrait glaciaire après l'abandon du « seuil de débordement »

¹ Une disposition analogue, est celle du vallon de La Freyssinouse-Roche-des-Arnauds, près de Gap, qui, d'après les constatations de MM. DAVID MARTIN, HAUG et KILIAN servait, à la fin de l'époque pliocène, de passage à une branche de la Durance, puis au Pléistocène, aux glaces des première et deuxième glaciations (Rissienne et Würmienne), et qui est actuellement réduite au rôle de « vallée morte », à 500 mètres environ au-dessus du niveau actuel de la Durance; il en est de même pour le seuil de Vanchy-Bellegarde dans la vallée du Rhône, pour celui de Saint-Laurent-de-la-Côte (glacier de l'Arve), pour celui de Laffrey (glacier de la Romanche). — La récurrence glaciaire suivante (néowürmienne) est restée en contrebas de tous ces seuils.

² V. les travaux de M. HITZEL sur la vallée de l'Ainan, etc. Cet auteur a décrit en outre une série de moraines rhodaniennes situées au N. de la Bièvre et notamment la cuvette glaciaire de Paladru.

³ Voir d'après EM. DE MARTONNE (*Annales de Géographie*, 1910-1911), l'exposé très vraisemblable et très suggestif du mécanisme qui a donné lieu à ces cuvettes au débouché des vallées glaciaires alpines, exposé auquel nous sommes heureux de nous rallier complètement.

dement » de Rives, et la disjonction de la branche septentrionale (Saint-Laurent-du-Pont, Saint-Etienne-de-Crossey), étapes qui ont précédé la régression de Laufen et la récurrence néowürmienne, cette dernière n'ayant pas dépassé Grenoble vers l'aval.

L'existence d'un lac postglaciaire¹ (ou postwürmien) dans cette cuvette terminale, quoique fort probable, n'est établie par aucun fait d'observation positif, le défilé ouvert dans la Mollasse en aval de Saint-Gervais ayant pu se creuser progressivement durant la réduction des glaces. La dépression qui s'étend en amont, de Rovon à Moirans et vers Albertville est manifestement un « bassin de surcreusement Würmien » et aucune contre-pente dans les terrasses de l'Isère ne permet d'autre part d'attribuer le défilé qui le limite à l'aval à des mouvements épirogéniques postwürmiens.

La succession des phénomènes que nous venons de retracer pour la région de la Bièvre-Valloire et celle de la Basse-Isère se retrouve dans les autres dépressions qui représentent dans le Bas-Dauphiné les régions d'écoulement des glaciers alpins vers la vallée du Rhône, à savoir la région de Bourgoin-Heyrieux, la vallée de Longechenal-Eydoche et celle de Saint-Jean-de-Bournay à Vienne².

En dehors du Dauphiné, les régions de Chambéry et du Bugey, la vallée de l'Arve³, les environs d'Annecy et la cuvette terminale du Léman portent la trace des mêmes oscillations glaciaires.

Il en est encore ainsi, dans la vallée de la Durance où M. PENCK et l'un de nous ont signalé dès 1895 la présence de plusieurs complexes fluvio-glaciaires dont le détail a été ensuite fixé par M. PENCK et par les observations si précises de M. HAUG aux environs de Gap (v. feuille de Gap de la Carte géologique au 80.000^e). Tous ces faits rendent évidentes les glaciations et récurrences successives malgré l'irréductible opposition que manifeste à l'égard de cette conception notre excellent ami M. DAVID-MARTIN. La dépression de Gap et le seuil de la Freyssinouse offrent des dispositions qui rappellent d'une façon frappante celles que nous venons de décrire entre Moirans et la Bièvre. Dans le bassin du Drac et le Trièves, MM. P. LORY, W. KILIAN et PENCK ont décrit des terrasses et nappes d'alluvions superposées qui, d'après les der-

¹ M. DELEBECQUE (*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXIX, n° 22, 1894) se basant sur l'assimilation inexacte d'ailleurs des terrasses du lac du Bourget, de Voiron et de Saint-Marcellin qu'il identifiait au Deckenschotter (!) attribuait la formation de ce lac à un affaissement de la région amont de la vallée de l'Isère. Nous ne connaissons aucun fait qui vienne à l'appui de cette hypothèse.

² Il serait à souhaiter que des études de détail fussent entreprises sur cette région où l'un de nous (W. K.) a pu reconnaître aux environs de Saint-Jean-de-Bournay deux systèmes de terrasses.

³ Les environs de la Roche-sur-Foron en particulier offrent une disposition extrêmement analogue à celle de la région de Moirans-Rives. Entre le seuil de Saint-Laurent-de-la-Côte, franchi par le glacier à l'époque du maximum würmien, et le fond de la cuvette terminale (bassin de surcreusement) de Bonneville s'étagent plusieurs replats de cailloutis supportant des moraines (la Roche-gare, etc...); en contrebas dans le fond de la cuvette, s'étalent en terrasses des alluvions de la progression néowürmienne. Un glacier local postwürmien, venant de la vallée du Borné, y a accumulé ses moraines (Plaine des Rocailles) qu'a étudiées M. DELEBECQUE. — Du haut du Salève, ces faits apparaissent avec une grande évidence.

nières recherches si précises et si consciencieuses de M. P. LORY datent des périodes würmienne et néowürmienne. Ce dernier stade de régression a laissé des traces dans le Trièves et dans le bassin du Drac sous forme d'alluvions supérieures (Lavars, Saint-Jean-d'Hérans).

Le développement des *glaciers locaux*, décrits dans le Vercors (P. LORY, CH. JACOB, V. PAQUIER), sur le versant nord de la chaîne de Belledonne (P. LORY), par nous-mêmes aux Provenches¹ près Saint-Laurent-du-Pont (Massif de la Chartreuse), ainsi que dans les Bauges près de Chambéry² (J. RÉVIL) et dans le Jura (SCHARDT), est partout postérieur au maximum Würmien et contemporain de la récurrence néowürmienne³.

L'un de nous a d'ailleurs récemment attiré (*Bull. Soc. géolog. de France*, 1911) l'attention sur la généralité que présente dans les Alpes françaises la récurrence glaciaire **néowürmienne** confinée dans les vallées actuelles, où elle est séparée de la glaciation Würmienne par une importante phase de retrait analogue à celle qu'ont décrite MM. PENCK et BRÜCKNER sous le nom de « Laufenschwankung » et postérieure à l'abandon par les glaciers, des « seuils de débordement ».

¹ Où se manifeste une curieuse *épigénie* postglaciaire du Guiers.

² D'après les recherches de M. RÉVIL.

³ Cette récurrence dont l'un de nous (W. K.) a décrit les dépôts à Chapareillan, Saint-Nazaire et au Ratz de Bernin et dont les traces ont été étudiées par MM. RÉVIL, KILIAN, DÉPÉRET et VIVIEN à Voglans près de Chambéry, a reçu, près de Grenoble le nom de « Stade d'Eybens » de M. P. LORY.

Dans une note récente, dont nous ne discuterons pas ici les intéressantes conclusions, M. PIERRE LORY [72] rappelle qu'il a rapproché dès 1904 son « Stade d'Eybens » de la « récur, rence » glaciaire signalée par M. HAUG aux environs de Gap (Récurrence *néowürmienne*, KILIAN). M. P. LORY ne pense pas que cette récurrence néowürmienne ait eu, comme nous avons des tendances à le croire, l'importance d'une véritable *glaciation* et y voit un simple « stade » précurseur du stade de Bühl. Il se montre d'autre part porté à considérer les « argiles d'Eybens » comme datant plutôt de la période interglaciaire Riss-Würm que de la période de retrait (oscillation du Graisivaudan) qui a précédé la récurrence néowürmienne et à laquelle nous sommes disposés à les rattacher. — Récemment M. DE MARTONNE (*C. R. Ac. des Sc.*, août 1911), a également parlé des « Argiles d'Eybens », auxquelles il attribue un âge *plus ancien* que nous ne le faisons.

TABLEAU I. — Tableau récapitulatif des terrasses de la Bièvre-Valloire et de la Basse-Isère, indiquant leur parallélisme et les notations qui leur correspondent sur les feuilles Grenoble, Valence et Saint-Etienne de la Carte géologique au 1/80.000^e.

	BIÈVRE-VALLOIRE	BASSE-ISÈRE
Riss..... a^{1a} .	Terrasse d'Agnin-Roussillon (avec nappe subordonnée), de Tourdan, de Marcolin (a^1 de la feuille Saint-Etienne)	Terrasse de la Léore, de Foullouse (p^{1c} feuille Valence), du Pinée, du Château de Saint-Marcellin, du Nord-Ouest de Tèche, de Notre-Dame-de-l'Osier (a^{1b} feuille Grenoble).
maximum.... a^{1b1} .	Terrasse de la Peyrouse, du Peloux (avec nappe subordonnée ?) (a^1 feuille Saint-Etienne) de Sardieux, Saint-Siméon-de-Bressieux (a^{1a} feuille Grenoble).	Terrasse du Séminaire de Valence, des Bayanins (avec cônes de déjections anciens de Chabeuil-Chaine de Raye) (a^{1c} feuille Valence), de Saint-Hilaire village, de Saint-Marcellin ville, de Tèche (a_x^{1c} feuille Grenoble).
Würm { retrait..... a^{1b2} .	Terrasse de Saint-Rambert (a^{1b} feuille Saint-Etienne), de la plaine de Bièvre (a^{1b} feuille Grenoble). (a^{1b2b} et a^{1b2c} manquent dans la Bièvre-Valloire).	Terrasse de Romans-Saint-Paul-lès-Romans (a^{1d} feuille Valence). <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> $\left\{ \begin{array}{l} a^{1b2a} \text{ — Terrasse de la Plaine, de Chantesse.} \\ a^{1b2b} \text{ — Terrasse de Saint Sauveur, Vinay, l'Albenc (} a_x^{1d} \text{ feuille Grenoble).} \\ a^{1b2c} \text{ — Terrasse de Saint-Hilaire-gare, d'Iseron (} a_x^{1c} \text{ feuille Grenoble).} \end{array} \right.$ </div>
retrait..... a^{1b3} .	Terrasse (Mal caractérisée près de Saint-Rambert)	Terrasse de Valence (a^{1e} feuille Valence).
Néowürm..... a^{1c}	Terrasse de Saint-Gervais, de Saint-Jacques près Moirans, de Veurey (a_x^{1f} feuille Grenoble).

TABLEAU II. — Essai de synchronisme des moraines dans les Alpes françaises

Nomenclature	Arve	Rhône	Isère	Romanche	Durance	
Glaciations intraalpines.	<p>Moraines récentes</p> <p>M. du Planay T d'Argentières (aval),</p> <p>M. d'Argentières des Tines B²^{es} T. de l'Arve</p> <p>M. de Chamonix Ancien cours de l'Arve vers Collonge (Veyrier).</p> <p>M. de Saint-Oervais</p> <p>M. de Sallanches</p>	<p>Moraines récentes</p> <p>M. de Viège ?</p> <p>M. de Sierre.</p> <p>M. de Monthey.</p> <p>M. de Longeray, Fort-l'Écluse, Collonges, d'Hermance, Yvoire, du Bois de la Bâthie, Clacière récent de Thonon.</p>	<p>Terrasses.</p> <p>?</p> <p>B²^{es} T. des environs de Genève (les Franchées), et de Thonon.</p> <p>Alluvions du Bois de la Bâthie, Hermance, Longeray.</p>	<p>Moraines récentes</p> <p>M. de la H¹^{te} Maurienne (Bessans et de la H¹^{te} Tarentaise (Bg-S^t-Maurice, Val d'Isère, les Chapelles).</p> <p>M. des environs d'Albertville.</p> <p>M. de Chugnot et du Ratz de Bernin.</p> <p>M. locales de Provenches (S^t-Laurent-du-Pont).</p>	<p>Moraines récentes</p> <p>M. d'Arsines et des G^{des} Rousses.</p> <p>M. du Lautaret</p> <p>M. de Rioupéroux</p> <p>M. de Vixille</p> <p>M. d'Eybens</p>	<p>Moraines récentes (Pelvoux)</p> <p>M. de Fontconverte P¹^{es} Terr. locales (Névache)</p> <p>M. de Névache</p> <p>M. de Briançon (Gusane) Terrasses de la Clarée.</p> <p>M. d'Embrun (Baratier) T. d'Embrun.</p> <p>M. de la récurrence (Haug)</p> <p>M. de Gap.</p>
	<p>Oscillations dites postglaciaires</p> <p>Stade de Daun</p> <p>Stade de Oschnitz</p> <p>Stade de Bühl</p>	<p>M. de la Plaine des Rocailles (La Roche)</p> <p>T. de Moellesalaz de Gaillard, d'Annemasse, Etranbières, Vernaz.</p>	<p>?</p>	<p>Petites T. locales de la H¹^{te} Maurienne</p> <p>Alluvions anciennes de Villette.</p> <p>T. de Veurey, S^t Oervais, les Gaches.</p>	<p>P¹^{es} Terr. locales.</p> <p>Tufs du Lautaret</p> <p>T. du P^t de Gavet (Séchilienne)</p> <p>T. de Vixille (Ecole)</p> <p>Alluvions d'Echiroles, d'Eybens</p>	<p>M. de Fontconverte P¹^{es} Terr. locales (Névache)</p> <p>M. de Briançon (Gusane) Terrasses de la Clarée.</p> <p>M. d'Embrun (Baratier) T. d'Embrun.</p> <p>M. de la récurrence (Haug)</p> <p>M. de Gap.</p>
	<p>(5^e Glaciation ?) ou Récurrence Néovürmienne (localisée dans le fond de vallées actuelles).</p>	<p>M. de la Plaine des Rocailles (La Roche)</p> <p>T. de Moellesalaz de Gaillard, d'Annemasse, Etranbières, Vernaz.</p>	<p>M. de Longeray, Fort-l'Écluse, Collonges, d'Hermance, Yvoire, du Bois de la Bâthie, Clacière récent de Thonon.</p>	<p>M. de Chugnot et du Ratz de Bernin.</p> <p>M. locales de Provenches (S^t-Laurent-du-Pont).</p>	<p>M. d'Eybens</p> <p>Alluvions d'Echiroles, d'Eybens</p>	<p>M. de la récurrence (Haug)</p> <p>M. de Gap.</p>
<p>Période interglaciaire ou interstadaire (Laufenschwankung) (Postérieure à l'abandon des seuils)</p>	<p>T. en amont d'Annemasse. (Arthaz, Nongy, Reignier, P^t N^o Dame).</p>	<p>Base des alluvions (avec argiles lacustres) du Bois de la Bâthie, de Fort-l'Écluse.</p>	<p>Argiles à lignites de Voglans, base des alluvions de Chapareillan (Coize, etc.)</p>	<p>Argiles lacustres d'Eybens</p>	<p>Tufs de Gap. Terrasse interglaciaire de Gap.</p>	
Glaciations alpines et préalpines.	<p>4^e Glaciation: Würm.</p> <p>Stades de retrait (abandon progressif des seuils de débordement).</p> <p>Maxima</p>	<p>M. de retrait de la-Roche-s-Foron (gare) de S^t Laurent de la Côte, du M^o de Sion, de la Chapelle-Rambard, de Bellegarde, Vanchy, Virieu-le-Grand, Brens-Virignin, Massignieu, Glacière ancien de Thonon</p> <p>M. de Lagnieu, Jons, S^t Quentin, Chabons.</p>	<p>T. de la Côte (Vaud), de Marcellaz-la-Tour, près Fillinges - Alluvions de Bellegarde.</p> <p>T. de S^t Jeoire</p> <p>T. de Virieu-le-Grand, Brens, Belley, Rossillon.</p> <p>T. de Villeurbanne (près Lyon).</p> <p>T. du Séminaire de Valence.</p>	<p>M. de Ronon, Poliénas, Tullins, Rives, Charnecles, Criel, de Coublevie, de la Croix-Bayard, Clémentières.</p> <p>M. de la Côte-S^t André, Beaucroissant, Ch^o de Cumane, du Ratz.</p> <p>M. latérales du Graisivaudan.</p>	<p>T. de la Basse-Isère, Iseron, Chantesse, S^t Sauveur, replats intermédiaires des environs de Moirans</p> <p>T. de S^t Marcellin du Séminaire de Valence</p>	<p>M. échelonnées en contre-bas de la Freyssinouse B²^{es} T. de Monnetier-Allemant et Thèze</p> <p>M. de la Roche des Arnauds B²^{es} Terr. de Sisteron et Vegnes.</p>
	<p>Période interglaciaire.</p>	<p>Alluvions de progression. — Partie inférieure des Basses terrasses du Lyonnais.</p>	<p>Alluvions de progression. — Partie inférieure des Basses terrasses du Lyonnais.</p>	<p>Partie inf² des basses terrasses. — Alluvions et tufs de la gare de Rives.</p>	<p>Alluvions sous-morainiques (Thèze)</p>	<p>Alluvions de progression. — Partie inférieure des Basses terrasses du Lyonnais.</p>
	<p>3^e Glaciation: Riss.</p>	<p>M. de Bourg, Lyon Croix Rousse, Vienne.</p>	<p>T. de Foullouse, des Trappistines de Montélimar.</p>	<p>M. de Furmans-Thodures, blocs de Morsonnas de Bergerandière etc.</p>	<p>T. de Tourdan, d'Agnin-Roussillon; du Ch^o de S^t Marcellin, de Foullouse.</p>	<p>M. de Soleillet H¹^{te} Terrasse près Sisteron le Pay Sisteron.</p>
	<p>Période interglaciaire.</p>	<p>Alluvions de progression. (Ambutrix, près Ambérieux ?) Partie inférieure des hautes terrasses du Lyonnais etc.</p>	<p>Alluvions de progression. (Ambutrix, près Ambérieux ?) Partie inférieure des hautes terrasses du Lyonnais etc.</p>	<p>Alluvions de progression. (Ambutrix, près Ambérieux ?) Partie inférieure des hautes terrasses du Lyonnais etc.</p>	<p>Alluvions de progression. (Ambutrix, près Ambérieux ?) Partie inférieure des hautes terrasses du Lyonnais etc.</p>	<p>Alluvions de progression. (Ambutrix, près Ambérieux ?) Partie inférieure des hautes terrasses du Lyonnais etc.</p>
<p>2^e Glaciation: Mindel.</p>	<p>(Moraines inconnues)</p>	<p>Cailloutis des Dombes ?</p>	<p>Cailloutis d'Aubertves et de Vatilieu (plusieurs niveaux).</p>	<p>All. de progression de la Freyssinouse Cailloutis des Egaux (près Veyrier) Cailloutis de Mison, et Volonne</p>	<p>All. de progression de la Freyssinouse Cailloutis des Egaux (près Veyrier) Cailloutis de Mison, et Volonne</p>	
<p>1^{re} Glaciation: Günz.</p>						
<p>Pliocène supérieur</p>		<p>Cailloutis des plateaux (Chambarand, Bonnevaux, alluvions du plateau lyonnais p. p. ? et des Dombes ?)</p>				

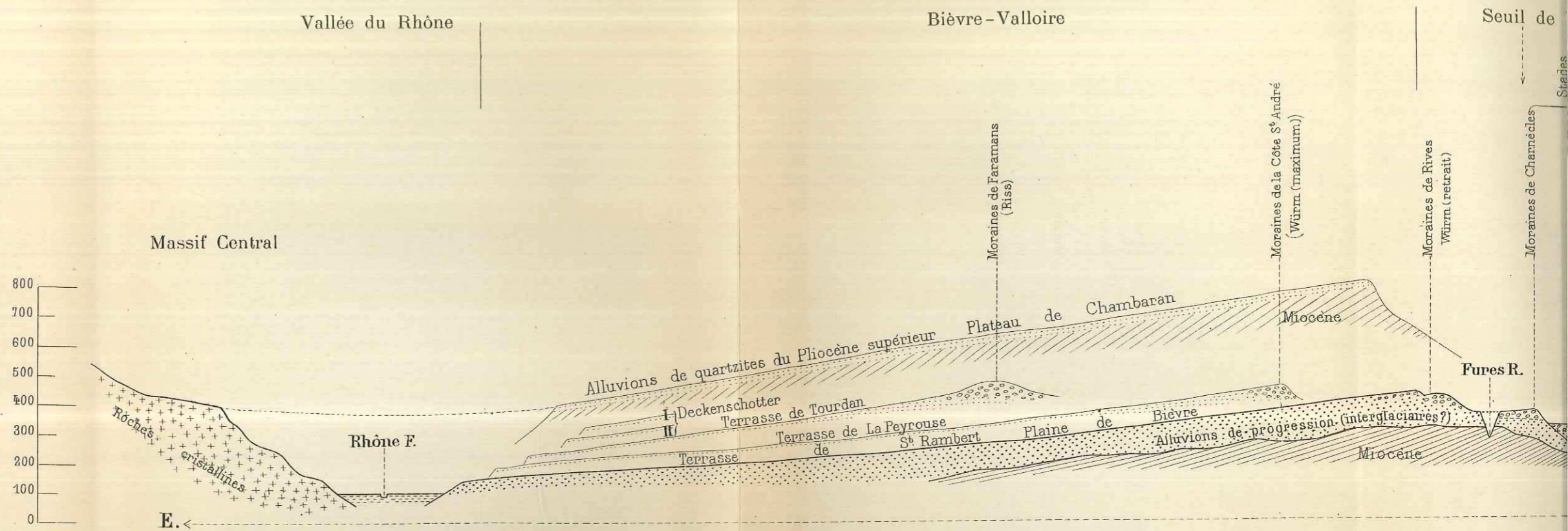


Fig. 4. — Coupe et perspective théorique de la structure du Bas-Dauphiné

Au premier plan, la coupe du Rhône aux Alpes par la dépression de la Bièvre-Valloire et le Seuil de Stages. À l'arrière-plan, les profils parallèles successifs au N. ou au S. de cette dépression, projetés les uns sur les autres afin de tenir compte de l'emboîtement des formations fluvioglacières.

Dépôts glaciaires (Moraines).
 Alluvions fluvioglacières

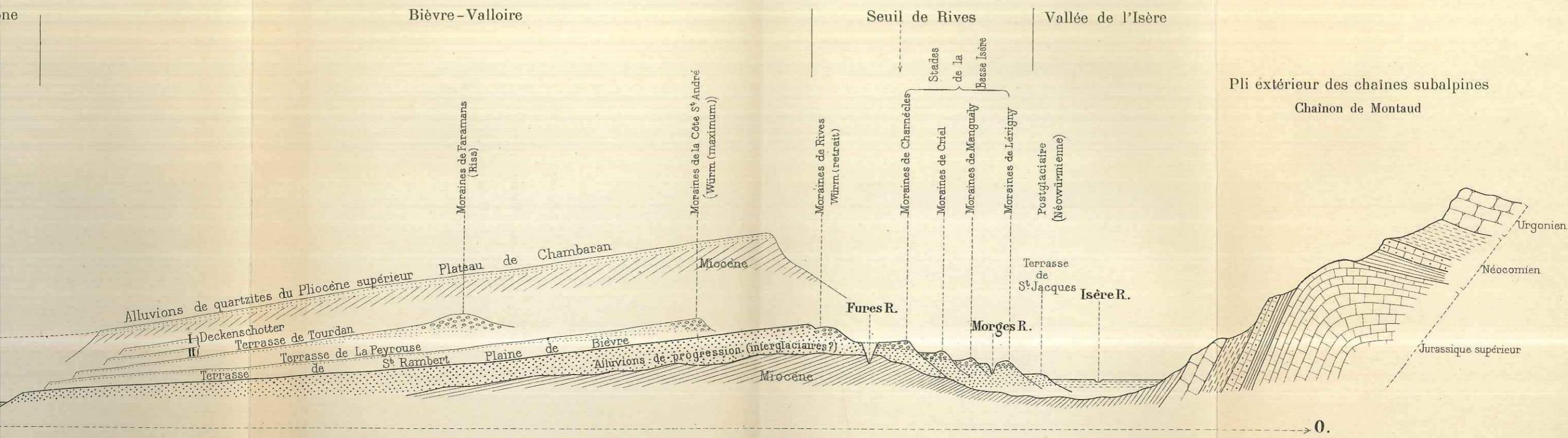


Fig. 1. — Coupe et perspective théorique de la structure du Bas-Dauphiné

Au premier plan, la coupe du Rhône aux Alpes par la dépression de la Bièvre-Valloire et le Seuil de Rives ;
à l'arrière-plan, les profils parallèles successifs au N. ou au S. de cette dépression, projetés les uns sur les autres
afin de tenir compte de l'emboîtement des formations fluvioglaciaires.



-  Dépôts glaciaires (Moraines).
-  Alluvions fluvioglaciaires

Fig. A. — Profil des terrasses de la Basse-Isère

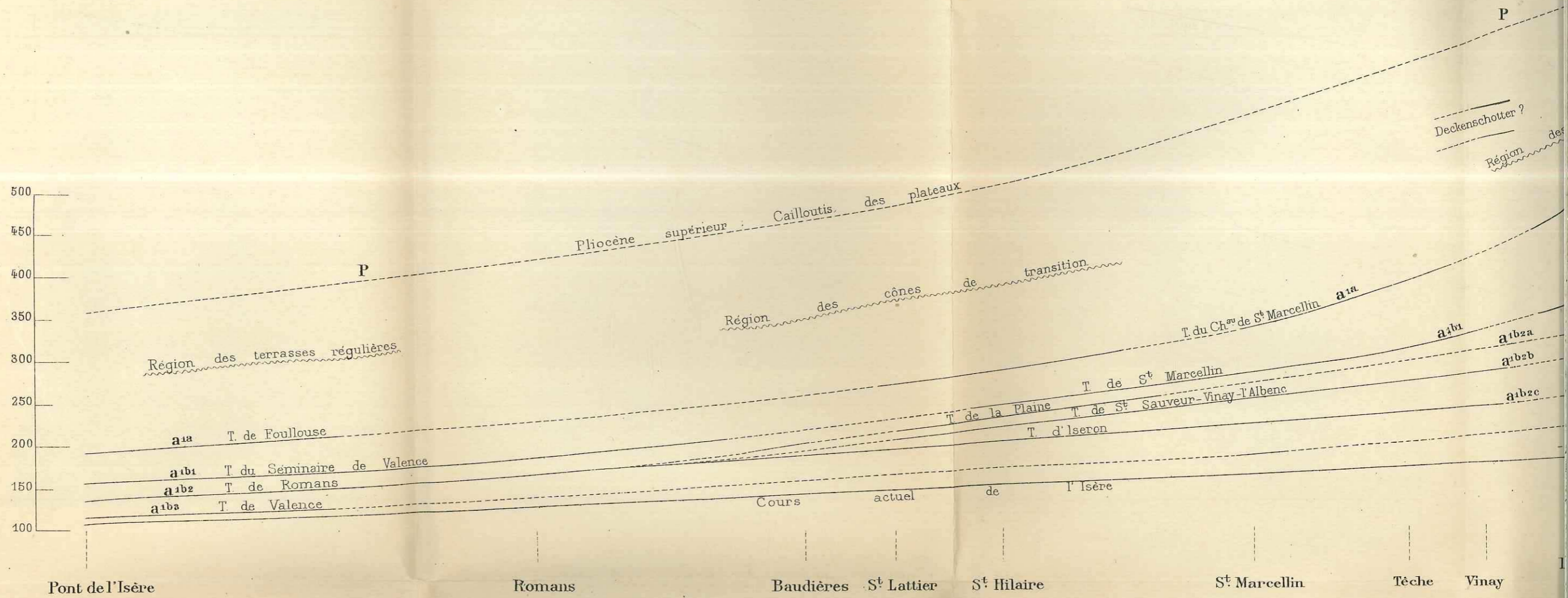
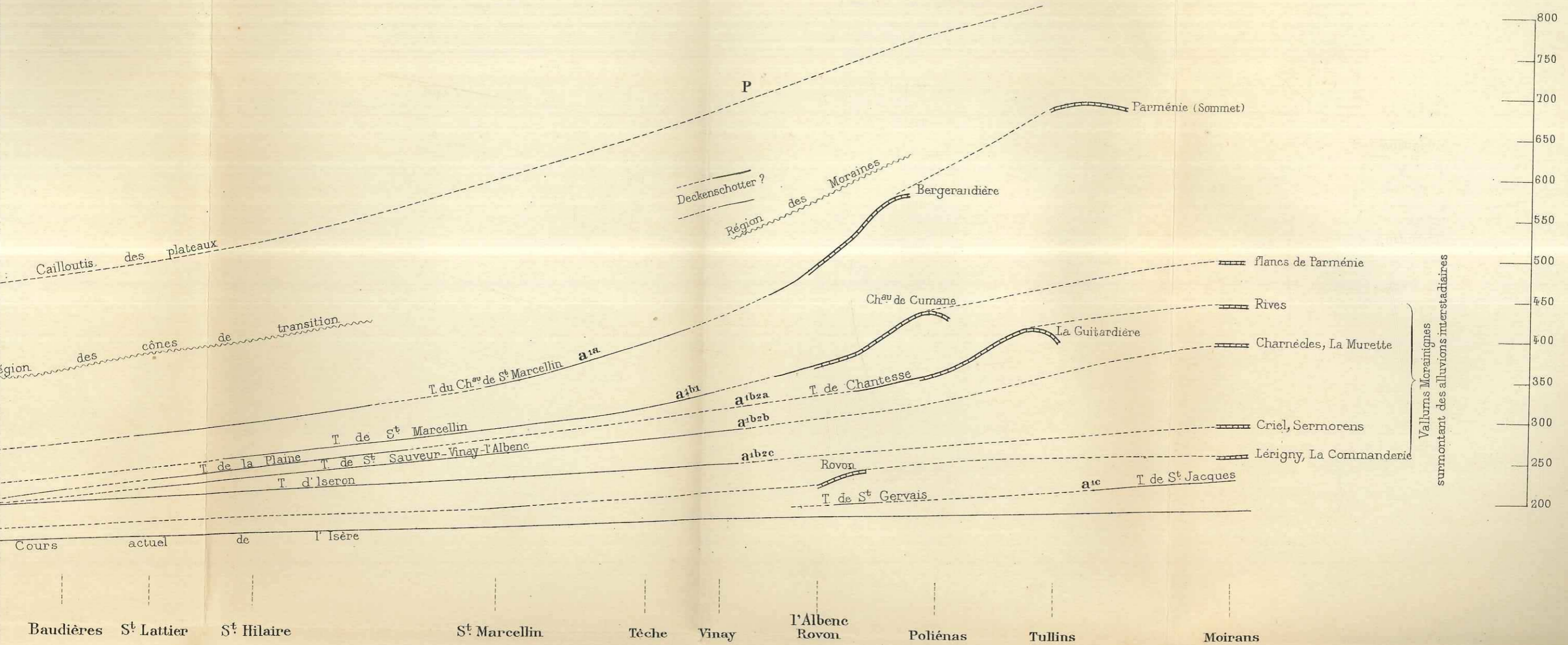


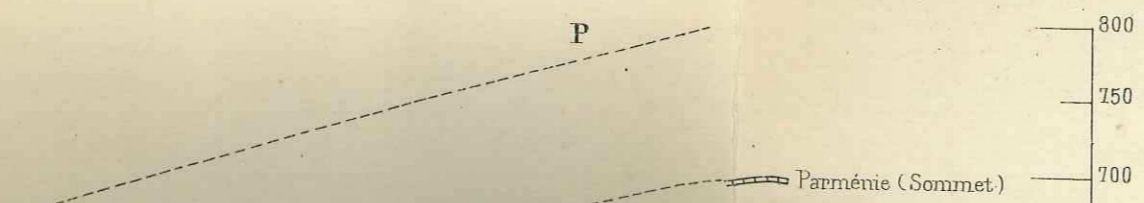
Fig. B. — Profil des terrasses de la Bièvre-Valloire

P

Fig. A. — Profil des terrasses de la Basse-Isère



des terrasses de la Bièvre-Valloire



Légende des Fig. A et B

P. — Pliocène supérieur : Cailloutis des plateaux.

a^{1a} — Haute terrasse : Glaciation Rissienne

Pont de l'Isère

Romans

Baudières S^t Lattier

S^t Hilaire

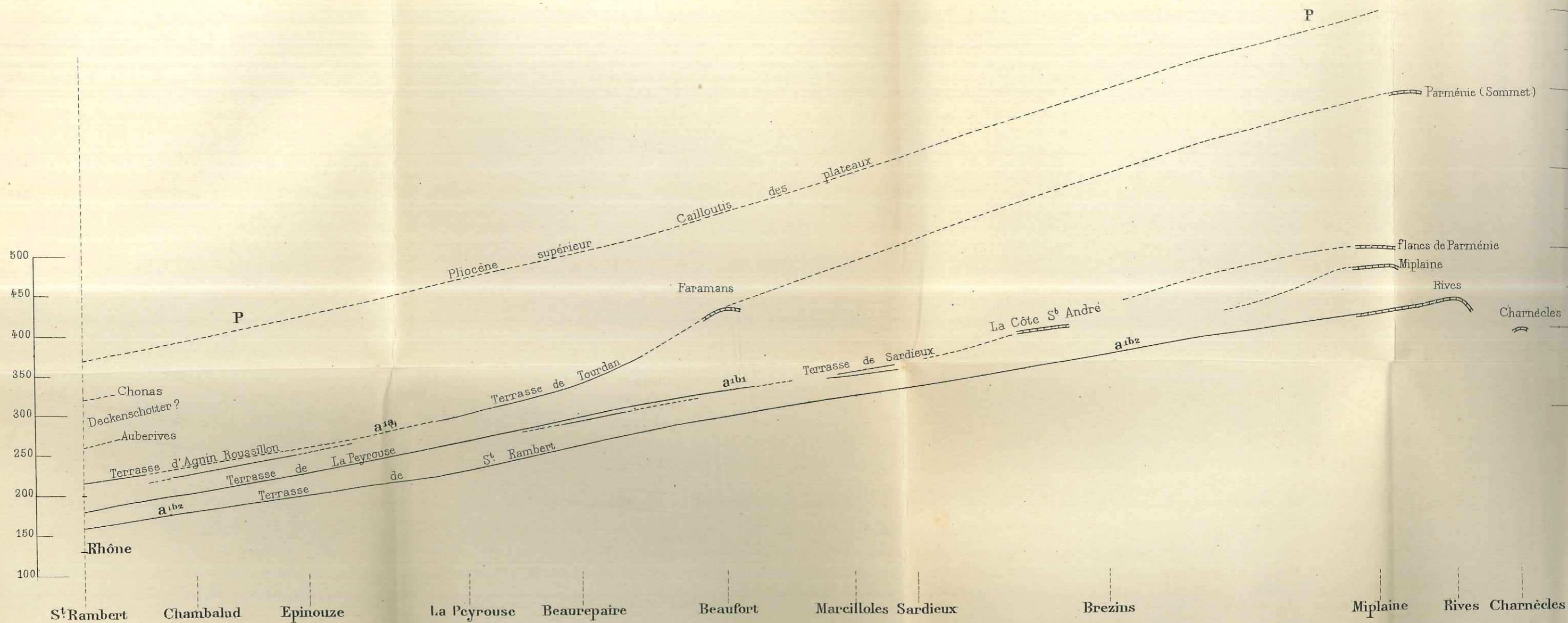
S^t Marcellin

Tèche

Vinay

l'Albenc
Rovon

Fig. B. — Profil des terrasses de la Bièvre-Valloire



Baudières S^t Lattier S^t Hilaire

S^t Marcellin

Tèche

Vinay

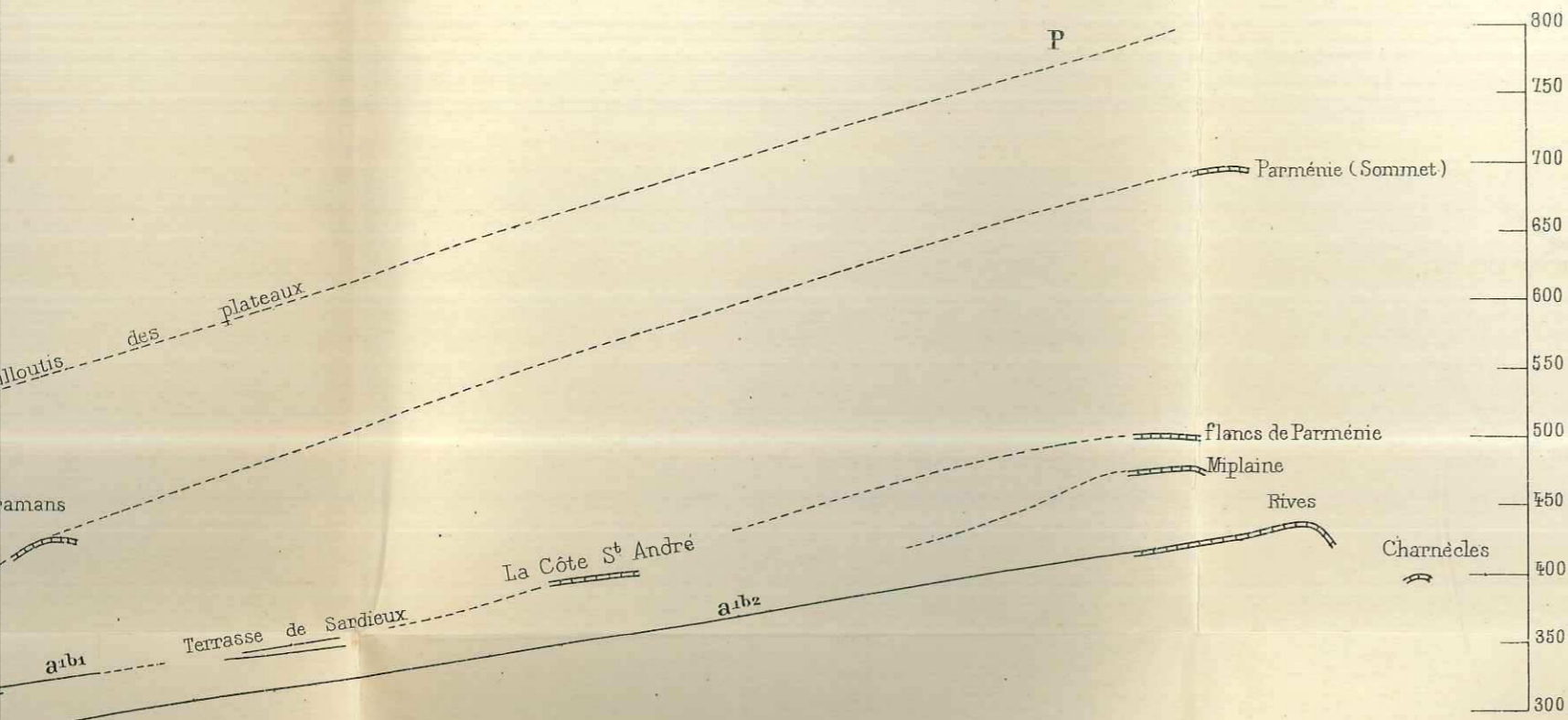
L'Albenc
Rovon

Poliénas

Tullins

Moirans

Profil des terrasses de la Bièvre-Valloire



Légende des Fig. A et B

- P. — Pliocène supérieur : Cailloutis des plateaux.
- a^{1a} — Haute terrasse : Glaciation Rissienne.
- a^{1b1}
 - a^{1b2a} } Nappes } Basses terrasses.
 - a^{1b2b} } subordonnées } Glaciation Würmienne.
 - a^{1b2c} }
- a^{1b3} . — Stade de Rovon
Laufenschwankung
- a^{1c} — Stade d'Eybens.....Glaciation néo-würmienne

- ▬▬▬▬▬ Moraines.
- Terrasses visibles sur le terrain.
- Raccordements hypothétiques.

Echelles { des longueurs : 1/160.000
des hauteurs : 1/5.000 environ

Beaufort Marcilloles Sardieux Brezins Miplaine Rives Charnécles



Seuil morainique du Ch^{au} de Cumane, près de Tullins, au pied de Camant.
En contrebas du seuil, la Terrasse de Chantesse.



Cliché W. Kilian

Alluvions interstadiaires entre Tullins et Poliénas sur le versant E. du Massif urgonien de Poliénas.



Cliché W. Kilian

Vallée de l'Isère à Tullins et extrémité de la cuvette terminale Moirans - Rovon. Vue prise du Sommet de Parménie

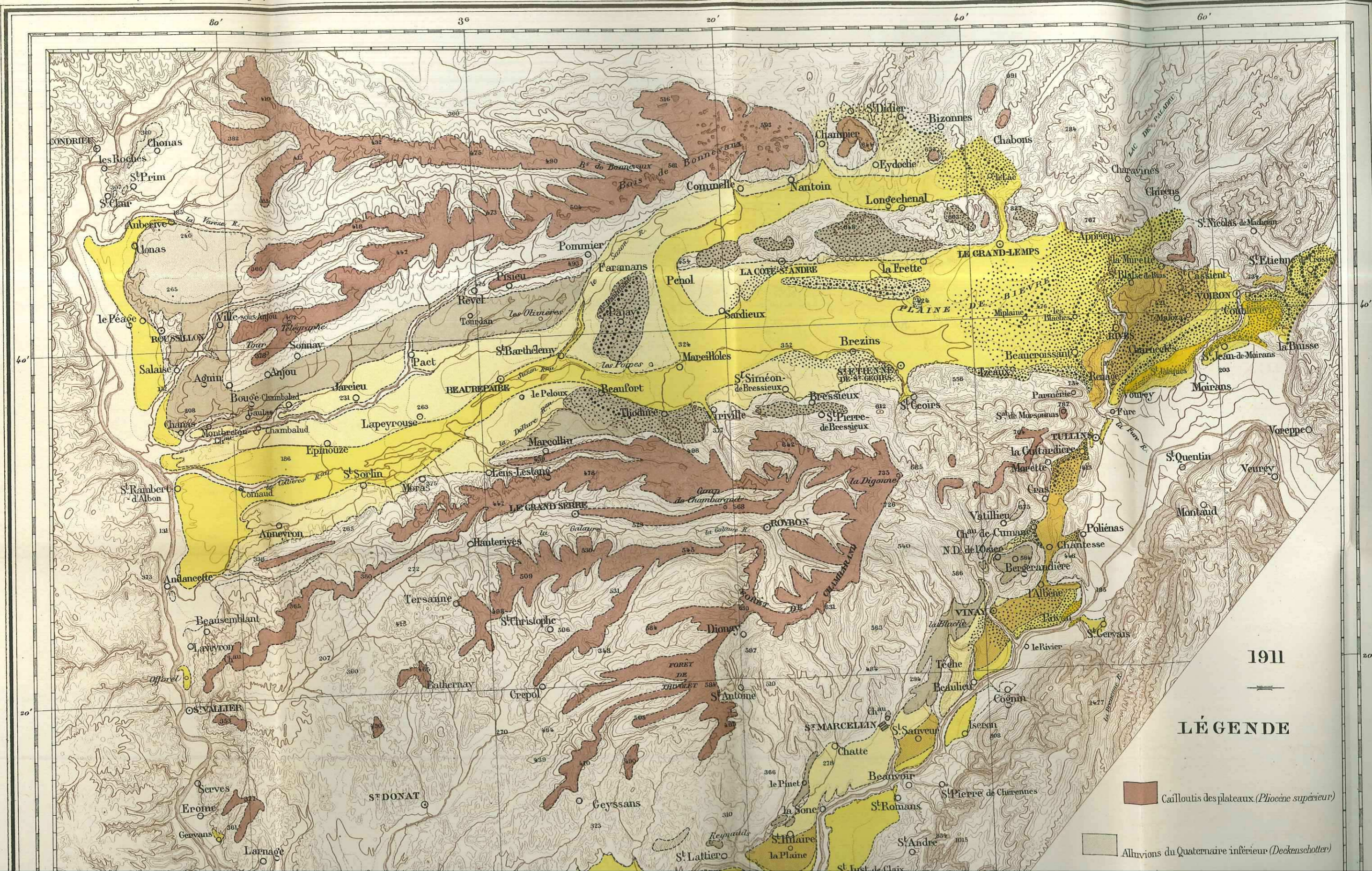
Stades de retrait du glacier Würmien indiqués par une série de replats morainiques et de terrasses entre Parménie et la vallée de l'Isère. — Les replats très nets, sont étagés sur les pentes des collines molassiques.
(Dans le fond: chaînes subalpines).

Héliog. L. Schutzenberger Paris

CARTE GÉOLOGIQUE DES FORMATIONS ALLUVIALES ET FLUVIOGLACIAIRES DU BAS DAUPHINÉ

Bulletin des Services de la Carte Géologique et des Topographies souterraines

Bulletin N°129 Tome XXI 1909-1910. Pl. V.

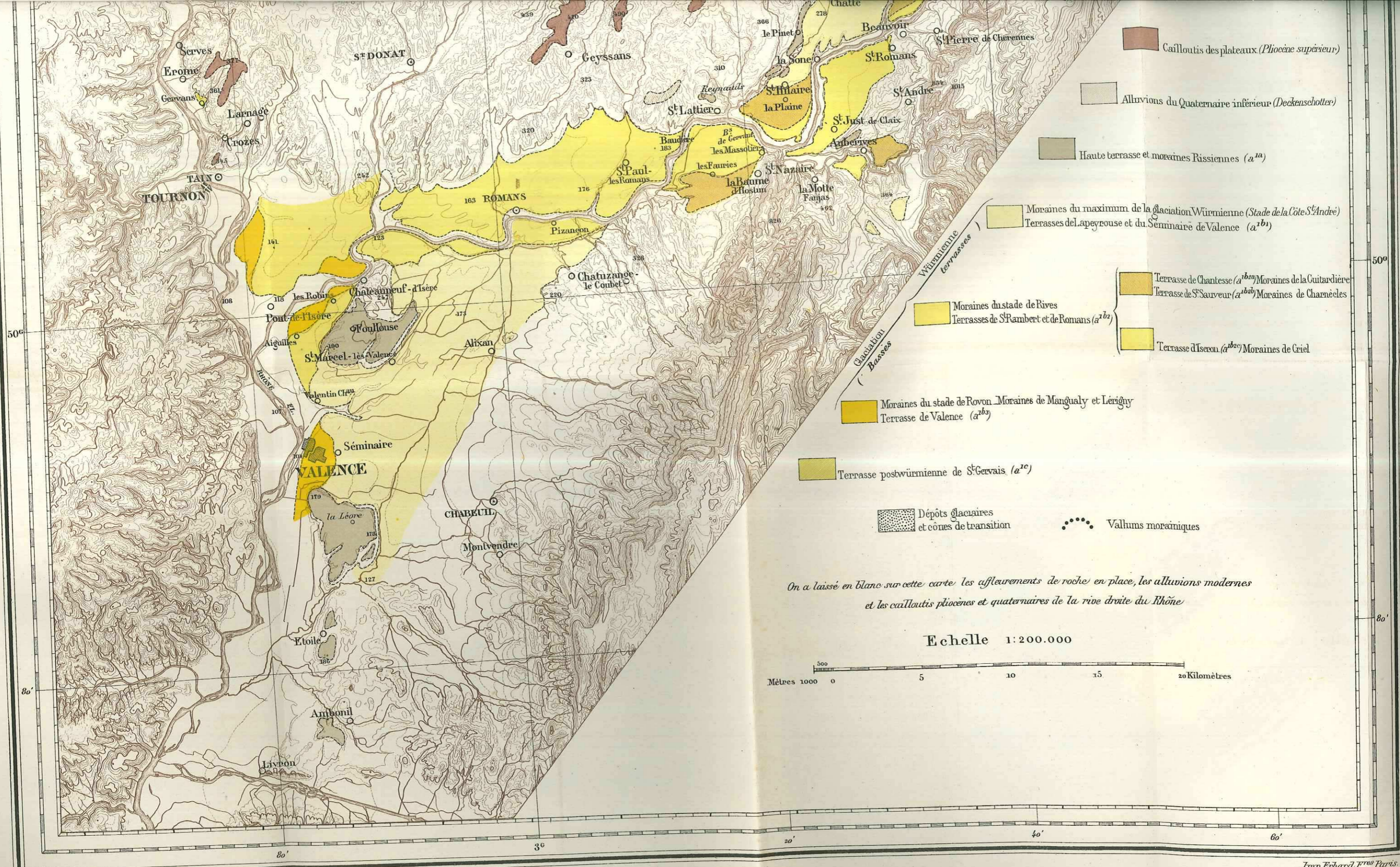


1911

LÉGENDE

Cailloutis des plateaux (Pliocène supérieur)

Alluvions du Quaternaire inférieur (Deckenschotter)



Gravé par Erhard F. Paris.

Imp. Erhard F. Paris.