
LES
ALPES FRANÇAISES A L'ÉPOQUE GLACIAIRE

EXTRAIT DE L'OUVRAGE INTITULÉ

“ DIE ALPEN IM EISZEITALTER ”

Par **Alb. PENCK,**

Professeur à l'Université de Vienne

Et **Ed. BRÜCKNER,**

Professeur à l'Université de Halle.

Ouvrage édité à Leipzig (1901-1906) chez Chr.-Herm. TAUCHNITZ

TRADUIT PAR **Louis SCHAUDEL,**

Receveur principal des Douanes à Chambéry

Officier de l'Instruction publique.

(*Suite et Fin.*)

III

Formations intra-alpines du bassin glaciaire rhodanien.

Limite glaciaire supérieure et cirques. — « Surcreusement » de la vallée du Rhône. — Ruptures de barres transversales (« verroux »). — Interruption du surcreusement entre le lac de Genève et Seyssel. — Vallée de l'Isère; thalweg pliocène. — Lac du Bourget. — Lac d'Annecy. — Moraines. — Terrasses de la vallée de l'Isère; lignites de Chambéry. — Couches d'Eybens près de Grenoble. — Analogie de la terrasse de l'Isère avec la terrasse de l'Inn. — Moraines de Sassenage. — Oscillations de l'époque glaciaire würmienne. — Tuf interglaciaire. — Alluvions dans la vallée du Rhône. — Alluvions sur le Fier. Gorge du Fier. Gorges épigénétiques. — Glacier de la vallée du Drac. — Surcreusement de la vallée de la Romanche. — Moraines dans la vallée de la Romanche. — Remblaiement de la vallée du Drac. — Démembrement du glacier de la vallée du Drac. — Faible développement du glacier de la vallée du Drac.

LIMITE GLACIAIRE SUPÉRIEURE ET CIRQUES DE MONTAGNE.

La limite supérieure des glaces de l'époque glaciaire, que nous avons pu suivre dans les recoins les plus reculés des Alpes orientales et de la Suisse, est encore peu connue dans les Alpes françaises. Nous avons déjà indiqué (p. 661 de l'édition allemande) son altitude pour les régions du Rhône et de l'Isère, autant qu'il est possible de le faire d'après les publications existantes, et nous avons montré que cette limite est étroitement liée dans cette région aux moraines terminales récente; c'est pourquoi nous l'attribuons à l'époque würmienne. Nous n'avons pu apporter aucun élément d'appréciation en ce qui concerne les ramifications supérieures de la région de l'Isère; il y a là, dans nos connaissances sur la limite glaciaire supérieure dans les Alpes, une lacune qui nous empêche de comprendre le relief de ces montagnes dans le cercle de notre étude.

CIRQUES DE MONTAGNE (« Kare »).

On ne connaît guère dans cette région que l'existence de cirques glaciaires, que P. Lory a signalés (*Les cirques de montagne*. Revue des Alpes dauphinoises, III, 1901, mars). La chaîne de Belledonne, sur la gauche du Graisivaudan, offre pour une étude plus complète de ces cirques un excellent champ d'observations. Notre planche¹ (p. 684) montre distinctement la limite supérieure des glaciers; elle passe par les points où les formes larges à pente douce font place à des reliefs plus escarpés et coïncide assez exactement avec la limite qui sépare les schistes tendres du Lias des terrains primitifs. Ces derniers, comme souvent ailleurs, offrent distinctement le type de *Karling*. Nous reconnaissons des *cirques* sous les sommets principaux de Belledonne et de la Grande-Lance; ils se rattachent exclusivement à des altitudes de 2300-2500 mètres. Parmi les nombreux *lacs de montagne*, il y en a peu qui descendent au-dessous de 2000 mètres. Il en est ainsi dans la haute vallée qui sépare la Grande-Lance de Domène et Le Colon; ici c'est le lac Crozet (1968 m. d'alt. et 37 m. de prof.), ensuite le lac du Petit-Doménon (environ 2400 m. d'alt. et 27 m. de prof.), puis le lac voisin du Grand-Doménon (environ 2400 m. d'alt. et 11^m50 de prof.), puis plus loin, sous les escarpements de Belledonne, le Lac Blanc (environ 2000 m. d'altitude).

La différence est frappante entre l'altitude de ces lacs de cirques et celle de la

¹ Voir l'édition allemande.

limite des neiges persistantes dans le massif voisin du Vercors où nous avons estimé cette limite à 1400 mètres au maximum. Ces lacs se trouvent également bien au-dessus de la limite supérieure du glacier de la vallée principale. On n'a pas encore recherché jusqu'à quelle distance se sont étendus les glaciers qui en descendaient.

A côté des lacs de cirques, la chaîne de Belledonne contient encore un groupe d'autres lacs, les Sept Lacs ou Sept-Laux. Ils se rattachent au col des Sept-Laux (2234 m.) qui passe à travers la chaîne de Belledonne et met en communication la vallée supérieure du Bréda avec celle de l'Eau-d'Oille. Ils paraissent être tous des cuves rocheuses ; le lac de Cotepen a la profondeur extraordinaire de 70 m. 50. Nous avons peut-être affaire, ici et près de Serre Montgaudi (p. 695), comme dans l'Arlberg (p. 275), à des cuves creusées dans le rocher par une branche de glacier qui franchissait le col ?

SURCREUSEMENT DE LA VALLÉE DU RHÔNE.

La partie de la vallée du Rhône à laquelle fait suite la cuvette terminale du glacier rhodanien n'est pas surcreusée d'une manière aussi régulière que le sont la plupart des autres vallées qui débouchent dans les cuvettes terminales subalpines. Elle offre une série d'élargissements surcreusés, qui sont séparés les uns des autres par des défilés. Les premiers correspondent à des synclinaux de la Mollasse qui sont compris entre des anticlinaux jurassiques que le Rhône traverse dans des gorges encaissées. C'est ainsi que nous trouvons immédiatement en amont de la cuvette centrale de Morestel-Cordon, et sur la pente du Jura plissé, une gorge par laquelle nous arrivons dans le bassin mollassique de Belley. De là nous passons, par le défilé de Pierre-Châtel, dans la dépression également mollassique où s'étendent les grands marais de Lavours et ceux-ci se relient, par-dessus un affaissement de la seconde chaîne jurassique, aux marais de la Chautagne qui occupent une troisième dépression mollassique. Ces derniers marais marquent la limite amont de la région surcreusée de la vallée du Rhône en France ; cette région surcreusée se termine brusquement près de Seyssel et ne se relie pas à la cuvette du lac de Genève et à la vallée, également surcreusée, du Valais. Mais par contre, elle se prolonge, vers le Sud, jusque dans la vallée de l'Isère, par la dépression mollassique qui longe le versant oriental de la seconde chaîne du Jura, par le lac du Bourget et la Cluse de Chambéry.

Les barres transversales qui séparent les tronçons surcreusés de la vallée ne sont nullement de simples anticlinaux, mais offrent pour

la plupart des lambeaux de surfaces planes qui coupent transversalement les couches et qui jalonnent à travers le Jura *le fond* d'une ancienne vallée probablement préglaciaire.

Parmi ces surfaces planes, nous pouvons considérer en première ligne l'île Crémieu, que nous avons déjà étudiée à propos de la cuvette terminale du glacier rhodanien. Elle atteint, dans ses parties les plus élevées, un niveau d'environ 400 mètres. Plus loin, le bassin de Belley est en contre-bas d'une plaine qui se distingue par une série de crêtes ou « nervures » extraordinairement développées qui donnent au paysage un caractère extrêmement inégal. Mais, qu'elles soient composées de Bathonien ou de Rauracien, de Valanginien ou de calcaires urgoniens, ces crêtes se maintiennent à une altitude d'environ 500 mètres et déterminent, au milieu de leur cadre plus élevé, un niveau tout particulier. Elles se relient à une région à plis très serrés; cependant les parties du Jura de même structure ne montrent nulle part, d'une manière aussi grandiose, le phénomène des nervures. La large surface du Val Romey, avec son débouché en gradins, prolonge vers le Nord dans l'intérieur du Jura le niveau du plateau à nervures du bassin de Belley; le Val Romey débouche à environ 500 mètres d'altitude, mais s'élève bientôt à 700 mètres. La cuvette terminale surcreusée et allongée de la vallée du Rhône se termine dans le bassin de Seyssel, à l'embouchure des Usses. Dans l'angle formé par la seconde chaîne du Jura et le mont Vuache, nous rencontrons de nouveau une surface aplanie à l'altitude de 500 à 600 mètres. Le Rhône ne coule pas ici, comme c'est le cas plus bas, dans une large vallée marécageuse, mais il est encaissé dans un cañon auquel M. G. Bourdon a consacré une description très détaillée (*Le Cañon du Rhône*, Bull. Soc. de Géographie (7), XV, 1894, p. 70. (7) XV, 1895, p. 75 et 219). Plus en amont, M. Brückner a fixé la surface du sol préglaciaire à une altitude de 700 à 800 mètres, ce qui concorde bien avec les résultats que j'ai obtenus dans le Jura (pente de 4 ‰).

Il nous est impossible de considérer cette alternance d'élargissements ouverts dans les couches de Mollasse et de rétrécissements correspondant avec les barres transversales jurassiques arasées, comme une conséquence directe du plissement jurassien. Les altitudes des barres jurassiques indiquent, par leur élévation graduelle, que ces seuils représentent les restes du thalweg d'une ancienne vallée d'où les couches les plus tendres ont été enlevées, sans doute par l'érosion glaciaire (comme le montre le caractère surcreusé de ces élargissements). La vallée du Rhône, traversant le Jura, nous offre un exemple frappant de l'action élective de l'érosion glaciaire que nous avons déjà si souvent rencontrée, particulièrement dans la Mollasse subalpine de la Haute-Bavière.

RUPTURES DE BARRES TRANSVERSALES.

Les altitudes actuelles de ces barres transversales ne représentent plus, naturellement, la surface préglaciaire primitive ; les nervures accentuées qu'elles laissent voir dénotent une érosion élective particulièrement intense. Elles ont également subi, pendant la phase de recul des glaciers, de multiples changements. Alors que la glace ne remplissait plus toute la vallée, mais s'arrêtait au-dessus des barres transversales, celles-ci furent franchies par les eaux qui, s'écoulant des deux côtés le long de la glace, y taillèrent transversalement des sillons plus ou moins profonds, ainsi que nous l'avons déjà vu (p. 435 de l'édition allemande) à propos des éperons découpés de la vallée du Rhin. De cette façon s'expliquerait le fait que la chaîne du Jura la plus externe est entaillée, près de Cordon, à côté du Rhône, par le petit ruisseau le Gland ; que d'autre part, l'éperon projeté par ladite chaîne dans la direction de Saint-Genix se trouve séparé d'elle et forme le Mont de Cordon (413 m.). Les mêmes considérations peuvent être invoquées pour expliquer différentes brèches ouvertes à travers la chaîne du Jura, entre les marais de Lavours et le bassin de Belley. Dans l'une se trouve le lac de Barterand, profond de 14 m. 50, et dans l'autre le lac de Bare ; la troisième est traversée par le Rhône. Près de Massignieu, de puissantes masses morainiques témoignent d'un arrêt prolongé du glacier, déjà signalé par Benoît, par MM. Falsan et Chantre (II. p. 263), ainsi que par MM. Hollande¹ et Douxami².

INTERRUPTION DU SURCREUSEMENT ENTRE LE LAC DE GENÈVE ET SEYSSSEL.

La grande interruption du surcreusement de la vallée du Rhône que l'on constate entre le bassin du lac de Genève (qui se termine au Mont Vuache) et Seyssel, paraît difficile à comprendre. Au pre-

¹ *Comptes rendus des Collaborateurs*, 1899, p. 107.

² *Étude sur la vallée du Rhône*, Bull. Serv. Carte géol., 81, XII, 1900-1901.

mier abord, on pourrait y voir un argument sérieux contre l'hypothèse d'une érosion glaciaire intense. Mais, un examen plus approfondi permet d'éclaircir la question. Le glacier du Rhône, barré par le Jura suisse, ne devait pouvoir, pendant le maximum de l'époque glaciaire, se détourner des deux côtés avec la même facilité : vers le Nord-Est le pays mamelonné de la Suisse s'ouvrait à lui, tandis que vers l'Ouest la marche lui était rendue plus difficile, ainsi qu'au glacier confluent de l'Arve : 1° par le Mont de Vuache ; 2° par le contrefort méridional de la première chaîne du Jura projeté vers la région subalpine, et 3° enfin par la chaîne du Salève qui s'élève isolément dans la même zone. Les tableaux indiquant la pente du glacier rhodanien permettent, en effet, de se rendre compte que cette pente était bien plus rapide vers le Nord-Est que vers le Sud-Ouest. Dans cette dernière direction, le long du Jura, la pente devait être très minime de la cime du glacier au Grand-Crêdo. *Il devait y avoir là un angle mort du glacier, animé d'un mouvement très lent ; le surcreusement y était naturellement faible, tandis que près de Seyssel, où les masses glaciaires de l'Arve déviées par le Salève atteignaient la vallée du Rhône et se trouvaient aussitôt comprimées entre les chaînes du Grand-Colombier et du Gros-Foug, l'érosion devait atteindre son maximum d'intensité.*

Cette explication n'est pas contredite par le fait que le surcreusement du bassin du lac de Genève s'est fait sentir jusqu'au pied oriental du Mont Vuache, pas plus que par l'existence de la partie inférieure du lac de Genève, « le Petit Lac », dans lequel nous avons reconnu comme une cuvette latérale (*Zweigbecken*) qui s'étend précisément dans la direction du point de stagnation des masses glaciaires. Le surcreusement suit le cours du Rhône qui, pendant l'époque glaciaire würmienne, est marqué par des alluvions. Dans la région des couches de Mollasse facilement délitables, cette vallée fluviale a été transformée par le glacier pendant le long stationnement qu'a effectuée sa région frontale, en cet endroit, avant et après le maximum de la glaciation würmienne.

M. Bourdon voit dans le défilé du Rhône à Bellegarde un pli récent en voie de soulèvement que le fleuve serait en train de couper. Cette hypothèse d'une dislocation récente est toutefois contredite : 1° par ce fait que la limite erratique supérieure dans la région du prétendu soulèvement n'a *subi aucun dérangement* ; 2° parce que le niveau de la pénéplaine au Nord de Seyssel est exactement intermédiaire entre le niveau de celle de Belley et celui des pénéplaines que M. Brückner a signalées (p. 472) à la partie inférieure du lac de Genève, près de La Côte, sur la rive droite, et près d'Allinges et de Douvaine, sur la rive gauche, à l'altitude de 700 à 800 mètres ; 3° parce qu'enfin toutes nos pénéplaines, prises dans leur ensemble, se coordonnent jusqu'au milieu du lac de Genève en une courbe ascendante, assez régulière, avec une pente de 2 à 3 ‰. Le défilé du Rhône, entre le pied du Vuache et Seyssel, apparaît

donc comme une gorge séparant deux portions de vallée surcreusées qui sont elles-mêmes découpées dans le fond d'une vallée préglaciaire. Si, comme il est possible, des soulèvements récents ont eu lieu dans la région où le Rhône traverse le Jura, ils échappent donc encore actuellement à une démonstration certaine.

VALLÉE DE L'ISÈRE. FOND DE VALLÉE (ANCIEN THALWEG) PLIOCÈNE.

Une vallée surcreusée, qui s'étend assez loin vers l'amont, se relie à la cuvette terminale du glacier de l'Isère. Notre planche ¹ photographiée en montre la partie inférieure : le Graisivaudan surcreusé. Le flanc gauche de cette vallée, en amont de Grenoble, s'incline en pente douce jusqu'à l'altitude de 500 mètres ; puis il tombe en pente raide jusqu'au fond de la vallée. Nous reconnaissons là distinctement un « épaulement » (ou « bord d'auge ») (*Trogrand*). Cette pente escarpée est entamée par un grand nombre de petits ravins qui, manifestement, ont exercé leur action régressive en remontant du fond de la vallée vers les pentes ; ils n'ont aucun rapport avec les vallées qui descendent de la chaîne de Belledonne. Ces dernières présentent des confluences en gradins. Les gorges correspondantes sont évitées par les chemins ; ceux-ci s'élèvent d'abord en grands lacets sur le flanc de la vallée de l'Isère et ce n'est qu'au haut de l'épaulement (ou bord de l'auge) qu'ils pénètrent dans les vallées latérales. Les choses se passent ici exactement comme dans la vallée inférieure de l'Inn (p. 290 de l'Éd. allemande).

D'autre part, le flanc droit de la vallée, tout près et en amont de Grenoble, entre Corenc et Saint-Ismier, est affouillé d'une manière grandiose ; il en résulte, soit des éboulements, soit le développement de forts torrents. Alors, d'après ce qui précède, nous admettrions autour de Grenoble l'existence d'un *ancien fond de vallée* correspondant à l'altitude d'environ 400-500 mètres. Les terrasses rocheuses des environs d'Albertville, qui s'étendent dans la vallée de l'Arly avec une altitude de 7 à 800 mètres, pourraient correspondre à cet ancien niveau.

Bien au-dessus de l'épaulement du Graisivaudan, apparaît, sur le

¹ Voir l'édition allemande.

flanc droit de la vallée, une terrasse rocheuse très nette sur laquelle sont construits les villages de Saint-Pancrasse (1005 m.), Saint-Hilaire (963 m.) et Sainte-Marie-du-Mont. Bien qu'elle soit motivée surtout par l'existence des couches du calcaire jurassique supérieur du bord sud-est du massif de la Grande-Chartreuse, une terrasse de même altitude se répète cependant aussi de l'autre côté de la vallée, dans les schistes tendres du Lias qui forment la ceinture de la chaîne de Belledonne. Cette ceinture liasique se développe dans les environs d'Allevard où elle forme une croupe indépendante qui, sur une certaine étendue, sépare les vallées du Bréda et du Gelon de la vallée de l'Isère ; ses sommets (1231 m. au point le plus élevé) ne dominant que de peu le niveau de la terrasse précitée. Des terrasses étendues de 900 à 1000 mètres d'altitude existent plus loin, dans la région du Drac inférieur, au Sud de Grenoble.

La terrasse en palier de Montaud (939 m.), dans le coude de l'Isère vis-à-vis de Moirans, relie les terrasses élevées de la vallée de l'Isère aux alluvions de quartzites pliocènes des plateaux de Chambarand, dont la montée rapide ne se poursuit cependant pas plus avant vers l'intérieur des Alpes. Si nous devons considérer, pour ce motif, ces terrasses comme un équivalent morphologique des alluvions de quartzites du Pliocène supérieur, nous sommes conduits à considérer, comme au moins préglaciaires, les restes du fond de vallée situé plus bas et marqué par le niveau des gradins de confluence ; car la base du Deckenschotter est, près de Saint-Rambert-d'Albon, située profondément en contre-bas des hauteurs couvertes par les alluvions de quartzites pliocènes.

Les choses se présentent donc dans la vallée de l'Isère autrement que dans le Valais, où M. Brückner a également distingué deux anciens fonds de vallée, mais où il a reconnu que le plus élevé est préglaciaire et le plus bas interglaciaire (p. 609).

M. Kilian (*Comptes rendus des collaborateurs*, 1896, p. 133) a trouvé, sur les terrasses élevées de Sainte-Marie-du-Mont, les Prés et le Crozet, des alluvions de quartzites rubéfiées accompagnées de cailloux de granit entièrement décomposés et de couleur jaune. Il a rencontré les mêmes matériaux au débouché de la vallée de l'Isère sur la montagne de Ratz, près de Voreppe, à 800-900 mètres d'altitude (*Ibidem*, 1897, p. 142). D'après M. Douxami (*Étude sur la vallée du Rhône aux environs de Bellegarde*, Bull. Cart. géol. n° 81 XII, 1900-1901, p. 16), le « Deckenschotter » (cailloux de quartzites avec des granits) apparaît d'autre part sur le versant oriental de la chaîne de l'Épine et dans la cluse de Montmélian-Chambéry à 800-900 mètres et, d'après un autre passage (*La vallée moyenne*

du Rhône, Annales de Géographie, XI, 1901, p. 407), à environ 1000 mètres d'altitude. Je rappellerai que ces sortes de cailloutis ne doivent pas être mis, sans restriction, en parallèle avec les alluvions de quartzites de Chambarand, car ils se sont révélés quelquefois comme des restes de moraines anciennes altérées, par exemple, près de Sainte-Croix en Suisse, où M. Douxami les avait considérés comme du *Deckenschotter* (p. 551), plus loin à la sortie de la vallée de l'Ain (p. 648), et dans les environs de Vienne (p. 650), où ils ont été désignés comme pliocènes sur la Carte géologique détaillée.

LE LAC DU BOURGET.

La partie surcreusée de la vallée du Rhône, qui commence à Seysel, se relie à la vallée surcreusée de l'Isère, par le lac du Bourget et la Cluse de Chambéry. Malgré la différence de leurs rapports avec la structure de la région, les deux vallées sont surcreusées d'une manière uniforme. Si nous abordons la Cluse de Chambéry par la vallée de l'Isère, nous avons devant nous à gauche les Abîmes de Myans, grandiose amas de débris d'un éboulement ¹, survenu en 1248, du Mont Granier et qui cache les formes de la vallée du côté ouest; mais ensuite, sur le seuil de Chambéry, s'élève un lambeau de terrasse très nette de 500 mètres d'altitude. A cette terrasse correspond, de l'autre côté, le gradin de confluence de la vallée de la Leisse, dans laquelle la rivière s'est entaillé, comme d'habitude, une gorge étroite. La terrasse se poursuit sur les hauteurs miocènes qui garnissent l'angle sud de la Combe; elles s'élèvent progressivement vers la chaîne de l'Épine et ont également une altitude moyenne de 500 mètres (v. fig. 88). Leur structure géologique n'est pas en harmonie avec la faible pente de leur surface: partout sur les bords prédominent des couches inclinées. Ce n'est pas là le fond de la grande cuvette synclinale dans laquelle est situé le lac du Bourget, mais une surface aplanie, produite par l'ablation de couches fortement disloquées. L'existence de cette surface indique une phase d'aplanissement dans l'histoire des vallées de notre région, phase pendant laquelle le fond de la vallée se trouvait à environ 500 mètres d'altitude, c'est-à-dire à 250 mètres au-dessus du fond actuel; ces chiffres correspondent d'ailleurs au niveau des fonds de vallée préglaciaires de l'Isère et du Rhône.

¹ Pillet, *Etude sur les terrains quaternaires de Chambéry*, 1883, p. 43.

Plus au Nord, ces collines médianes miocènes disparaissent et le lac du Bourget remplit la Combe dans presque toute sa largeur; seules quelques étroites bandes mollassiques se trouvent sur ses bords. Ainsi, sur le bord oriental, c'est la colline de Tresserve et un point, près de Brison, non marqué sur la feuille de Chambéry de la Carte géologique; plus loin, sur le bord occidental, à Haute-Combe, on remarque sur un plateau formé de couches presque verticales, de *petites terrasses*, sensiblement horizontales, mais qui se trouvent à une altitude moindre que celles des environs de Chambéry. Plus haut, sur le même bord occidental, se trouve la *terrasse du Villard* (605 m.). Elle est limitée par une arête de calcaires urgoniens qui s'abaisse à pic vers le lac et apparaît visiblement tranchée.

Le fait que la vallée lacustre du Bourget, la Cluse de Chambéry et la vallée de l'Isère, toutes trois également surcreusées, sont reliées entre elles, permet de reconnaître que leur surcreusement est l'œuvre d'une même branche du glacier de l'Isère, et il indique en même temps la direction du mouvement des glaces à l'Est de la seconde chaîne du Jura. Le long et à l'Est du Mont du Chat, jusqu'à la vallée du Rhône, l'épanchement a dû s'effectuer vers le Nord. Les roches erratiques de la région du Mont Blanc, que M. Delebecque¹ a trouvées dans les environs de Chambéry, ne contredisent pas cette assertion. Ainsi que MM. Révil et Vivien² l'ont déjà mentionné, ces roches ont pu être transportées, de la vallée de l'Arve dans celle de l'Isère, par-dessus le col du Demi-Quartier.

D'après les déductions précédentes, le lac du Bourget représente un équivalent du grand lac qui s'est étendu dans la cuvette terminale de la vallée de l'Isère. Ce lac de l'Isère a disparu à la suite du creusement de l'Isère en aval de sa cuvette terminale, et notamment aussi par l'effet des puissantes alluvions que cette rivière y avait déposées. Le lac du Bourget n'a aucun affluent de quelque importance. La Leisse n'y accroît son delta que d'une manière extraordinairement lente; le château du Bourget élevé sur la rive du lac au XIII^e siècle n'en est éloigné aujourd'hui que de 200 mètres. Mais à la sortie, les eaux d'écoulement du lac ne peuvent plus provoquer aucun creusement, car elles atteignent le Rhône qui est en ce point en voie de remblaiement. Comme le lac de Zell dans le Pinzgau, à

¹ *Comptes rendus des Collaborateurs*, 1894, p. 85.

² *Le Pléistocène de la vallée de Chambéry* (*Comptes rendus Ac. Sc.* CXX. 1895, I, p. 116).

côté de la Salzach, et comme le Walensee, à côté du Rhin, le lac du Bourget avec sa profondeur de 146 mètres, nous apparaît donc comme une portion de vallée surcreusée qui, par suite de sa situation entre de plus grands cours d'eau, a été conservée dans sa forme première. Comme ces deux derniers, le lac du Bourget se relie à une bifurcation de vallée, qui déterminait aussi une bifurcation du glacier; il a été conservé dans un tronçon devenu, au point de vue hydrographique, une *vallée morte*.

La profondeur du lac du Bourget ne nous donne qu'une idée approximative de la puissance des alluvions dans la vallée voisine du Rhône. Celle-ci n'a pas dû être surcreusée dans la même mesure que le lac, de petites différences dans la résistance de la roche (qui est ici une Mollasse de consistance assez variable), ayant suffi à l'épanouissement de l'érosion glaciaire dans ce dernier bassin. Le Rhône n'arrive au niveau du fond du lac du Bourget (90 m.) qu'au-dessous de Valence, après avoir traversé de nombreux défilés rocheux.

LAC D'ANNEY.

Alors que le surcreusement, exercé par la branche septentrionale du glacier de l'Isère, peut être suivi par la Cluse de Chambéry et la Combe de Savoie jusqu'à la vallée du Rhône, le surcreusement qu'à produit une autre branche du même glacier s'écoulant à l'Est des Bauges, d'Albertville vers Annecy, se termine brusquement dans le pays mollassique. Ce phénomène s'observe dans la cuvette du lac d'Annecy, dont le fond plat s'enfonce à 65 mètres et au point où se trouve une source jaillissante, le Boubioz, à une profondeur de 81 mètres. Le lac lui-même est encore situé dans la région alpine; la dépression qui lui correspond se continue à une certaine distance dans l'avant-pays, et se termine en face d'un anticlinal urgonien: la montagne de la Balme, que traverse une vallée aujourd'hui transformée en « vallée morte ». Cette dépression est parcourue transversalement par le Fier. Celui-ci a édifié un grand cône de déjection ¹ *en travers de l'ancienne vallée lacustre*. En amont du lac d'Annecy, le surcreusement est encore nettement prononcé: le fond de la vallée s'étend

¹ M. Delebecque parle d'un delta torrentiel (*Comptes rendus des Collaborateurs*, 1895, p. 199). Je n'ai pu reconnaître aucune stratification de delta.

en belle largeur jusqu'à Faverges, accompagné de « parois en auge » et d'épaulements souvent abrupts qui, entre 700 et 1000 mètres d'altitude, suivant le caractère de la roche prédominante, font place à des pentes plus douces. Mais les confluences en gradins sont pour la plupart passablement effacées. Les vallées latérales suivent la direction des couches et correspondent à des affleurements de roches facilement délitables ; leurs gradins vers la vallée principale ont été facilement entaillés par les eaux, de sorte que les thalwegs des vallées latérales accompagnent souvent la rivière, mais avec des pentes plus rapides au commencement que par la suite. Nous attribuons le rétrécissement observable à l'Est de Faverges de la partie de notre vallée morte Annecy Albertville, dont les eaux s'écoulent vers l'Isère, à ce fait qu'elle a été utilisée par une branche plus petite du glacier de l'Isère. A cette branche se joignaient, près de Faverges, les masses de glace arrivant du col de Tamié ; à partir de ce point de jonction, le surcreusement devait naturellement devenir plus intense.

MORAINES.

La région du glacier rhodanien offre, entre les Alpes et le Jura, une « couverture morainique » d'importance sensiblement égale à celles que M. Brückner (p. 558) a décrites dans le domaine du glacier helvétique. Cette couverture est particulièrement développée sur les plateaux du Genevois, entre les points où se terminent les vallées surcreusées du lac de Genève, du lac d'Annecy et de la Chautagne. Il existe en outre de véritables moraines dans les vallées surcreusées ; ces dernières ont souvent la forme prononcée d'un *vallum* et apparaissent comme des moraines terminales de recul. Quant aux « couvertures morainiques », elles n'ont pas de formes déterminées ; ce sont des dépôts sur lesquels a passé la couche de glace : ou ils se sont formés sous le glacier, ou bien ils représentent les moraines terminales de stationnements plus anciens, qui ont été modelées ultérieurement par le passage de la glace. Ces formations confinent parfois directement à des parties de vallées surcreusées, tout comme les surfaces morainiques des éventails glaciaires subalpins sont coupées par le bord des cuvettes latérales qui les séparent. Une distinction rigoureuse de

ces deux types de moraines n'a pas encore pu être faite jusqu'ici. Dans les deux cas, des dépôts d'alluvions supportent les dépôts morainiques.

TERRASSES DE LA VALLÉE DE L'ISÈRE. LIGNITES DE CHAMBÉRY.

De puissantes masses de cailloux roulés existent sous les moraines en *vallum* des vallées surcreusées de l'Isère et du Rhône, et ces ensembles forment des terrasses importantes. Celles de la vallée longitudinale de l'Isère, en amont du Graisivaudan, offrent le développement le plus considérable. Elles s'étendent là — avec des interruptions il est vrai — à travers la Cluse de Chambéry jusque dans la Combe de Savoie ; elles présentent partout la même composition : en haut, des moraines (M₂) ; au-dessous, des alluvions grossières (S) et, sous celles-ci, des sables fins et de l'argile (T) renfermant des restes organisés. A la base, M. Kilian¹ a découvert des moraines M₁, aussi bien dans la vallée de l'Isère, près de Pontcharra, que près de Chambéry, où elles ont été observées également par MM. Depéret et Révil². Dans cette dernière région, les argiles renferment également un dépôt de *lignites* qui a été exploité pendant un certain temps.

M. Révil a eu l'amabilité de me montrer les dépôts des environs de Chambéry décrits par lui et M. J. Vivien (*Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, CXX, 1895, p. 116). Une terrasse située au Nord de Chambéry montre, en haut (v. fig. 89), des moraines (M₂) qui coupent obliquement les alluvions de l'Isère (S). Celles-ci sont exploitées dans plusieurs carrières près de Beauvoir. Près de la Boisse, à un peu plus de 300 mètres d'altitude, on rencontre à la base des alluvions (S), des marnes (T₁) avec coquilles, sur lesquelles sourd une source ; au-dessous, on trouve du sable fin (T₂) qui, de son côté, repose de nouveau sur les alluvions (S). Au Muséum d'Histoire naturelle de Chambéry, on conserve des marnes de la Boisse : *Clausilia laminata* Mont., *Cl. ventricosa* L., *Helix* sp. et *Bithynia* du groupe *tentaculata* L. ; d'un dépôt du même niveau, situé plus loin au Nord, près de Sonnaz : *Valvata*, du groupe *piscinalis*, *Valvata cristata* ; et près de Saint-Innocent, *Helix strigella* Drap. Dans les couches correspondantes de la vallée de l'Isère, Ch. Lory mentionne d'autre part (p. 630), d'après les déterminations d'Albin Gras : *Helix nemoralis* et *Helix rotundata*.

Près de Voglans, à une altitude un peu moindre que celle de la marne de Chambéry, se montre une couche horizontale de lignite (T fig. 88) sous laquelle

¹ *Comptes rendus des Collaborateurs*, 1895, p. 174 ; 1896, p. 134.

² *Lignites interglaciaires de Chambéry*, Bull. Soc. géol. (3), XXIV, 1896, p. 90.

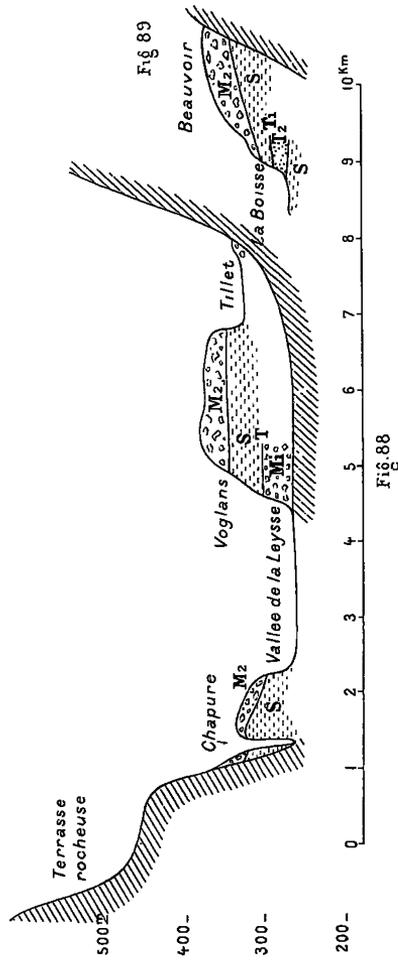


Fig. 88. — Profil transversal de la Combe de Savoie, au-dessus du lac du Bourget.

Fig. 89. — Profil à travers la terrasse d'alluvions près de Chambéry.

(Légende dans le texte.)

l'exploitation a rencontré des moraines (M1). Moi-même, j'ai recueilli sous les lignites, des cailloux striés typiques. Ces lignites comprennent de gros troncs d'arbres aplatis parmi lesquels se montrent notamment ceux du houleau. O. Heer (*Urwelt der Schweiz*, 2^e éd., 1879, p. 532) a déterminé : *Betula alba* L., *Pinus silvestris* L., *Abies excelsa* L.; ainsi que des restes de feuilles de : *Salix cinerea* L., *Salix repens* (?) L. Pillet y cite encore le buis ainsi que le sureau, sans indiquer par qui ils ont été déterminés (*Terrains quaternaires de Chambéry*, p. 23). Cet auteur dit également que les lignites des environs de Chambéry ont fourni, dans une couche du plateau de la Croix-Rouge, des dents et des bois de cerf. De nombreux débris d'insectes se montrent, aussi bien dans la masse du lignite que dans les dépôts de limon voisins. Dans un travail qui ne m'a pas été accessible, G. de Mortillet (*Bull. Soc. hist. nat. de Savoie*, I, p. 205) considère tous ces insectes comme des espèces nouvelles qu'il nomme : *Carabus Bulliati*, *Agonum Sismondæ*, *Donacia Albin Gras*, *Donacia Scipion Gras*, *Chrysomela Costa*. D'après Heer, les deux nouvelles espèces de *Donacia* sont identiques à *Donacia meyanthidis*. Au-dessus des lignites s'étendent les alluvions (S) recouvertes de moraines (M2).

Au Nord de Voglans, la terrasse à lignites des environs de Chambéry se termine; une colline de Mollasse longe la rive orientale du lac du Bourgel jusqu'à Aix-les-Bains. Contre elle s'appuient, à Divet, des dépôts très irrégulièrement stratifiés de graviers, alternant avec des argiles, qui m'ont rappelé dans une certaine mesure les dépôts d'Au, sur l'Inn (p. 131); par-dessus s'étendent des moraines. La presqu'île de Brison-Saint-Innocent, qui s'avance dans le lac au Nord d'Aix-les-Bains, consiste principalement en moraines. Sur la rive du lac, au Sud de Brison et près de Ménard, se montrent, sous ces moraines, des alluvions avec stratification de delta, qui sont coupées obliquement par la moraine près de Ménard. Un delta semblable est entamé par le Sierroz, un peu au-dessus des Murguets; il est également couvert de moraines et devait s'élever à environ 20 mètres au-dessus de la surface des eaux du lac. Enfin, à l'extrémité septentrionale de la presqu'île de Saint-Innocent, au tunnel du chemin de fer, Pillet a trouvé, sous les moraines, à environ 15 mètres au-dessus du lac, un dépôt peu important de lignite avec des pommes de pin et différents mollusques terrestres et d'eau douce, c'est-à-dire avec des représentants de la flore et de la faune actuelles.

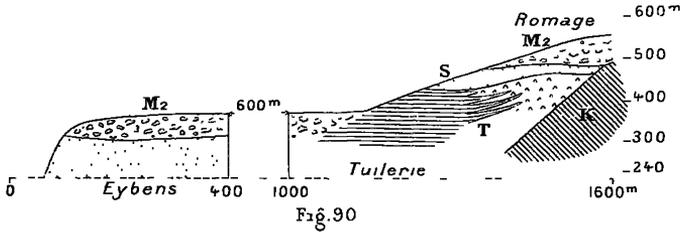
COUCHES D'EYBENS, PRÈS DE GRENOBLE.

Dans la vallée de l'Isère, les terrasses prennent fin non loin de l'embranchement de la Cluse de Chambéry, aux environs de Sainte-Marie-d'Alloix¹; plus en aval, entre Saint-Nazaire et Bernin, au-dessus de Grenoble, il existe un petit témoin de ces terrasses au milieu de la vallée². Des dépôts plus étendus se retrouvent ensuite au Sud

¹ Cf. Lory, p. 649. Pillet, *Terrains quaternaires de Chambéry*, p. 39.

² Kilian, *Comptes rendus des Collaborateurs*, 1896, p. 134.

de Grenoble, non loin du débouché de la vallée du Drac ; ils ont été décrits par M. Pierre Lory¹. J'ai eu la satisfaction d'y être conduit en sa compagnie par le professeur M. Kilian.



Profil à travers les terrasses d'Eybens et de Romage, près de Grenoble.

(Explications dans le texte.)

Comme nous le montre la fig. 90, une tuilerie exploite à l'Est d'Eybens des argiles rubanées grises (T) qui appartiennent aux parties les plus profondes de la terrasse Bresson-Champagnier. Si l'on remonte le plus méridional des deux ravins qui, au-dessus de la tuilerie, se dirigent de la route vers Romage, on rencontre d'abord l'argile rubanée ; plus on monte, plus fréquentes deviennent des intercalations d'éboulis (K), qui finalement remplacent complètement l'argile. Çà et là, on y aperçoit des coquilles terrestres de *Clausilia* et d'*Helix*. Au-dessus succèdent des alluvions (S) du Drac qui elles-mêmes sont recouvertes par des moraines (M₂). Le ravin septentrional montre une série de couches plus réduite. Sous les moraines superficielles, nous y rencontrons une assise puissante de cailloux roulés provenant de l'Isère, et au-dessous, l'argile rubanée. Plus loin, au pied de la terrasse d'Eybens, l'on observe de puissantes couches de gravier avec quelques lentilles de sable. Elles longent le flanc de la vallée et, visiblement, ne se relie à aucun niveau déterminé. Ces alluvions de la terrasse d'Eybens, comme celles d'une carrière située plus au Sud, ne contiennent pas de traces glaciaires, car les rares cailloux striés qui ont été remarqués proviennent de la couche superficielle, probablement d'une moraine ; par contre, les travaux du polygone du génie de Poizat, à l'Est d'Eybens, ont mis à découvert des alluvions qui se relie à des moraines. Ce dépôt forme une partie du revêtement du flanc de la vallée et m'a donné l'impression d'une moraine latérale.

Il est probable que les sables fluviatiles et les argiles, que M. Kilian a trouvés plus loin en aval, près de l'Échaillon, en face de Voreppe, à 4 mètres au-dessus de l'Isère, dans une balme de calcaire jurassique, appartiennent au niveau des argiles d'Eybens (*Sur les dépôts anciens de l'Isère observés à l'Échaillon et à la Buisse*. Bull. Soc. stat. de l'Isère, 1892).

¹ Quelques observations sur le Pléistocène de la région grenobloise. Annales de l'Université de Grenoble, XV, 1. 1903.

La structure de la terrasse de la vallée de l'Isère et de son prolongement dans la Combe de Savoie rappelle vivement celle de la vallée de l'Inn (p. 325). A la base, nous rencontrons sur plusieurs points des moraines (M₁). Au-dessus, on trouve des argiles et des sables fossilifères (T) entre lesquels, à Voglans, est intercalée une couche horizontale de lignites ; à Eybens, ces argiles et sables passent à un cône de déjection (K) et au bord du lac du Bourget, ils sont remplacés par des alluvions de delta (D). Par-dessus s'étendent des alluvions grossières (S) coupées en discordance par les moraines superficielles (M₂). Ici comme là, il s'agit d'une formation dont l'extension est essentiellement locale ; notre terrasse de l'Isère, avec son prolongement dans la Combe de Savoie, ne mesure que 40 kilomètres de longueur et elle est partout séparée par une distance notable des dépôts d'alluvions situés plus en aval. Son analogie avec la terrasse de l'Inn nous conduit à l'hypothèse qu'il s'agit d'un dépôt *interstadaire*, formé au cours d'une oscillation du glacier de l'Isère ; ce dernier, après s'être retiré jusqu'au débouché de la vallée de l'Arc, subit une nouvelle poussée en avant. Entre temps, la vallée de l'Isère et la Combe de Savoie ont été occupées par des lacs et des marais. Les premiers n'ont été comblés qu'en partie par les alluvions déposées en avant du glacier en progression, de sorte que celui-ci a étalé ses moraines, tantôt sur des alluvions fluvio-glaciaires typiques, tantôt sur les alluvions des deltas, tantôt enfin sur des fonds lacustres vaseux.

MORAINES DE SASSENAGE.

Un fait important permet de fixer l'âge de cette oscillation glaciaire. En aval de Grenoble, au pied de la confluence en gradins de la vallée du Furon, près de Sassenage, s'étend un dépôt d'éboulis composé de puissants débris de calcaire néocomien (Urgonien). Ces blocs sont pour la plupart anguleux, mais parmi eux se trouvent aussi des cailloux striés ; le substratum porte des stries bien marquées se dirigeant, non dans le sens de la vallée de l'Isère, mais perpendicu-

lairement à elle. Charles Lory déjà (p. 692) voyait dans ce curieux dépôt la moraine terminale d'un *glacier local* qui descendait de la vallée du Furon ; après avoir visité la localité en compagnie de M. P. Lory, je me range à cet avis. Ce glacier local ne peut être descendu dans la vallée de l'Isère que lorsque celle-ci eut été abandonnée par son propre glacier ; car, non seulement la moraine de Sassenage représente la dernière accumulation qui se soit formée dans la vallée de l'Isère, mais M. Kilian ¹ signale *sous elle* des restes de moraines du glacier de l'Isère. Il est vrai qu'à proximité de la vallée du Furon s'élève le Moucherotte, à 1906 mètres, et que le long de la Dent du Loup s'étendent de vastes surfaces dépassant la cote 1500 ; mais notre dépôt n'est situé qu'à une altitude de 250 mètres et, bien qu'il se trouve au pied d'un escarpement de 650 mètres de hauteur, que le glacier n'a franchi qu'en une langue étroite, ces faits indiquent certainement une limite des neiges persistantes très peu élevée. Avec une exposition septentrionale très prononcée, nous pouvons la placer tout au plus à 1400 mètres. C'est la hauteur que nous avons également trouvée pour la limite des neiges dans le Vercors, à l'époque glaciaire würmienne.

OSCILLATIONS DE L'ÉPOQUE GLACIAIRE WÜRMIENNE.

Nous concluons de ce qui précède que les environs de Grenoble devaient être déjà abandonnés par la glace lorsque la limite des neiges occupait encore une altitude voisine de celle de l'époque glaciaire. *La vallée inférieure de l'Isère tombe dans le domaine d'oscillation de la glaciation würmienne.* Nous ne pouvons, par suite, considérer les terrasses interstadias voisines comme datant de la période post-würmienne, mais nous les attribuons à une oscillation de l'époque würmienne elle-même ; une oscillation analogue nous est connue déjà, c'est celle de Laufen « Laufenschwankung ». Cette manière de voir est confirmée lorsqu'on recherche le point terminal de la progression du glacier qui a succédé à la formation des terrasses. Dans la vallée de l'Isère, l'extrémité des terrasses n'est pas, comme dans la vallée de

¹ *Comptes rendus des Collaborateurs*, 1896, p. 135.

l'Inn, près de Kirchbichl, marquée par un ensemble de moraines terminales, et nous sommes obligés de descendre plus en aval pour trouver de ces moraines terminales. Les premières que l'on rencontre dans la vallée de l'Isère même sont celles, déjà plusieurs fois mentionnées, des environs de Voiron. Cette ceinture intérieure des moraines terminales récentes offre là l'unique possibilité de fixer le point terminal de la progression glaciaire qui a succédé à la formation des terrasses de la vallée de l'Isère; cette formation indique, pendant l'époque glaciaire würmienne, une oscillation de 80 à 90 kilomètres pour le glacier de la vallée de l'Isère.

Si nous suivons la branche du glacier de l'Isère qui s'épanche par la Combe de Savoie, nous voyons, il est vrai, au-dessous de Chambéry, se montrer déjà une disposition semblable à celle que nous rencontrons près de l'extrémité de la terrasse de la vallée de l'Inn. Les moraines forment dans la vallée de larges collines allongées qui ont déterminé la Chapure et le Tillet à s'écouler parallèlement à la Leisse dans le lac du Bourget (fig. 88); mais les moraines frontales et les nappes d'alluvions qui lui succèdent en aval font défaut. Si, d'ailleurs, les apparences ne m'ont pas trompé, des moraines latérales longent la rive occidentale du lac du Bourget jusqu'à son extrémité; à cette extrémité ne se rencontrent que des moraines peu importantes, mais aucune moraine frontale. Ce n'est que dans la vallée du Rhône que nous rencontrons, à l'extrémité inférieure du bassin de Lavours, la moraine de Massignieu déjà mentionnée (p. 683). Je n'ai pu la visiter; elle indique probablement un stationnement plus prolongé du glacier. En présence du barrage de la vallée du Guiers (p. 677 de l'édition allemande), synchronique des moraines de Voiron, il ne me paraît pas probable qu'il faille voir dans la moraine de Massignieu la limite de l'avancée du glacier correspondant aux moraines de Voiron. Je place cette limite au bord de la cuvette terminale, en face du point où le Rhône sort des montagnes du Jura, aux environs de Morestel.

La feuille de Chambéry de la Carte géologique détaillée marque en ce point des moraines passablement étendues précédées de Basses terrasses (*a^{1e}*) peu élevées. Toutefois, on n'indique pas si ces formations dépendent les unes des autres. D'après l'opinion de M. Hollande (*Comptes rendus des Collaborateurs*, 1899, p. 107), qui est exprimée sur la Carte, l'avancée du glacier qui a suivi la formation des terrasses n'a pas dépassé la moraine terminale de Massignieu et l'on a distingué des moraines internes (*a^{1e}*) qui ont atteint ces parages,

des moraines externes (a^1gl^2), ainsi que des formes glaciaires provenant d'une extension glaciaire plus ancienne, probablement pliocène (a^1gl^1). Ces trois séries de moraines sont surtout différenciées par leur altitude : les plus internes, près de Chambéry, doivent s'élever jusqu'à 320 et 350 mètres ; les externes atteignent entre 500 et 700 mètres, et les plus anciennes, une altitude supérieure. Je doute cependant qu'il soit possible de baser une séparation de ce genre uniquement sur des altitudes déterminées. Les glaciers possédaient forcément une certaine pente et nous devons, par suite, nous attendre à voir leurs limites s'élever dans des régions différentes, à des altitudes également différentes. M. Hollande lui-même fait observer que l'on ne peut invoquer aucun fait pour expliquer l'attribution des dépôts a^1gl^2 et a^1gl^1 à des glaciations différentes. A l'exception de quelques blocs erratiques déposés à de grandes hauteurs, il s'agit peut-être ici, d'après ce que nous avons dit, de formations de l'époque glaciaire würmienne.

La flore et la faune passablement riches de ces alluvions de terrasses concordent avec leur rattachement à l'époque glaciaire würmienne. Toutes les espèces déterminées portent le cachet de l'Europe centrale. Les bouleaux, les saules et les pins observés par Heer dans les lignites de Voglans, toutes les espèces d'*Helix* des dépôts argileux se rencontrent encore aujourd'hui dans l'avant-pays allemand jusqu'à l'altitude de 1000 mètres, donc à environ 1300 mètres au-dessous de la limite actuelle des neiges persistantes. La terrasse de la vallée de l'Isère accuse une altitude qui offre précisément la même différence avec celle de la limite des neiges à l'époque glaciaire. Cette dernière, si nous tenons compte du relèvement général de cette limite vers l'intérieur de la chaîne, peut être estimée à environ 1500 à 1600 mètres aux environs de Chambéry. Par contre, il manque dans ces dépôts toutes les espèces méditerranéennes, qui apparaissent aujourd'hui à un degré de latitude plus au Sud, dans la vallée de la Durance. Or on devrait s'attendre à les rencontrer, si le dépôt était rigoureusement interglaciaire.

Il a été qualifié comme tel par MM. Kilian, Depéret et Hollande, mais ces auteurs donnent évidemment au terme interglaciaire une compréhension plus large que nous ne le faisons ici et n'entendent indiquer par là que le fait d'une intercalation d'alluvions de terrasses entre des moraines. Autrefois ces dépôts étaient considérés comme préglaciaires ; c'était l'opinion de Ch. Lory (p. 649) et Pillet. M. Delebecque les a comparés au *Deckenschotter* (*Comptes rendus des Collaborateurs*, 1899, p. 107).

TUF CALCAIRE INTERGLACIAIRE.

En nous plaçant à un autre point de vue que celui qui a guidé notre étude des couches interstadias de la vallée de l'Isère, nous

examinerons maintenant une formation de tufs calcaires qui, dans l'intérieur de la chaîne, se montre recouverte de moraines, mais qui, plus avant, a fourni une flore d'un climat plus doux que celui qui règne actuellement aux alentours. Cette formation apparaît dans la vallée de l'Arvan qui débouche dans la vallée de l'Arc, près de Saint-Jean-de-Maurienne, au point où il reçoit son affluent l'Arvellaz. M. Kilian indique, près du village d'Entraigues, à environ 1200 mètres d'altitude, sur la feuille de Saint-Jean-de-Maurienne, des tufs calcaires sous une couverture de moraine ; il leur attribue un âge interglaciaire.

Je dois à mon ami, M. W. Kilian, communication de la flore de ce tuf, étudiée en détail par M. Fliche. Elle comprend les espèces suivantes : *Acer pseudo-platanus* L., *A. platanoides* L., *Mespilus germanica* L., *Crataegus oxyacantha* L., *Sorbus aria* (L.) Crantz, *S. aucuparia* L., *S. torminalis* (L.) Crantz (?), *Hedera helix* L., *Viburnum lantana* L., *Corylus avellana* L., *Carpinus betulus* L., *Alnus incana* D. C., *Betula alba* L., *Salix amygdalina* L., *S. cinerea* L., *Populus tremula* L., *Abies pectinata* D. C., *Pinus montana* Mill. Il s'agit principalement d'espèces qui, encore aujourd'hui, poussent dans les montagnes à la même altitude, à l'exception de *Mespilus germanica* et de *Carpinus betulus* qui ne montent plus jusqu'à 1200 mètres ; ces derniers indiquent la présence d'un élément méridional dans la flore et caractérisent un climat plus doux. Mais les moraines superficielles qui recouvrent le tuf supposent une dépression considérable de la limite des neiges ; car si aujourd'hui encore il y a des glaciers dans les montagnes qui encadrent la vallée de l'Arvan, la surface de la région supérieure à 2000 mètres est cependant plus restreinte que celle des vallées creusées au-dessous de cette altitude, et un abaissement de la limite des neiges à moins de 2100 mètres suffirait pour remplir de glace la vallée jusqu'à Entraigues. Ceci indiquerait une dépression d'au moins 900 mètres par rapport à la situation actuelle de la limite des neiges persistantes (3000 mètres) ; il s'ensuit que les moraines superficielles d'Entraigues ne peuvent être plus récentes que le stade de Buhl. Si nous nous rapportons à ce que nous avons dit au sujet de l'âge de l'ancien delta de la colline de Bibert, près de Brannenbourg (p. 149), nous tenons d'autant plus pour exacte l'opinion de M. Kilian sur l'âge interglaciaire du tuf d'Entraigues que la période interglaciaire de Riss-Wurm est la dernière époque à climat doux que nous connaissons avant le stade de Bühl. Sans doute il manque à Entraigues *Rhododendron ponticum* ; mais on ne doit pas s'attendre à trouver cette espèce, qui caractérise si bien la brèche de Hötting, absolument dans tous les dépôts interglaciaires des Alpes, ce *Rhododendron* n'ayant pas dû être répandu dans toutes les régions des chaînes alpines ; nous ne l'avons pas trouvé non plus à Flurlingen. Le caractère général de la flore d'Entraigues, selon l'avis de mon collègue, M. R.-V. Wettstein, auquel je dois des indications plus détaillées sur les limites d'altitudes actuelles des espèces qui composent cette flore, correspond cependant exactement à celui de Hötting, localité située à la même altitude mais à 1 1/2° plus au Nord. Ajoutons que l'on est à Entraigues encore plus rapproché de la ligne de partage des eaux des Alpes qu'à Hötting, car ce point n'est distant que de 23 kilomètres du col de Fréjus, dans le voisinage duquel passe la ligne de partage.

ALLUVIONS DE LA VALLÉE DU RHÔNE.

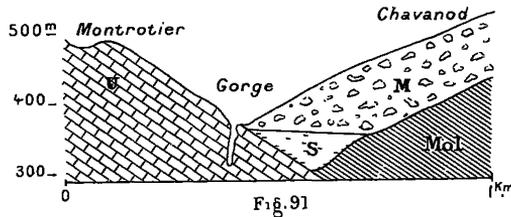
Les alluvions qui supportent les moraines de la vallée du Rhône ne se présentent pas, comme celles de la vallée de l'Isère, sous la forme de terrasses continues. Les alluvions de l'extrémité inférieure du lac de Genève sont interrompues à l'entrée du Rhône dans le Jura ; après cette lacune se montrent celles de Bellegarde situées à une plus grande altitude (p. 561). Des matériaux se sont déposés à une altitude moindre dans la Chautagne, où le surcreusement de la vallée du Rhône se fait de nouveau sentir. Là, près de Motz et d'Anglefort, sont des alluvions du delta du Fier. Nous ne savons pas si ces dernières sont, comme les deltas qui existent plus au Sud, sur le lac du Bourget, recouvertes de moraines. Enfin, on mentionne des couches horizontales d'alluvions sous les moraines du bassin de Belley, sur le versant occidental de la chaîne de l'Épine, près de Billième et près de Virieu-le-Grand, à l'entrée de la vallée morte de Culoz-Ambérieu.

Je n'ai pas visité ces alluvions de la vallée du Rhône décrites par MM. Falsan et Chantre (II, p. 257), M. Douxami (*Bull. Serv. Carte géol.*, XII, n° 81, p. 17. *Comptes rendus des Collaborateurs*, 1897, p. 121) et M. Depéret (*Comptes rendus des Collab.*, 1898, p. 70) ; c'est donc sous toute réserve et seulement sous forme d'hypothèse que je présume que ces alluvions sont plus anciennes que les terrasses d'alluvions de la vallée de l'Isère, car elles sont séparées de ces dernières par des formations de deltas. Peut-être appartiennent-elles à l'époque de la progression glaciaire würmienne. Sur la feuille de Chambéry, les alluvions situées en dehors des moraines de Massignieu sont considérées conformément à l'idée qui vient d'être développée, non comme des formations « interglaciaires », (c'est-à-dire des dépôts interstadias), mais soit comme subordonnées aux « moraines externes », soit comme préglaciaires. Telle est particulièrement l'opinion de M. Depéret sur les alluvions de Virieu-le-Grand ; elle l'a conduit à admettre un cours du Rhône préglaciaire par la vallée morte de Culoz-Ambérieu. Nous n'admettons ce terme de préglaciaire qu'autant qu'il se rapporte à l'époque glaciaire würmienne ; mais par rapport à l'ensemble de la période glaciaire, nos alluvions ne peuvent nullement passer pour préglaciaires, car elles sont situées bien en contre-bas du fond de la vallée préglaciaire.

ALLUVIONS SUR LE FIER. GORGE DU FIER. GORGES ÉPIGÉNÉTIQUES.

Sous les moraines, qui entourent la cuvette terminale du lac d'Anecy, se montrent des alluvions qui se distinguent de celles dont nous

avons parlé jusqu'ici en ce qu'elles n'occupent pas un tronçon de vallée surcreusée, mais se trouvent à côté d'une semblable vallée. Elles passent sous les moraines qui s'étendent comme une couverture sur le Genevois et sont coupées par ces dernières. Il n'est pas impossible, par suite, qu'elles aussi aient été déposées à l'approche de la glaciation würmienne. A l'Ouest d'Annecy, elles remplissent (fig. 91) une



Gorge épigénétique du Fier.

U, Calcaire urgonien; *Mol.*, couches de Mollasse;
S, Alluvions; *M*, Moraines.

ancienne vallée du Fier, courant entre la voûte jurassique de la montagne de La Balme et des couches de Mollasse; après l'époque glaciaire, la rivière n'a plus utilisé cette vallée que par tronçons. En dehors de ces tronçons, la rivière, pour se frayer sa nouvelle voie, n'a pu façonner qu'une gorge étroite, dans le calcaire dur de l'Urgonien, qu'elle a dû ainsi creuser par places. C'est la célèbre gorge du Fier, l'un des plus magnifiques exemples de formation de vallée épigénétique qui existe dans les Alpes. Il n'est pas unique dans la contrée; un peu plus au Sud, nous rencontrons une gorge épigénétique par laquelle le Chéran s'est frayé un passage à travers la chaîne du Semnoz ¹.

GLACIER DE LA VALLÉE DU DRAC.

Pendant les oscillations de la glaciation würmienne, la vallée du Drac devint tributaire de la vallée de l'Isère. Elle lui amenait les eaux du massif du Pelvoux, et son débouché par un seuil de plain-

¹ Cf. Lugeon, *Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques*. Bulletin des Laboratoires de géologie, etc., de l'Université de Lausanne, n° 2, 1901, p. 8.

pied avec la vallée de l'Isère, au Sud de Grenoble, indique que des masses de glace considérables affluaient par cette voie au glacier de l'Isère. Cependant la vallée du Drac ne renfermait pas un grand glacier nettement individualisé. Ce fait peut se déduire de la limite supérieure des matériaux erratiques que Charles Lory marque (feuille de Vizille de la Carte géol. détaillée), sur le flanc gauche de la vallée du Drac, contre le versant oriental du Vercors. De Grenoble, cette limite monte d'abord vers le Sud et atteint son maximum d'altitude à 1334 mètres, non loin du col de l'Arc; elle s'abaisse ensuite de nouveau graduellement et n'a plus qu'environ 1100 mètres près de Clelles. Rien n'indique que, durant l'époque glaciaire würmienne, le glacier du Drac se soit écoulé vers la région de la Durance, par le col important de la Croix-Haute (1167 mètres) qu'emprunte aujourd'hui la voie ferrée de Grenoble à Marseille. Si quelques débris de roches cristallines ont été rencontrés de l'autre côté de ce col, dans la région du Buech supérieur, ils y ont été transportés à une époque glaciaire antérieure (p. 686). La limite supérieure des glaciers de l'époque würmienne n'atteignait donc pas ici les altitudes que franchissait le glacier de l'Isère près de Grenoble. Il existait, sur le versant oriental du Vercors, une « arête glaciaire » semblable à celle que nous avons appris à connaître sur le versant oriental du Jura, de la Souabe et de la Suisse. La partie la plus élevée de cette arête glaciaire se trouvait juste en face du point où la vallée de la Romanche débouche du massif du Pelvoux. Cette vallée apparaît dès lors comme ayant alimenté le glacier de la vallée du Drac qui se réunissait, près de Grenoble, à celui de l'Isère.

SURCREUSEMENT DE LA VALLÉE DE LA ROMANCHE.

Les rapports morphologiques confirment ce que nous venons d'avancer. La vallée du Drac n'est surcreusée que jusqu'au débouché de celle de la Romanche; plus en amont le surcreusement n'existe pas; on rencontre alors de vastes plateaux qui représentent le niveau du fond de la vallée pliocène; le Drac s'y est creusé un lit profond dans une vallée étroite. Au Sud de Saint-Georges-de-Comniers, le chemin de fer s'élève en grands lacets de la vallée surcreusée jusqu'à l'ancien niveau de la vallée pliocène, en évitant ainsi la

coupure escarpée du Drac. Mais, le long de la Romanche, le surcreusement ne se poursuit pas non plus sans interruption ; nous y trouvons une alternance insolite d'élargissements surcreusés et de gorges à parois escarpées. Déjà près de l'embouchure surcreusée de la vallée du Drac, des arêtes courent parallèlement à la direction des couches. Le dernier défilé, que la Romanche traverse tout près de son confluent avec le Drac, porte le caractère d'une arête rompue en amont de laquelle, près de Vizille, s'étend vers le Nord-Est un élargissement encore parallèle à la direction des couches et qui suit la limite du terrain primitif et du Lias ; une ramification de cet élargissement s'étend vers l'amont dans la vallée de la Romanche jusque dans les chaînes cristallines et se rétrécit, près de Séchilienne, pour former le défilé de Livet par lequel notre rivière traverse la portion méridionale de la chaîne de Belledonne. En amont de ce défilé s'ouvre le bassin « en auge » de la vallée de l'Oisans, qui affecte principalement une région de schistes liasiques. La vallée supérieure de la Romanche, qui conduit au col du Lautaret, débouche par des gradins de confluence dans ce bassin alors que la vallée du Vénéon, qui prend naissance au centre du massif du Pelvoux, apparaît comme le véritable prolongement du bassin en U de Bourg-d'Oisans. Cette dernière offre, dans ses ramifications supérieures, les caractères les plus typiques des « vallées en auge ».

Dans la vallée de la Romanche apparaît la corrélation déjà souvent remarquée entre le surcreusement et la nature de la roche encaissante. C'est dans les schistes que ce surcreusement se développe le plus ; il est moindre dans les roches primitives ; cependant son interruption dans le bassin élargi de l'Oisans pourrait être due encore à d'autres circonstances. Près du Bourg-d'Oisans s'ouvre latéralement le passage du col d'Ornon (1330 mètres) qui conduit dans la région de la Bonne ; ce col offrait vraisemblablement aux masses glaciaires de l'Oisans une issue vers le Sud. Il est possible aussi qu'au Nord du Grand-Taillefer, près de Serre-Montgaudi, les glaces se soient écoulées directement dans le bassin de Vizille ; la carte de France montre ici, à l'altitude de 2000 mètres, un groupe de lacs qui n'ont pas été explorés avec soin jusqu'ici et qui laissent présumer un passage de glacier. Si des issues latérales s'offraient aux masses glaciaires de l'Oisans, leur force d'érosion devait naturellement être diminuée d'autant dans la direction de la vallée.

Des moraines se rencontrent çà et là dans les parties surcreusées de la vallée inférieure du Drac et dans la vallée de la Romanche. Le large débouché de la vallée du Drac, immédiatement au Sud de Grenoble, est occupé en partie par des accumulations glaciaires considérables. Nous avons déjà étudié leurs ramifications près d'Eybens, où elles recouvrent des argiles interstadias. Ce sont là probablement les dépôts d'une phase plus récente de l'époque glaciaire würmienne, accumulés dans l'angle formé par les glaciers en voie de recul des vallées de l'Isère et du Drac. A l'extrémité septentrionale du bassin de Vizille, qui est parallèle à la direction des couches, des moraines terminales indiquent que le glacier de la Romanche a dû, pendant un certain temps, remplir encore ce bassin¹. Les alluvions qui sortent de ces moraines s'avancent directement vers l'Isère, par la vallée d'Uriage. Elles sont ici profondément encaissées, en un complexe puissant d'alluvions recouvertes de moraines dont les matériaux, comme l'a montré M. Kilian², proviennent également de l'Oisans et qui renferme de gros blocs à sa base. Cette partie de la terrasse d'alluvions de la vallée de l'Isère est manifestement plus ancienne que nos moraines du bassin de Vizille que, par suite, nous pouvons à peine attribuer encore à l'époque glaciaire würmienne ; elles appartiennent à un stade de la période post-würmienne, probablement au *stade de Bühl*. Autour de Vizille, des alluvions en delta témoignent que, pendant un certain temps, ces moraines ont entouré un lac.

De la partie du bassin de Vizille qui s'étend dans la région cristalline, le glacier de la Romanche, comme l'a également démontré M. Kilian³, a pénétré, vers le Sud, sur le plateau de la Mateysine, qui se prolonge jusqu'à la vallée du Drac, et il a presque atteint ce cours d'eau. Les lacs situés dans la « Dépression des lacs » : le Lac

¹ Cf. P. Lory, *Quelques observations sur le pléistocène de la région grenobloise*. Annal. de l'Univers., de Grenoble, XV, n° 1, 1903.

² *Comptes rendus des Collaborateurs*, 1895, p. 174.

³ *Bull. Carte géol.*, n° 75, XI, 1900, p. 14.

Mort (939 m. d'alt. et 24 m. 50 de prof.), le Grand Lac de Laffrey (911 m. d'alt. et 39 m. 3 de prof.), le Lac de Petit-Chat (930 m. d'alt., 19 m. 2 de prof.), le Lac de Pierre-Châtel (934 m. d'alt. et 11 m. de prof.), sont entourés des moraines frontales de cette branche du glacier de la Romanche, dont la plus méridionale se prolonge par une nappe d'alluvions. Ces moraines frontales sont plus anciennes que celles du bassin de Vizille, qui s'élèvent à peine à 400 mètres d'altitude, car elles supposent un niveau glaciaire d'environ 1100 mètres au point où le glacier de la Romanche atteignait la ramification supérieure de ce bassin. La langue glaciaire correspondante devait se prolonger au loin en dehors du bassin de Vizille et s'étendre jusque dans la vallée de l'Isère par le débouché surcreusé de la vallée du Drac. Mais ici, nous rencontrons les premières moraines terminales de Voiron. Nous synchronisons avec elles — pleinement d'accord sur ce point avec M. P. Lory — les moraines de la Mateysine que, pour ce motif, nous attribuons également à l'époque glaciaire würmienne. Cependant, elles n'appartiennent sûrement pas à la phase maximum de cette glaciation, car la couverture morainique de la Mateysine s'élève beaucoup plus haut qu'elles et montre que, pendant le maximum de la glaciation würmienne, les glaciers des vallées de la Romanche et du Drac se rejoignaient ici à 1300 mètres au moins d'altitude. Le fait que plus tard, lorsque ces deux glaciers cessèrent de se rejoindre, celui de la Romanche recouvrit encore la plus grande partie de la Mateysine, est une nouvelle démonstration de sa prépondérance sur le glacier du Drac.

REMBLAIEMENT DE LA VALLÉE DU DRAC.

Cette prépondérance ressort aussi de ce fait que la vallée du Drac se présente à nous, à côté de la vallée surcreusée de la Romanche, non seulement comme une « vallée suspendue », mais qu'elle renferme les traces d'un remblaiement véritablement grandiose. Ce remblaiement commence immédiatement en amont du confluent de la Romanche ; dans la gorge étroite que le Drac a sciée dans le fond pliocène de la vallée, on rencontre de nombreux restes de terrasses. Dans le Trièves, aux environs de Clelles et de Mens, cet ancien fond pliocène est couvert d'alluvions et de moraines. Mais c'est surtout la

portion de la vallée du Drac comprise entre La Mure et S^t-Bonnet — là où elle sépare le massif du Pelvoux des montagnes du Dévoluy — qui est remplie d'alluvions et de moraines d'une puissance de 300 à 400 mètres, dans lesquelles la rivière s'est creusé une gorge étroite. En approfondissant son lit, elle n'a souvent plus rencontré exactement son ancienne vallée et s'est ouvert un sillon à côté de son *thalweg ancien*. Il existe ainsi de nombreux tronçons épigénétiq^{ues} où la rivière coule entre des parois de rochers escarpés (près de La Mure, entre des parois de schistes noirs du Lias), tandis que dans les tronçons occupés par des alluvions et des moraines, la vallée s'élargit sensiblement par suite du développement de ruisseaux latéraux dont les bassins de réception ont fortement entamé les dépôts de remblaiement et obligent les chemins à de grands détours. Par les temps pluvieux, il se produit de grands glissements et de véritables courants boueux roulent vers la vallée (voir les 2 planches photographiques de l'édition allemande).

Charles Lory (p. 639-646) s'était déjà occupé du remblaiement de la vallée du Drac; des observations plus récentes ont été faites, notamment par MM. Kilian¹, Pierre Lory² et David Martin³, à l'occasion du levé de la Carte géologique détaillée, mais il n'existe encore sur ce sujet que de brèves communications qui ne sont pas suffisantes pour donner une description plus complète de cette région. Je suis d'autant moins en mesure d'en présenter une ici que, par suite du mauvais temps, et bien que conduit par les meilleurs connaisseurs de la région, MM. W. Kilian et Pierre Lory, je n'ai pu jeter qu'un simple coup d'œil sur le développement et la succession des couches aux environs de La Mure. Cette succession débute, selon la règle, par de puissantes alluvions renfermant souvent des blocs à la base. Sur un point, près d'Avignonet, Scipion Gras⁴

¹ *Comptes rendus des Collaborateurs*, 1897, p. 143. *Nouvelles observations, etc.* Bull. Carte géol., XI, n° 75, 1900, p. 14.

² *Comptes rendus des Collaborateurs*, 1897, p. 130; 1898, p. 115; 1899, p. 114; 1901, p. 168. *Histoire de la vallée moyenne du Drac pendant le quaternaire*. Bull. Soc. statist. de l'Isère, 4 avril 1898. *Quelques observations sur le Pléistocène de la région grenobloise*. Annales de l'Université de Grenoble, XV, n° 1, 1903.

³ *Comptes rendus des Collaborateurs*, 1900, p. 114.

⁴ *Bull. Soc. géol.* (2), XVI, 1858-1859, p. 1033.

a cru remarquer des moraines au-dessous de ces alluvions ; mais, d'après Charles Lory (p. 646), il s'agit d'une formation locale de cailloux roulés. De puissantes moraines s'étendent sur les alluvions. Non loin de La Mure, ces moraines sont très limoneuses ; au-dessus succèdent, en alternances variées, des argiles rubanées et des sables fins, mais par places aussi des alluvions ; tout en haut reparaissent des moraines, mais avec la forme de *vallums*. L'ensemble m'a fait l'impression d'un dépôt homogène comparable à celui des alluvions, sables et argiles rubanées, du grand profil de Wasserbourg, sur l'Inn (p. 131), dont la succession rappelle vivement celle des bords du Drac. Mais avec cela, la physionomie du dépôt est essentiellement différente. Les mêmes couches qui, dans la région pluvieuse des Préalpes septentrionales, se présentent en larges pentes, sont ici, non loin de la limite du climat méditerranéen, découpées en colonnes et piliers souvent couronnés de blocs. Ce sont les *cheminées des fées* de La Mure. Sur d'autres points cependant des nappes d'alluvions supérieures couvrent les moraines, par exemple près de Saint-Jean-d'Hérans. M. Kilian croit pouvoir suivre un niveau d'alluvions dans ces moraines et distinguer, en conséquence, deux avancées glaciaires. Dans son dernier travail, M. Pierre Lory déclare, par contre, que l'on ne se trouve en présence que des formations d'un seul cycle glaciaire et fluvio-glaciaire.

DÉMEMBREMENT DU GLACIER DE LA VALLÉE DU DRAC.

Au point de vue morphologique, on distingue dans la région du Drac, d'une part, des couvertures morainiques s'étendant jusqu'au pied du Vercors et, de l'autre, des moraines en *vallum* typiques. Un tel *vallum* s'étend près de La Mure. Il forme la montagne du Calvaire (949 mètres), au Nord de cette petite ville, et la colline située à l'Ouest de Saint-Sébastien, sur la rive gauche du Drac. Sur le côté interne du *vallum* s'ouvrent les mines de La Mure, et du côté externe, la plaine d'alluvions de Saint-Jean d'Hérans s'étend en avant de lui comme un cône de transition. D'autres moraines en *vallum* entourent des cuvettes terminales typiques aux débouchés des vallées venant du massif du Pelvoux. Nous en rencontrons une dans la vallée supérieure du Drac (Champsaur) ; une deuxième cuvette

terminale s'étend dans la vallée inférieure de la Séveraisse (Valgodemar) et se prolonge jusque dans la vallée du Drac. Une troisième se trouve dans la vallée de la Bonne (Valbonnais) ; ses moraines terminales s'étendent jusqu'à l'Est de La Mure. De ce qui précède, il ressort que le glacier de la vallée du Drac, après s'être étendu lors du maximum de l'époque glaciaire würmienne jusqu'au flanc du Vercors, a fait une halte plus longue, au moment de son recul, non loin de La Mure, là où la vallée du Drac débouche des montagnes ; il s'est disloqué ensuite en trois glaciers bien individualisés qui, pendant un long espace, se terminaient à la sortie des vallées venant du massif du Pelvoux. Nous ne pouvons, d'après les observations actuelles, dire jusqu'à quel point ce stationnement a été accompagné d'avancées momentanées. Si nous cherchons à dater ce stationnement par rapport aux stades distingués précédemment, nous arrivons aux conclusions suivantes : la grande ceinture de moraines de La Mure apparaît comme un pendant des moraines terminales accumulées en face d'elle par la branche du glacier de la Romanche, qui pénétrait dans la Mateysine ; nous la rattachons, par suite, comme cette dernière, à la phase de l'époque glaciaire würmienne qui a succédé à la formation de la terrasse de la vallée de l'Isère. Nous croyons, par contre, que les moraines terminales des grands glaciers de vallées appartiennent au stade de Bühl ; car ces derniers, ainsi qu'il résulte des estimations concordantes effectuées séparément pour chacun d'eux, correspondent à des limites de neige d'environ 2100 mètres et exigent donc une dépression de la limite actuelle des neiges d'à peu près 900 mètres. Or, si le glacier de la vallée du Drac se terminait près de La Mure, alors que le glacier de la Romanche était encore réuni à celui de l'Isère, la portion de la vallée du Drac, située en aval de La Mure, devait être barrée par le glacier de la Romanche. Des alluvions en delta, que le chemin de fer coupe près de Saint-Michel-les-Portes et près de Clelles, à 800 mètres d'altitude, indiquent, en effet, qu'un lac de barrage s'est étendu pendant un certain temps au pied du Vercors. Il s'ensuit que les alluvions qui obstruent la vallée du Drac appartiendraient également à l'époque glaciaire würmienne.

Si l'on voulait arriver à une détermination plus rigoureuse de leur âge, il serait important d'examiner si toutes les alluvions, qui se montrent à la base des moraines de la vallée du Drac, appartiennent ou non à un niveau unique.

Dans le premier cas, comme ces alluvions s'étendent très avant dans la région des moraines terminales de La Mure, elles devraient être placées dans la période de progression de la glaciation würmienne, et elles seraient alors plus anciennes que les terrasses d'alluvions de la vallée de l'Isère. Nous aurions à assimiler à ces dernières les alluvions supérieures (D) qui, d'après M. Kilian, passent sous les moraines terminales de La Mure et ont leur origine dans les moraines terminales du glacier de la Romanche étalé dans la Maletsine. Seule l'étude détaillée des matériaux qui obstruent la vallée du Drac permettra d'éclaircir la question.

FAIBLE DÉVELOPPEMENT DU GLACIER DE LA VALLÉE DU DRAC.

Le développement du glacier de la vallée du Drac, depuis l'époque glaciaire würmienne, offre beaucoup de ressemblances avec celui du glacier de la vallée de l'Inn. Nous ne voyons, comme dans ce dernier, des affluents importants que sur un seul des côtés de la vallée, l'autre côté jouant plutôt le rôle de barrage ; la glace se divise dans les deux cas en une série de courants de glace qui s'étalent dans les vallées latérales. Seulement dans la région de l'Inn ce phénomène ne s'est produit que pendant le stade de *Gschnitz*, alors que dans la région du Drac il s'effectua déjà pendant le stade de *Bühl* : le remblaiement de la vallée du Drac se place de même à l'époque glaciaire würmienne, tandis que dans la vallée de l'Inn il se produit à la période post-würmienne. Le développement glaciaire de la région du Drac, depuis l'époque würmienne, a donc toujours été *en avance d'un stade* sur celui de la vallée de l'Inn. Cela tient à ce que le glacier de la vallée du Drac n'a jamais atteint un développement comparable à celui du glacier de l'Inn ; alors que ce dernier s'écoulait dans les Alpes calcaires septentrionales, le premier n'arrivait pas à franchir les cols du Vercors et pénétrait seulement dans les vallées du Dévoluy. Tandis que le glacier de l'Inn remplissait, jusque par dessus les bords, sa grande et profonde vallée longitudinale et écartait ses voisins, le glacier du Drac s'étendait au loin sur un large plateau, entre la zone alpine et la zone subalpine, et ses deux puissants voisins, le glacier de la Romanche au Nord et le glacier de la Durance au Sud, lui barraient le passage. Le premier refoulait le glacier du Drac, en le faisant gonfler et dépasser le niveau de 1300 mètres dans la vallée inférieure du Drac, le dernier, le glacier de la Durance, faisait refluer celui du Drac dans la vallée supérieure

qu'il atteignait, comme nous le verrons, vers la cote 1600 et dans laquelle il pénétrait par-dessus le col Bayard. Le domaine alpin du glacier du Drac, si nous faisons abstraction de celui de la Romanche, est plus restreint que celui de cette dernière et que celui de la Durance, et ce faible développement n'est pas compensé par la hauteur de son cadre montagneux.

Le développement des glaciers dans le Dévoluy a laissé des moraines passablement étendues, que M. P. Lory a marquées sur la feuille de Die de la Carte géologique détaillée. D'après de courtes communications de M. Lory (*Comptes rendus des Collaborateurs*, 1898, p. 115), il s'agit avant tout de *glaciers locaux* qui ont fréquemment été transportés en arrière des blocs cristallins provenant d'une glaciation alpine plus ancienne. D'après les faits mentionnés par M. P. Lory, non seulement pour le bassin du Dévoluy, mais aussi pour la région supérieure du grand Buech (Bochaine) et pour la région du petit Buech, extérieure aux moraines terminales récentes (les Sauvas), il est probable que le massif du Dévoluy a été couvert en partie de glaciers alpins à l'époque glaciaire rissienne. L'extension assez considérable de moraines locales dans cette contrée indique, à notre sens, pour l'époque glaciaire würmienne, une limite des neiges beaucoup plus basse que celle à laquelle M. P. Lory a conclu, en se basant sur les cirques de montagne (2000 mètres. Cf. *Les Cirques de montagne*, Revue des Alpes dauphinoises, III, 1901). Nous ne pouvons estimer l'altitude de cette limite à plus de 1700 mètres, car à ce moment de larges vallées, d'une altitude de 1000 à 1200 mètres, et un encadrement montagneux de 2300 mètres de hauteur, étaient dans ce massif remplies par les glaciers locaux. Le débordement du glacier de la Durance dans la vallée supérieure du Drac n'a eu lieu, comme nous le verrons plus tard, que pendant l'époque glaciaire würmienne. M. P. Lory déclare expressément (*Comptes rendus des Collaborateurs*, 1901, p. 168) que, dans la vallée supérieure du Drac, les moraines, avec des débris de roches de la Durance, sont recouvertes de moraines locales; cette constatation s'accorde avec notre opinion que ces dernières appartiennent au stade de Bühl.

IV

La faune quaternaire et l'homme paléolithique dans la région rhodanienne et sur le versant septentrional des Alpes.

Coup d'œil sur la classification du quaternaire rhodanien. — Répartition des découvertes paléolithiques. — Découvertes du Paléolithique récent : époque du Renne pur et époque du Cerf. — Époque du Mammouth. — Découvertes du Paléolithique ancien associé à la faune arctico-alpine. — Découvertes du Paléolithique ancien associé à une faune interglaciaire. — Solutre. — Age des couches de Solutré. — Age de la faune arctico-alpine récente. — Rapports entre le Löss et la période glaciaire. — Subdivisions de la faune arctico-alpine récente. — Faune arctico-alpine ancienne. Récapitulation des faunes.

COUP D'ŒIL SUR LA CLASSIFICATION DU QUATERNAIRE RHODANIEN.

Le développement des dépôts glaciaires se montre uniforme sur tout le versant septentrional des Alpes. Les dépôts de la région glaciaire du Rhône sont disposés de la même manière que ceux du versant septentrional des Alpes orientales et de la Suisse. L'hypothèse que nous exprimions en 1888¹, et d'après laquelle on devait dans le bassin du Rhône pouvoir distinguer des moraines *anciennes* et des moraines *récentes*, s'est trouvée confirmée. La classification des alluvions lyonnaises, établie par les géologues français, avait déjà conduit à distinguer des alluvions de Basses terrasses, de Hautes terrasses et

¹ Cf. *Revue d'Anthropologie* (3), III, 1888, p. 386.

des alluvions des plateaux analogues à notre *Deckenschotter* : et en aval de Lyon, nous avons pu reconnaître, dans la vallée du Rhône, toute notre série d'alluvions fluvio-glaciaires. Le *Læss* apparaît autour de Lyon comme dans la région de la Salzach, et s'intercale entre des moraines ; son extension limitée démontre ici aussi son indépendance par rapport aux formations glaciaires et fluvio-glaciaires proprement dites. Le *Læss* est également ici interglaciaire. Des couches puissantes d'alluvions, reliées à des moraines récentes, indiquent une grande oscillation du glaciaire pendant la phase maximum de l'époque würmienne.

Mais à côté de ces analogies, en partie très frappantes, il ne manque pas de particularités. Le glacier du Rhône, près de Lyon, étant venu se placer transversalement devant le prolongement du grand géosynclinal, en voie de formation, du bassin de la Saône, il est résulté de ce fait un développement de formations de remblaiement toutes spéciales ; nous y rencontrons ensuite des dépôts d'une époque interglaciaire qui, ailleurs, correspond à une époque de creusement progressif des vallées. Une étude détaillée des dépôts propres à cette contrée, par rapport à la marche des événements près de Lyon, pourrait encore fournir bien des éclaircissements sur l'histoire de la période glaciaire. Enfin, la circonstance que les glaciers de la région rhodanienne, particulièrement celui de l'Isère, se sont étendus moins loin en avant des Alpes que ne l'ont fait la plupart de ceux du versant septentrional de la chaîne, explique pourquoi l'oscillation de Laufen qui, sur ce dernier versant, s'est déroulée dans l'avant-pays, est restée ici confinée dans les vallées, et l'on comprend pourquoi nous rencontrons dans la vallée de l'Isère le même développement des couches que celui qui, dans la vallée de l'Inn, s'est formé à une époque beaucoup plus tardive.

Nous basant sur la division adoptée pour les alluvions et les moraines de la région rhodanienne, nous devons conclure au retour des *quatre glaciations* que nous avons pu distinguer sur le versant septentrional des Alpes orientales et en Suisse. Cette idée de la récurrence des glaciations est aujourd'hui moins étrangère qu'autrefois aux géologues qui ont étudié les environs de Lyon et la vallée de l'Isère. Alors que MM. Falsan et Chantre ne parlaient que d'une seule et grande glaciation et n'essayaient même pas de subdiviser les « alluvions anciennes » et les moraines, les recherches concordantes de

MM. Delafond et Depéret aux environs de Lyon ont conduit ces deux savants à distinguer les dépôts désignés comme glaciaires et interglaciaires, expressions que nous rencontrons maintenant également dans les écrits de M. Chantre et de M. Arcelin. Cependant les géologues que nous venons de nommer ne désignent par l'expression de « interglaciaire » qu'une courte phase et non pas une époque prolongée de la période glaciaire ; ils ne se représentent le retrait subi par le glacier pendant cette phase interglaciaire, qui répond à notre époque interglaciaire de Riss-Würm, que comme un recul peu accentué qui ne serait pas remonté en amont de la ligne du Jura. En présence du peu de développement qu'offrent les dépôts interglaciaires dans les régions intérieures du domaine du glacier rhodanien, une telle conception est parfaitement compréhensible ; mais elle n'est plus soutenable dès que nous jetons un regard sur les constatations faites dans d'autres régions. par exemple dans le Nord des Alpes orientales et en Suisse. Il est vrai que, sans doute lorsqu'il fut reconnu que des terrasses d'alluvions s'intercalaient entre deux dépôts morainiques, les observateurs qui s'occupaient des formations quaternaires dans la vallée de l'Isère se sont, à différentes reprises, servi du terme « *interglaciaire* » pour désigner ces dépôts ; mais cela précisément dans des cas où la conception qu'il ne s'agirait que d'une phase peu prolongée peut se justifier. Nous avons pu montrer, en effet, que la terrasse de l'Isère, par exemple, est un dépôt interstadiaire d'un âge beaucoup moins ancien que les dépôts interglaciaires des environs de Lyon, et nous avons été conduits à ne considérer comme réellement interglaciaire qu'un seul dépôt du bassin de l'Isère, à savoir le tuf calcaire d'Entraigues.

Nous énumérons, dans le tableau ci-après, les divisions que nous avons établies dans les formations quaternaires rhodaniennes en regard des classifications les plus récentes de nos collègues français. Ce tableau permet de reconnaître une réelle concordance en ce qui concerne la distinction de certains horizons et de fréquentes coïncidences chronologiques ; il montre d'autre part la délimitation différente, suivant les auteurs, des formations quaternaires relativement au Pliocène. Nous faisons ressortir par un trait noir la limite admise dans les conceptions des divers auteurs.

CHRONOLOGIE.	DÉPOTS.	INDICATIONS de la CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE.		MM. DELAFOND et DEPÉRET 1893	M. CHANTRE 1901	M. ARCELIN 1901
		Feuille de Lyon.	Feuille de Chambéry.			
Époque glaciaire de Würm, ou würmienne.	Moraines internes récentes.....	<i>a^{1gl}</i>	<i>a^{1gl2}</i> et <i>a^{1gl3}</i>	Quaternaire supérieur.	Quaternaire supérieur.	Dernière glaciation
	Terrasse de la vallée de l'Isère.....		<i>a^{1b}</i>			
	Moraines externes récentes.....	<i>a^{1gl}</i>	<i>a^{1gl2}</i> et <i>a^{1gl1}</i>			
	Alluvions de Basse terrasse.....		<i>a^{1b}</i>			
Riss-Würm. Période interglaciaire.	Löss.....	A		Quaternaire moyen.	Quaternaire moyen.	II ^{me} Période interglaciaire.
	Terrasse de Villefranche.....					
Époque glaciaire de Riss, ou rissienne.	Moraines anciennes ...	<i>a^{1gl}</i>		Quaternaire inférieur.		II ^{me} Glaciation
	Alluvions de Haute terrasse.....	<i>a^{1a}</i>				
Mindel-Riss. Période interglaciaire.	Argiles et sables de Saint-Cosme(?).....			II. Pliocène supérieur.	Quaternaire inférieur.	I ^{re} Période interglaciaire.
Époque glaciaire de Mindel, ou mindelienne.	Deckenschotter récent.	<i>p¹</i>		I. Pliocène supérieur.		I ^{re} Glaciation
Époque glaciaire de Günz, ou günzienne.	Deckenschotter ancien.	<i>p¹</i>				
Pliocène récent.	Alluvions de quartzites		<i>p¹</i> et <i>P^b</i>			

RÉPARTITION DES DÉCOUVERTES PALÉOLITHIQUES.

Les découvertes paléolithiques, faites à la périphérie de la région glaciaire rhodanienne, sont plus riches qu'en d'autres points du pourtour des Alpes. Nous avons déjà mentionné celles qui ont été faites dans les dépôts glaciaires et interglaciaires; il reste à parler des stations beaucoup plus nombreuses rencontrées isolément, c'est-à-dire les découvertes faites dans les grottes de la région du Jura et des montagnes calcaires du Mâconnais et du Beaujolais, ainsi que les nombreuses trouvailles isolées. Il existe là-dessus une bibliographie riche et étendue, souvent difficile à réunir, mais qui heureusement a donné lieu à plusieurs monographies d'ensemble. Ces dernières permettent de s'orienter dans une certaine mesure et sont d'autant plus importantes qu'elles fixent d'une façon compétente la position archéologique des découvertes isolées. Nous placerons en première ligne l'ouvrage plusieurs fois cité de M. E. Chantre sur l'homme quaternaire dans le bassin du Rhône. Nous utilisons en même temps le mémoire un peu moins récent de M. Claudius Savoye sur le Beaujolais¹. Pour les régions septentrionales limitrophes, nous possédons les notices de M. Maurice Piroutet² et de G. de Mortillet³. J'ai essayé de montrer ailleurs⁴ à quelles conclusions conduisent, au point de vue de l'archéologie préhistorique, ces découvertes ajoutées à celles du versant septentrional des Alpes. Il reste à ajouter ici jusqu'à quel point elles complètent l'histoire de la période glaciaire.

¹ *Le Beaujolais préhistorique*. Lyon, 1898, in Bull. Soc. d'Anthrop. de Lyon, XVII, 2, 1898.

² *Coup d'œil sommaire sur le Préhistorique en Franche-Comté*. L'Anthropologie, XIV, 1903, p. 437.

³ *Le Préhistorique en Suisse*. Revue mensuelle de l'École d'anthropologie, VIII, 1898, p. 137.

⁴ *Die alpinen Eiszeitbildungen und der prähistorische Mensch*. Archiv f. Anthropologie, N. F. I., 1903, p. 78.

DÉCOUVERTES PALÉOLITHIQUES A LA LISIÈRE DES GLACIERS HELVÉTIQUE
ET RHODANIEN.

	CHELLEËN.	ACHEULÉEN.	MOUSTÉRIEN.	SOLUTRÉEN.	MAGDALÉNIEN.	TOURASSIEN.	
A. — Mâconnais, Beaujolais.							
<i>Mont-d'Or, Ardèche.</i>							
Rully	St.	—	—	+	—	—	Chantre, p. 116.
Germolles.....	St.	+	—	+	—	—	— p. 34 117.
Charbonnières et envi- rons.....	Ind.	+	+	+	—	+	— p. 36.
Vergisson.....	St. Os.	—	—	+	—	—	— p. 116.
Solutré.....	St. Os.	—	—	+	+	—	— p. 143.
Bessay.....	Ind.	—	—	—	+	—	Savoie, p. 61.
Corcelles.....	Ind.	+	—	+	—	—	— p. 28 53.
Odenas.....	Ind.	+	—	+	—	—	— p. 32 45.
Néty.....	Ind.	+	—	+	—	—	— p. 27-54.
Milly.....	Ind.	—	—	+	—	—	— p. 54.
Alix.....	Ind.	—	+	+	+	—	— p. 58.
Soyons.....	St.	—	—	+	—	—	Chantre, p. 117.
B. — Jura.							
Liesberg.....	St.	—	—	—	+	—	Brückner, p. 638.
Grellingen.....	St.	—	—	—	+	—	— p. 638.
Büsserach.....	St.	—	—	—	+	—	— p. 638.
Bellerive.....	St.	—	—	—	—	+	— p. 638.
Chaux-les-Ports.....	St.	—	—	—	+	—	Piroutet, p. 439.
Farincourt.....	St.	—	—	—	+	—	— p. 439.
Gonvillars.....	St.	—	—	—	+	—	— p. 439.
Rochedane, près Pont- de-Roide.....	St.	—	—	—	+	+	— p. 439.
Chataillon, près Vou- jeaucourt.....	St.	—	—	—	—	+	— p. 439.
Gondenans-les-Moulins..	St.	—	—	+	—	—	Chantre, p. 93.
Mesnay, près d'Arbois..	St.	—	—	—	+	—	Piroutet, p. 440.
Balme d'Epy.....	St.	—	—	—	—	+	— p. 440.
Arlay.....	St.	—	—	—	—	+	Chantre, p. 166.
Villereversure.....	St.	—	—	+	—	—	— p. 99.
Meyriat et Noblens....	Ind.	—	—	+	—	—	— p. 123.
Hautecour.....	Ind.	+	—	—	—	—	— p. 35.
Chateauxvieux-s/-Suran..	St.	—	—	—	+	—	— p. 159.
La Balme.....	St.	—	—	—	+	—	— p. 161.
Brotel.....	St. Os.	—	—	—	—	+	— p. 164.
Béthanas.....	St. Os.	—	—	—	—	+	— p. 161.
Les Hoteaux.....	St. Os.	—	—	—	+	+	Ch. p. 704.
Bonne Femme.....	St.	—	—	—	—	+	— p. 705.
Sous Sac.....	St.	—	—	—	—	+	— p. 706.
Veyrier.....	St.	—	—	—	+	—	Bruckner, p. 638.

	CHELLEËN.	ACHEULÉËN.	MOUSTÉRIËN.	SOLUTRÉËN.	MAGDALEËNIËN.	TOURASSIËN.	
<i>C. — Alpes.</i>							
Scé..... St.	—	—	—	—	+	—	Brückner, p. 638.
<i>D. — Pays sub-jurassiens.</i>							
Gray..... Ind.	+	—	—	—	—	—	Piroutet, p. 438.
Chalon-sur-Saône.. Ind. F.	+	—	—	—	—	—	Chantre, p. 32.
La Truchère..... Os.	—	—	—	—	—	—	Cf. ci-av. p. 668.
Villefranche..... Ind. F.	—	—	+	—	—	—	p. 669.
Toussieux..... Os.	—	—	—	—	—	—	p. 673.
Curson..... Ind. F.	+	—	—	—	—	—	p. 658.
<p><i>Ind.</i> = Produits de l'industrie. — <i>Os.</i> = Ossements. — <i>Ind.</i> et <i>F.</i> = Produits de l'industrie et faune quaternaire dans les dépôts de transport. — <i>St.</i> = Découvertes dans des <i>stations</i> habitées, avec produits de l'industrie et faune quaternaire. — <i>St. Os.</i> = Les mêmes découvertes avec, en plus, des ossements humains.</p>							

Nous avons suivi la classification établie par G. de Mortillet et d'ailleurs utilisée par les auteurs cités. Nous avons conservé la dénomination *Tourassien* de G. de Mortillet, malgré les objections élevées contre elle par M. Marcellin Boule (*L'Anthropologie*, VIII, p. 684); elle est pour nous synonyme du *Maz-d'Azilien* de M. Piroutet.

Les découvertes paléolithiques indiquées sur notre carte et dans notre tableau sont, prises individuellement, de valeur inégale. On doit donner une importance spéciale aux stations attestant un long séjour de l'homme, qui nous montrent de nombreux vestiges de son activité et parfois ses propres restes associés à ceux de la faune qui l'entourait. A ces découvertes, nous ajoutons aussi celles des grottes et fentes (Gondenans, Villereversure), qui ne fournissent, il est vrai, pas de preuves de l'existence de stations humaines, mais du moins démontrent la contemporanéité de l'homme et de la faune qui l'accompagne. Moins probantes sont les trouvailles de produits de l'industrie humaine dans les dépôts de transport, notamment dans les alluvions fluviales; car ils sont rarement sur leur emplacement primitif, et s'il paraît souvent vraisemblable qu'ils datent de l'époque du dépôt des alluvions, il se peut aussi que des produits d'industries

plus anciennes soient parvenus dans un dépôt plus récent au moment des multiples remaniements qu'ont subis ces alluvions. La présence de quelques cailloux de quartzites taillés, à Curson, dans un dépôt appartenant au niveau des Basses terrasses (p. 658), et attribués par M. Chantre au Chelléen, ne nous permet donc aucune conclusion relativement à l'âge géologique du Chelléen, même si la découverte nous paraissait moins problématique. Enfin, une signification encore moindre s'attache aux découvertes isolées d'instruments faites à la surface du sol ; car l'idée qu'ils ont été transportés ultérieurement ne peut jamais être complètement écartée. Leur signification archéologique aussi se heurte à de grosses difficultés et, en présence de pièces isolées, les opinions diffèrent à tel point que certaines pièces, dans notre région, sont considérées comme néolithiques par les uns et déclarées paléolithiques par les autres. Aussi n'avons-nous pas comparé sur notre carte toutes les trouvailles isolées qui, dans le Beaujolais notamment, sont extrêmement nombreuses. Ce n'est que pour mémoire que nous indiquons les deux localités où des restes de l'homme ont été trouvés en contact avec des formations quaternaires, quoique nous n'ayons pu nous convaincre qu'à Toussieux et à La Truchère on soit réellement en présence d'ossements humains de l'époque glaciaire.

DÉCOUVERTES DU PALÉOLITHIQUE RÉCENT : ÉPOQUE DU RENNE
ET ÉPOQUE DU CERF.

Un coup d'œil sur notre carte montre que, dans le domaine des glaciers rhodanien et helvétique, les stations paléolithiques s'avancent assez loin dans la région occupée par l'ancienne glaciation. Nous les suivons, en remontant le Rhône, jusqu'à l'extrémité supérieure du lac de Genève ; beaucoup d'entre elles se trouvent dans la région des moraines récentes. Toutes ces stations appartiennent exclusivement à la phase récente de l'âge paléolithique ; l'industrie de la pierre y est celle du Magdalénien, mais les gros pachydermes font défaut. Le caractère quaternaire de la faune est indiqué, en première ligne, par le Renne et, en second lieu, par des espèces de haute montagne, comme le bouquetin. Mais le Renne est graduellement remplacé par le Cerf et, par places, des outils paléolithiques typiques sont associés

à la faune actuelle. Nous avons des stations de l'époque du Renne pure et de l'époque du Cerf. Elles sont toutes plus récentes que la dernière glaciation, et il est facile de se rendre compte qu'entre cette dernière et l'arrivée de l'homme, il s'est écoulé un laps de temps d'une certaine durée. Ainsi, dans la région rhodanienne comme dans la contrée de Schaffhouse, où la station de Schweizersbild débute avec l'époque du Renne (p. 422), on remarque que l'époque du Renne pure est notablement plus récente que l'époque glaciaire würmienne.

Déjà MM. Falsan et Chantre (II, p. 475) ont placé le Magdalénien du bassin rhodanien à la fin du Quaternaire. Ils se sont appuyés pour cela sur les découvertes des grottes de Scé, Veyrier, la Balme, Brotel et Béthenas. Depuis, MM. Tournier et Guillon ont exploré les grottes des Hoteaux et de la Bonne-Femme, ainsi que les matériaux de l'abri de Sous-Sac (*Les hommes préhistoriques de l'Ain*, Bourg, 1895. *Les abris de Sous-Sac et les Grottes de l'Ain à l'époque néolithique*, Bourg, 1903), et fixé exactement une succession de couches que nous allons résumer brièvement.

La grotte des Hoteaux se trouve dans la vallée de Culoz-Ambérieu, à un kilomètre au Nord-Ouest de Rossillon (feuille de Chambéry au 1/80.000). Elle s'ouvre, à 350 mètres d'altitude, sur le flanc septentrional de la vallée, à une certaine hauteur au dessus du thalweg; les découvertes ont été faites, non à l'intérieur, mais sur une terrasse à l'entrée de la grotte. De haut en bas, MM. Tournier et Guillon indiquent les couches suivantes :

A la base, 90 centimètres de Lehm jaune des cavernes montrant deux couches avec traces du séjour de l'homme (Les auteurs écrivent : *foyers*; mais, d'après leur description, cela ne paraît pas être le cas).

90 centimètres de terre sablonneuse, passant par places à un sable calcaire pur, limitée en haut et en bas par des couches à débris d'industrie humaine; montrant à l'intérieur deux autres couches (foyers) semblables.

20 centimètres de Lehm jaune des cavernes avec débris de roches et cailloux roulés alpins.

Les six couches à restes d'industrie humaine, relevées par les explorateurs, ont livré en tout 5.000 silex taillés provenant du Bajocien et du Malm supérieur du voisinage. Ils appartiennent aux formes typiques du Magdalénien qui est aussi représenté par des os travaillés. Les mammifères déterminés par M. Boule comprennent, d'après l'ordre de leur abondance, les espèces suivantes : *Cervus tarandus* L., *Capra ibex* L., *Cervus elaphus* L., *Sus scrofa* L., *Arctomys marmotta* L., *Castor fiber* L., *Lepus timidus* L., *Cervus alces* L. (?), *Hyaena spelaea* Goldf., *Meles taxus* Pall. D'autre part, Milne Edwards a déterminé les restes des oiseaux suivants : *Tetrao tetrix* L., *Tetrao albus* Vieill., *Corvus pica* L., *Stryx athene* (??).

Dans la troisième couche, à la limite du Lehm et de la terre sablonneuse, le Cerf se montre particulièrement abondant et le Renne plus rare; les deux couches supérieures sont plus pauvres en débris.

Dans la couche inférieure, la plus ancienne, a été découvert un squelette humain dont la coloration en rouge et la disposition désordonnée indiquent une seconde inhumation. Les objets funéraires — parmi lesquels un bâton de

commandement — et l'assurance formelle, donnée par les auteurs, que la succession des couches n'était pas dérangée au-dessus de la sépulture, font tomber les doutes que G. de Mortillet, en opposition avec M. d'Acy. avait soulevés au sujet de l'âge paléolithique de cette sépulture (*Bull. Soc. d'Anthropologie*, 1895, p. 388 et 419; cf. aussi G. et A. de Mortillet, *Le Préhistorique*, 3^e éd., 1900, p. 312). M. Boule, dans une note bibliographique parue dans l'*Anthropologie* (VI, 1895, p. 314), déclare que les mesures du squelette, pouvant appartenir à un individu d'environ 16 ans, indiquent une taille de 135 centimètres. Nous nous trouvons donc ici, comme à Schweizersbild, en présence d'un représentant d'une race de nains, avec cette différence qu'ici la sépulture appartient encore à l'époque du Renne, alors que les sépultures de Schweizersbild sont attribuées à l'époque cervidienne. Mais, dans les deux cas, le passage d'une époque à l'autre se manifeste graduellement, sans modification de l'industrie lithique, et ceci nous détermine à les considérer toutes deux comme paléolithiques.

M. Nuesch rattache au Néolithique ancien la couche grise de Schweizersbild, contenant la faune de cervidés, ainsi que les sépultures qu'elle renferme, et dans son travail nouvellement paru : *Der Dachsenbühl, eine Hohle aus frühneolithischer Zeit bei Herblingen, Kanton Schaffhausen* (Neue Denkschriften d. allgem. schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturw., XXXIX, 1903), il attribue à la même époque les sépultures voisines du Dachsenbühl, bien qu'il fasse ressortir que, pas plus ici que là, aucun instrument en pierre polie, aucune hache en pierre, aucun débris de poterie, ni aucun objet en bronze ne se sont rencontrés dans les tombeaux. Les débris de poterie et des restes relativement très récents d'animaux domestiques du Dachsenbühl ont été rencontrés en dehors des sépultures. Je suis d'autant plus disposé à soutenir l'âge paléolithique récent des sépultures et des couches grises non remaniées de Schweizersbild, que leur âge néolithique ne peut être établi par aucune découverte spécifique d'instruments en pierre polie ou de restes de poterie; il me répugne en effet de désigner comme néolithiques des dépôts dont les instruments en pierre appartiennent exclusivement aux formes paléolithiques. M. Hoernes a fait valoir, contre mon attribution de l'époque cervidienne de Schweizersbild au Tourassien de G. de Mortillet, l'absence, dans cette dernière station, des types caractéristiques de cet étage (identifié par lui avec l'Azilien de Piette), c'est-à-dire des harpons en bois de cerf, des cailloux peints et de l'inhumation à deux degrés avec coloration en rouge des ossements, telle que nous l'avons rencontrée dans la grotte des Hoteaux (*Der diluviale Mensch in Europa*. Braunschweig, 1903, p. 121). Je pourrais rappeler que G. de Mortillet lui-même n'a pas été arrêté par l'absence de ces types lorsqu'il a placé dans le Tourassien les découvertes de Bellerive, sur la Birs (*Le Préhistorique suisse*, revue mensuelle de l'école d'anthropologie, VIII, 1898, p. 138 et 150). M. Pirouet, également, attribue au Tourassien, par conséquent au Mas-d'Azilien, des gisements où les harpons ne jouent aucun rôle particulier.

Les fouilles de MM. Tournier et Guillon dans la grotte de la Bonne-Femme, non loin de Cordon, sur le Rhône, les ont mis en présence de deux couches étendues de l'époque magdalénienne, recouvertes de Lehm tuffeux des cavernes mélangé de pierres. Au-dessous, on a rencontré un cailloutis imprégné d'argile rouge dans lequel, à 1 m. 50 de profondeur, au niveau des moraines voisines du glacier du Rhône, se rencontrent des blocs alpins. Ce cailloutis, imprégné de l'argile rouge qui remplit si souvent les fissures du Jura, est sans doute un Lehm bréchiforme des cavernes; il indique qu'un certain laps de temps s'est

écoulé entre le recul de la glaciation würmienne et l'apparition de la civilisation de l'époque du Renne. Comme tous les os sont décomposés, cette civilisation est uniquement représentée par les produits bien connus de l'industrie du silex ; ils sont accompagnés des mammifères suivants, exclusivement représentés par des dents : *Capra ibex* L., *Cervus alces* L. (?), *Arctomys marmotta* L., *Cervus elaphus* L., *Hyaena spelaea* Goldf., *Cervus tarandus* L., *Equus* (petite espèce), *Ursus* sp.

ÉPOQUE DU MAMMOUTH.

L'espace de temps, qui a séparé la phase maximum de l'époque glaciaire würmienne de celle des stations de l'époque du Renne et qui nous apparaît dans les grottes des Hoteaux et de la Bonne-Femme, de même qu'à Schweizersbild (p. 423), est sans doute représenté, en partie du moins, par les objets trouvés dans les plus anciennes couches de Kesslerloch, près de Thaingen. Nous avons déjà vu que cette station également doit être post-glaciaire. Les nouvelles fouilles de M. Nuesch¹ ont fourni d'assez nombreux restes de Mammouth dont quelques-uns étaient carbonisés et sont évidemment des débris de cuisine. Mais le Mammouth n'est connu à Schweizersbild que par un dessin et il fait complètement défaut dans les stations de la région des glaciers rhodaniens. Son existence en Suisse, à l'époque post-würmienne, est attestée par la découverte du troupeau de Mammouths de Niederweningen². D'autre part, nous savons qu'au Kesslerloch les restes de Rhinocéros ne sont pas précisément rares, alors qu'ils sont très rares à Schweizersbild et font absolument défaut dans la région rhodanienne. Les ouvrages d'art du Kesslerloch, comme l'a montré M. Schœtensack, dénotent également un âge un peu plus ancien. L'industrie lithique du Magdalénien débute donc déjà à l'époque du Mammouth, dans la région rhénane des moraines récentes, lorsque ces gros pachydermes existaient encore en abondance ; elle a sur-

¹ *Das Kesslerloch, eine Höhle aus paläolithischer Zeit. Mit Beiträgen von Ch. Studer et O. Schœtensack.* Neue Denkschr. allgem. schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturw., XXXIX, 2, 1904.

² Découverte d'un troupeau de Mammouths d'au moins cinq individus et d'un fœtus, faite en 1890 près de Niederweningen, à 460 mètres d'altitude, à la frontière occidentale du canton de Zürich, au Nord-Est de Baden (p. 580).

vécu à leur disparition et à l'émigration du Renne vers le Nord. Sa longue durée se manifeste par un changement dans les matériaux employés dans le travail de l'os : au Kesslerloch, c'est encore l'ivoire ; dans les couches inférieures à Schweizersbild, comme aussi à Schussenried, c'est exclusivement le bois de Renne, et, dans les couches supérieures, on voit employer de plus en plus le bois de Cerf. Finalement, nous ne rencontrons plus que le Cerf dans le milieu où vivait l'homme paléolithique et en même temps l'industrie de la pierre domine d'une manière frappante : nous touchons à la limite du Néolithique ou nous sommes déjà dans cette période elle-même.

Ce dernier stade est représenté par l'abri de Sous-Sac que MM. Tournier et Guillon ont fouillé au pied est du col de Richemond, sur la commune de Craz, non loin du Rhône. Ces observateurs ont rencontré là des restes humains et de nombreux instruments en pierre taillée associés à : *Cervus elaphus* L., *Cervus capreolus* L., *Sus scrofa* L., *Meles taxus* L., *Bos* sp., *Capra* sp., *Lutra vulgaris* Erxl., *Mustela foina* Briss., ainsi qu'à des *Unios*, *Limnea stagnalis* L., et à des espèces d'*helix*, ce qui rappelle l'étage coquillier l'Arisien de Piette. Avec cela, les produits de l'industrie de la pierre montrent un déclin visible en regard du Magdalénien et des types nouveaux. Ce n'est que sous réserves que, dans notre tableau, nous plaçons encore cette station dans le Tourassien.

Si l'époque du Mammouth de Kesslerloch est plus ancienne que l'époque du Renne de Schweizersbild, placée par nous dans le stade de Bühl, et si elle est en même temps plus récente que le maximum de l'époque glaciaire würmienne, elle ne peut tomber que dans l'oscillation d'Achen. Cette déduction s'accorde avec le fait que le Mammouth également post-glaciaire de Niederweningen est associé à une plante (*Potamogeton acutifolius* Lk. ¹) qui, actuellement, ne croît que dans les parties basses de l'avant-pays alpin et dans les vallées alpêtres inférieures ; sa présence n'est conciliable, ni avec la limite peu élevée des neiges à l'époque glaciaire würmienne, ni avec celle du stade de Bühl ; mais elle se rapporte à une époque intermédiaire à climat doux. Toutes les constatations s'accordent pour synchroniser l'époque post-glaciaire du Mammouth avec l'oscillation d'Achen. Le Magdalénien remonte donc jusqu'à cette époque.

¹ *Iris Pseudacorus* L., mentionné p. 580, a été reconnu plus tard, ainsi que nous l'apprend M. le prof. Schroeter, comme *Polygonum Bistorta* Tourn. ; cette plante appartient, comme la plupart de Niederweningen, à la flore montane ; l'ensemble de la végétation de Niederweningen concorde très bien, d'après M. Schroeter, avec celle d'Uznach (p. 532).

Rien n'indique que notre époque du Renné et notre époque du Cerf aient été suivies d'une nouvelle glaciation, comme l'admet M. Hoernes (*Der diluviale Mensch in Europa*, Braunschweig, 1904, p. 9) ; il est vrai que plus tard (p. 210), cet auteur qualifie son opinion d'hypothèse et qu'il l'abandonne dans un essai de rapprochement des étages préhistoriques avec nos divisions de la période glaciaire. Remarquons aussi qu'il n'y a guère de motifs pour faire entrer dans la classification établie plus haut une période à climat chaud, comme M. Aug. Schulz en admet deux pour l'époque post-wurmienne, et M. Schulz est obligé de recourir à une série d'hypothèses bien arbitraires pour en intercaler au moins une dans le cours des événements que représente la succession de Schweizersbild (*Die Wandlungen des Klimas, der Flora und der Bevölkerung der Alpen und ihrer Umgebung vom Beginne der letzten Eiszeit bis zur jüngeren Steinzeit. Zeitschrift f. Naturw.*, LXXVII, p. 41). Si des interruptions s'étaient effectuées dans le dépôt, des fissures se seraient produites dans lesquelles seraient tombés des restes d'animaux, etc. Mes visites répétées à Schweizersbild m'ont toujours laissé l'impression d'une formation continue dans laquelle les fouilles de M. Nuesch n'ont révélé que localement des remaniements pratiqués par la main de l'homme. L'examen de la succession n'a pas fourni de preuves des remaniements, ablations, fissures, etc., supposés par M. Schulz. L'association de petits animaux de steppes et d'animaux de toundras, que M. Schulz a cru pouvoir expliquer par une introduction postérieure des premiers dans un dépôt de caractère glaciaire, a été constatée, non seulement à Schweizersbild, mais fréquemment aussi ailleurs, et en dernier lieu à Kesslerloch ; nous ne sommes donc nullement fondés de mettre en doute la contemporanéité des deux faunes.

DÉCOUVERTES DU PALÉOLITHIQUE ANCIEN EN CONTACT AVEC LA FAUNE ARCTICO-ALPINE.

La série des découvertes paléolithiques est beaucoup plus riche en dehors du domaine des anciens glaciers. On ne rencontre pas seulement là des restes se rapportant au Magdalénien et au Tourassien, mais aussi des traces d'étages plus anciens, le Chelléen, l'Acheuléen et le Moustérien qui ont été opposés aux précédents par A. de Mortillet¹ comme Paléolithique ancien. MM. Falsan et Chantre ont remarqué (II, p. 475) que les stations de cet étage sont limitées à la périphérie de l'ancienne glaciation et G. de Mortillet² a fait ressortir qu'elles sont plus anciennes ou tout au plus contemporaines de la plus grande extension glaciaire qui appartient, ainsi que nous avons pu le montrer, à l'époque glaciaire rissienne. De mon côté, j'aperçois dans

¹ G. et A. de Mortillet, *Le Préhistorique*, 3^e éd., 1900, p. 347.

² *Le Préhist.*, 1^{re} éd., 1883, p. 314.

cette localisation une preuve décisive en faveur de l'attribution à des âges différents des étages formant le Paléolithique ancien et le Paléolithique récent ; car si l'on admettait le synchronisme de ces étages, il serait impossible de comprendre pourquoi les hommes magdaléniens auraient suivi les glaciers de l'époque würmienne *dans leur recul* jusqu'au lac de Genève, alors que les hommes moustériens se seraient arrêtés sur le bord des moraines anciennes.

Une grande partie de nos découvertes paléolithiques anciennes sont accompagnées d'une faune de caractère tout à fait semblable à celle que nous avons appelée arctico-alpine (Édit. allemande, p. 424). Il s'y mélange des espèces des hautes régions alpines avec des espèces continentales septentrionales et sub-arctiques, ce qui nous permet de parler d'une faune arctico-alpino-continentale. Cette faune est caractérisée par la Marmotte, le Renne et le Cheval ; elle contient toujours des restes de Mammouth et de Rhinocéros à poils laineux et ne possède que par places un cachet spécial déterminé par la présence abondante de l'Ours des cavernes. Il est difficile et parfois à peine possible de séparer cette faune arctico-alpine de celle du Magdalénien, lorsque les instruments en silex font défaut. Ceux-ci acquièrent par suite une signification géologique toute particulière lorsqu'il s'agit de distinguer ces deux faunes extrêmement semblables. En règle générale, ce sont les outils primitifs du type moustérien qui accompagnent la faune arctico-alpine ancienne ; mais M. E. Chantre fait ressortir (p. 117) que, dans la grotte de Germolles, il s'y mêle aussi des haches amygdaloïdes du type chelléen. Nous n'ajoutons, jusqu'à nouvel ordre, pas d'importance à une séparation rigoureuse des découvertes chelléennes et moustériennes dans notre région et nous nous contenterons de faire observer qu'aucune découverte du Paléolithique ancien, avec faune arctico-alpine, n'a encore été faite dans le domaine des anciens glaciers ; toutes les découvertes se trouvent à l'extérieur des moraines anciennes. Nous considérons, par suite, la faune arctico-alpine du Paléolithique ancien comme synchronique de l'époque glaciaire ris-sienne.

Une station se trouve, il est vrai, tout proche de la limite des moraines anciennes. Ce sont les puits des Balmes de Villereversure exploités par M. l'abbé Béroud (*La Grotte des Balmes. Matériaux pour l'histoire prim.*, 3 s., III, 1886, p. 241). Cette grotte se trouve à l'extrémité sud d'une chaîne secondaire séparant la combe de La Ramasse de la vallée du Suran, près de Villereversure ; dans cette dernière vallée, Benoît a marqué encore des moraines

sur la feuille de Nantua (160) de la Carte géologique détaillée, alors que la moraine terminale de Hautecour, mentionnée page 663, se trouve plus à l'Est. La faune des Balmes est extraordinairement riche. M. Chantre (p. 102) mentionne les espèces suivantes, parmi lesquelles celles marquées d'un astérisque apparaissent aussi dans le Magdalénien de Schweizersbild et de Kesslerloch : * *Canis vulpes* L., *Hyaena crocuta* Ziman., *Ursus spelaeus* Blum., *Meles taxus* Pall., * *Gulo borealis* Briss., * *Felis leo* L., *Felis pardus* L., * *Elephas primigenius* Blum., *Elephas intermedius* Jourd., * *Rhinoceros tichorhinus* Cuv., * *Equus caballus* L., *Sus scrofa* L., * *Cervus elaphus* L., *Cervus megaceros* Hart., * *Cervus tarandus* L., * *Bos primigenius* Boj., *Lepus cuniculus* L., *Lepus vulgaris* L., *Arvicola terrestris* L., * *A. amphibius* L., * *Arctomys marmotta* Schreb., *Talpa* sp., *Aquila* sp., *Pyrrhocorax* sp.

Dans une anfractuosité latérale ont été trouvés des fragments de molaires d'*Elephas meridionalis* qui ne doivent pas être pris en considération en raison de leur isolement. M. Bérout mentionne, dans le dépôt osseux des puits, trois cailloux de quartzite alpin de la grosseur du poing. Si l'on tient compte des idées de M. Brückner sur le transport des matériaux pliocènes alpins à travers le Jura (p. 479), leur origine glaciaire reste encore à démontrer ; ils ne témoignent pas, en tout cas, contre l'ancienneté du dépôt.

Quelques outils moustériens isolés ont été trouvés près de Meyriat et de Noblens, non loin de Villereversure, dans une région de moraines que Benoît a marquées sur la Carte. D'autre part, Arcelin croit, contrairement à M. Chantre, à la réalité de la découverte, faite par Tardy, d'une hache chelléenne près de Hautecour (*La vallée inférieure de la Saône*, 1901, p. 36) (et c'est pourquoi nous avons fait figurer cette station sur notre carte), par conséquent sur la moraine terminale ancienne mentionnée p. 663. Nous nous risquons d'autant moins à tirer des conclusions de telles découvertes isolées que l'on sait que des outils très analogues aux haches chelléennes ont été souvent taillés à l'époque néolithique ancienne.

DÉCOUVERTES DU PALÉOLITHIQUE ANCIEN ASSOCIÉ A UNE FAUNE INTERGLACIAIRE.

Sur un point, nous avons trouvé des produits de l'industrie moustérienne dans un dépôt qui, d'après la disposition des couches, est plus récent que les moraines de l'époque glaciaire rissienne. C'est la terrasse de Villefranche. Nous avons exposé (Édit. allem., p. 669) les raisons pour lesquelles nous la tenons pour interglaciaire et pourquoi nous la plaçons dans la période interglaciaire de Riss-Würm. L'époque moustérienne a, par conséquent, survécu à l'époque glaciaire rissienne et s'est prolongée jusque dans la période chaude interglaciaire qui a immédiatement suivi cette dernière. Nos observations stratigraphiques sont en concordance avec le caractère de la faune de Villefranche. Nous y avons rencontré le même *Rhinoceros Mercki* que nous

avons appris à connaître dans les dépôts interglaciaires de la Suisse, dans le tuf calcaire de Flurlingen (p. 422) et dans les lignites de Dürnten (p. 582). Cette faune s'intercale entre la faune arctico-alpine de l'époque paléolithique ancienne et celle du Paléolithique récent. Il en est de même en Suisse. Les alluvions des Hautes terrasses, aussi bien que celles des Basses terrasses de la Suisse, ont livré les éléments caractéristiques de la faune arctico-alpine, c'est-à-dire le Mammouth, le Rhinocéros à poils laineux et le Renne (p. 465).

Cette constatation vient à l'encontre de l'opinion d'un grand nombre de savants français, d'après laquelle la faune du Mammouth et du Renne serait toujours plus récente que celle d'*Elephas antiquus* et *Rhinoceros Mercki*. Cette opinion forme la base du système de G. de Mortillet (*Le Préhistorique*, 1^{re} éd., 1883, p. 195 et 203). Ce savant considère ces deux espèces comme caractéristiques du Chelléen et les place avec celui-ci dans l'époque préglaciaire; par conséquent il relègue dans le Préglaciaire toutes les formations interglaciaires contenant les pachydermes précités. M. Marcellin Boule s'est élevé contre ce système: il a montré que le Chelléen de G. de Mortillet appartient à une époque interglaciaire (*Essai de paléontologie stratigraphique de l'homme*, Revue d'Anthrop. (3), III, 1888, p. 129). Mais lui aussi s'en est tenu à la succession admise des deux faunes: il réunit tous les dépôts à faune arctico-alpine dans son Quaternaire supérieur et met ainsi en parallèle le Moustérien avec la dernière glaciation, notre époque wurmienne, tandis qu'il classe les dépôts à *Elephas antiquus* et *Rhinoceros Mercki* dans son Quaternaire moyen, entre les deux dernières des trois périodes glaciaires admises par lui. La plus récente des classifications de l'industrie paléolithique, celle de M. A. Rutot dans son *Préhistorique de l'Europe centrale. Coup d'œil sur l'état des connaissances relatives aux industries de la pierre*, etc. (Compte rendu du Congrès d'archéol. et d'hist. Dinan, 1903; Namur, 1904) place encore au commencement du Quaternaire la faune avec *Elephas antiquus*. Je ne considère pas l'*Elephas antiquus*, pas plus que le Mammouth, comme les représentants d'une époque déterminée, mais comme caractérisant un climat interglaciaire spécial; or, de même que la faune arctico-alpine à Mammouth s'est répandue à différentes reprises le long du pied septentrional des Alpes pendant les époques glaciaires, il a dû se produire un phénomène analogue, pendant les périodes interglaciaires, pour l'*Elephas antiquus* et son compagnon, le *Rhinoceros Mercki*. Je ne tiens nullement pour exclue la possibilité que la faune à *Elephas antiquus* puisse se trouver également dans le niveau auquel elle a été habituellement attribuée jusqu'ici; mais elle n'a pas encore été signalée dans cet horizon sur le pourtour des Alpes.

SOLUTRÉ.

Il nous reste à examiner de plus près une des nombreuses stations préhistoriques du bassin rhodanien situées en dehors de la région d'extension des glaciers. C'est celle de Solutré, d'après laquelle G. de

Mortillet a dénommé une de ses époques paléolithiques. Nous avons affaire ici à une formation d'éboulis d'environ 350 mètres d'altitude, s'étalant au pied d'un escarpement oolithique qui, à 8 kil. 500 à l'Ouest de Mâcon, s'élève sur le revers du Plateau central, à l'altitude de près de 500 mètres. En un point, une couche assez puissante d'ossements de Chevaux est intercalée dans ces éboulis ; ces ossements sont tellement nombreux que l'emplacement a reçu le nom de Crot-du Charnier. C'est ici qu'Arcelin a commencé ses fouilles en 1866. Encadrés par ce dépôt d'ossements, qui forme une sorte de berceau, de nombreux foyers, qui ont été attribués à l'époque du Renne, apparaissent dans l'éboulis. Ces foyers ont été fouillés par de Ferry, peu de temps après le début des travaux d'Arcelin. Grâce aux efforts de Ducrost et Arcelin, la disposition respective des deux couches a été clairement établie. La couche à ossements de Chevaux supporte *en discordance* la couche qui renferme les foyers de « l'époque du Renne » ; la première contient des silex taillés attribués au Moustérien. Mais à côté apparaissent aussi des os travaillés. La couche de « l'époque du Renne » renferme les types habituels en pierre et en os du Magdalénien ; cependant parmi les instruments en pierre apparaissent en grand nombre les types *solutréens* de G. de Mortillet, comme l'indiquent nettement les figures publiées par Ferry. On rencontre aussi des sculptures. Enfin, dans les parties les plus superficielles¹, les nouvelles fouilles de MM. Guillon et Capitan ont mis en évidence du véritable Magdalénien.

Ce n'est que progressivement que des recherches poursuivies durant de longues années ont permis de retracer le tableau que nous venons d'esquisser. Les ouvrages les plus anciens : de Ferry et Arcelin, *L'âge du Renne en Mâconnais* (Transact. III. intern. congress of prehist. arch. 1868. London, 1869, p. 319) ; Ferry, *Le Mâconnais préhistorique*, Paris, 1870 ; ainsi que Ducrost et Lortet, *Étude sur la station préhistorique de Solutré* (Arch. du Muséum de Lyon, I, 1876, 1), ont surtout traité les matériaux archéologiques de « l'âge du Renne ». La succession n'a été établie que plus tard, par les fouilles de Ducrost et Arcelin : *La stratigraphie de l'éboulis de Solutré* (Matériaux pour l'hist. prim. et nat. de l'homme, 2 s., VII. 1876, p. 496) et Arcelin seul : *Les nouvelles fouilles de Solutré* (L'Anthropologie, I, 1890, p. 295). Dans ces fouilles, les restes d'animaux et les objets travaillés des différentes couches ont été exactement séparés ; mais les produits de l'industrie sont simplement décrits et non figurés, ce qui rend difficile le contrôle de la

¹ *Revue de l'École d'anthropologie*, IX, 1899, p. 23.

classification archéologique. La synthèse critique de M. Reinach (*Antiquités nationales*, I, Paris, 1889, p. 196) n'a pu utiliser les fouilles plus récentes d'Arcelin et Ducrost; mais même l'ouvrage de M. Chantre (p. 143), influencé par mes déductions de l'*Archiv für Anthropologie* (nouv. série I 2, 1903, p. 86), n'entre dans aucun détail à ce sujet. En considération de l'importance de ce gisement, nous donnons ici la succession qui a été observée d'après les travaux susmentionnés d'Arcelin et Ducrost.

Au Crot-du-Charnier, nous rencontrons de haut en bas :

E) Éboulis superficiel.

D) Zone des foyers de « l'âge du Renne », avec de nombreux restes d'animaux et des instruments paléolithiques.

C) Éboulis moyen rubescent, avec très peu d'ossements et de produits de l'industrie, d'une puissance, par places, de 2 mètres, et manquant par endroits, de sorte que D suit alors immédiatement B.

B) Couche à ossements de Chevaux d'une épaisseur de 0 m. 50 à 2 m. 30, avec des silex travaillés.

A) Éboulis de base rubescent, avec des raies de cendres et des instruments en silex d'un type très primitif, d'une épaisseur de 3 à 4 mètres.

Dans l'éboulis superficiel se trouvent de nombreuses sépultures s'enfonçant jusque dans la couche D. Quelques-unes sont certainement néolithiques et récentes; d'autres sont attribuées au niveau D par Ducrost et Arcelin. Une vive discussion s'est élevée à ce sujet. G. de Mortillet conteste absolument l'attribution des sépultures à un niveau paléolithique (*Les Sépultures de Solutré*, Bull. Soc. d'Anthrop. de Lyon, VII, 1888, p. 76. — G. et A. de Mortillet, *Le Préhistorique*, 3^e éd., 1900, p. 307). M. Cartailhac tient cette attribution pour possible, mais ne pouvant être démontrée (*La France préhistorique*, Paris, 1889, p. 97). M. Chantre (p. 153) croit qu'une douzaine environ, parmi ces sépultures, sont paléolithiques, tandis qu'Arcelin en tient 42 pour telles.

Aux alentours du dépôt d'ossements, qui couvre environ 3 à 4.000 mètres carrés, on rencontre, jusqu'à la base des éboulis, des foyers isolés (B') qui se distinguent par un nombre extraordinaire de restes du Cheval. Leurs rapports stratigraphiques avec le dépôt du Crot-du-Charnier ne sont pas nettement établis. Mais, d'après la faune et les produits de l'industrie qu'ils renferment, ils concordent à la couche à ossements de Chevaux B qui, sans doute, représente les déchets de ces foyers. D'autre part, Arcelin pense qu'il est possible que les raies de cendres en A aient été entraînées par l'eau hors des foyers situés au-dessus. Nous tenons par suite A, B et B' pour un seul ensemble.

Les restes archéologiques dans les éboulis de base sont pauvres et ne consistent qu'en de petits éclats de silex. Par contre, ils sont nombreux dans les foyers B' de l'époque du Cheval; on y trouve des types moustériens comme dans la couche à ossements de Chevaux: pointes, grattoirs, disques et racloirs, nucléi; des haches de Chelles apparaissent également. Il s'y associe des os travaillés: poinçons, bois de cerf perforés, objets en ivoire, etc., toutes choses que jusqu'ici nous n'avons rencontrées dans aucun dépôt de la période paléolithique ancienne. Tout autre est l'inventaire des foyers de l'âge du Renne, entre les éboulis moyens et superficiels. On y rencontre aussi, exceptionnellement, des haches chelléennes; elles forment 2 % des pointes; des formes moustériennes apparaissent de même accidentellement. Mais, en général, les formes

dominantes sont les petites lames magdaléniennes, ainsi que les pointes en losange, parmi lesquelles celles en forme de feuille de laurier, que G. de Mortillet considère comme caractéristiques de son *Solutréen*. En outre, il y a dans ces foyers une assez grande quantité d'os travaillés, poinçons, lissoirs, etc. Le pseudo bâton de commandement, dans lequel G. de Mortillet voit une forme typique du Magdalénien, s'y trouve aussi. Mentionnons aussi des sifflets en phalanges de renne, des coquilles perforées, ainsi que quelques ouvrages plastiques, en un mot de nombreux produits indiquant le Magdalénien.

En ce qui concerne la faune, le Cheval prédomine dans les parties inférieures du dépôt de Solutré, comme le Renne *prédomine* dans les dépôts supérieurs ; mais le Renne se rencontre aussi à la base du dépôt comme le Cheval au sommet, et si nous examinons l'ensemble des espèces qui ont été trouvées, nous avons la même faune arctico alpine-continentale dans l'éboulis de base (A), dans les foyers (B'), de l'époque du Cheval, et dans ceux de l'âge du Renne (D). Ceci ressort du groupement suivant, dans lequel nous indiquons en même temps quelles sont les espèces qui apparaissent aussi dans la couche du Renne de Schweizersbild (S), dans la couche du Mammouth de Kesslerloch (K) et dans le Læss de Prédmost en Moravie (L) :

<i>Ursus spelaeus</i> Blumb...	A B' D L	<i>Arctomys primigenia</i> ..	A B' K ^{c)}
<i>Ursus arctos</i> L.....	A D S K	<i>Lepus timidus</i> L.....	A B' D K
<i>Meles taxus</i> Pall.....	A D	<i>Elephas primigenius</i>	
<i>Canis lupus</i> L.....	A B' D S K L	Blumb.....	A B' D S ^{d)} K L
<i>Canis vulpes</i> L.....	A B' D S K L	<i>Equus caballus</i> L.....	A B' D S K L
<i>Gulo borealis</i> L.....	B ^{a)} S K L	<i>Cervus tarandus</i> L.....	A B' D S K L
<i>Mustela putorius</i> L.....	A D	<i>Cervus canadensis</i> Briss	A B' D S ^{e)}
<i>Hyaena spelaea</i> Goldf..	A B' D L	<i>Cervus alces</i> L.....	B'
<i>Felis spelaea</i> Goldf.....	A B' K L ^{b)}	<i>Antilope Saïga</i> Wagn..	B'
<i>Felis lynx</i> L.....	A B'	<i>Bos primigenius</i> Boj...	A D S K L

a) Découvert par Chantre ; à classer probablement ici, d'après Arcelin. — b) *Felis leo* L. — c) *Arctomys marmotta* L. — d) en dessin seulement. — e) *Cervus maral* Ogilb.

Le Renne subarctique accompagne le Cheval continental dans toutes les couches ; à eux s'associe encore, dans les couches inférieures, le précurseur de la Marmotte. Le Glouton, forme de l'extrême Nord, et l'Antilope Saïga, forme rigoureusement continentale (et pas septentrionale comme l'admet par erreur M. Chantre), marquent plus formellement encore le caractère mixte de la faune dans la couche des foyers de l'époque du Cheval.

AGE DES COUCHES DE SOLUTRÉ.

C'est avec raison qu'Arcelin¹ avait déjà insisté sur le fait que l'inventaire des couches de Solutré est difficile à mettre en harmonie

¹ *La Vallée inférieure de la Saône*, p. 27.

avec la classification préhistorique établie par G. de Mortillet. Des os travaillés, caractéristiques du Paléolithique récent de G. de Mortillet, sont associés, dans les foyers de l'âge du Cheval, à des silex taillés du Paléolithique ancien. Déjà en 1883, G. de Mortillet¹ rendit compte de cette contradiction, déclarant que l'on se trouvait en présence d'une formation de transition. Dans les foyers de l'âge du Renne de Solutré se trouvent, d'autre part, les silex taillés caractéristiques du *Solutréen* de G. de Mortillet, à côté d'os sculptés du Magdalénien ; ce serait donc encore une formation transitoire. Les choses se présentent à Solutré comme elles existent, d'après Piette et de la Porterie², à Brassempouy, à l'extrémité nord-ouest des Pyrénées. Les caractères distinctifs du Solutréen, établis par G. de Mortillet, apparaissent comme insuffisants, et les essais faits pour fixer l'âge de ces dépôts sont par suite inapplicables. Nous devons essayer d'arriver directement, à Solutré même, à une détermination chronologique précise.

Nous nous trouvons, à Solutré, en dehors du domaine des anciens glaciers ; nous ne pouvons, par suite, mettre la succession de cette station directement en parallèle avec des dépôts glaciaires et nous sommes réduits à des considérations archéologiques et paléontologiques. « L'âge du Renne », tel qu'il est représenté à Solutré, diffère de « l'âge du Renne pur », que nous avons pu distinguer dans le domaine des moraines récentes rhodaniennes, par l'apparition du Mammouth, et se rattache par là à notre âge du Mammouth du Kesslerloch, près de Thaingen. Mais, archéologiquement, cette concordance n'est pas parfaite. Nous avons à Solutré, à côté des couteaux et lames typiques du Magdalénien, des pointes en forme de feuilles de laurier. Bien que l'on rencontre des os travaillés que nous n'avons appris, jusqu'ici, à connaître nulle part, les formes les plus parfaites, comme les aiguilles et les harpons, font défaut. Enfin, les sculptures appartiennent principalement à la ronde bosse, tandis qu'au Kesslerloch ne se montrent que des dessins gravés. Or, d'après les travaux

¹ *Le Préhistorique*, 1^{re} édit., p. 364.

² *Études d'ethnographie préhistorique. Fouilles à Brassempouy*. L'Anthropologie, IX, 1898, p. 531.

de E. Piette ¹ et de M. Hørnes ², le développement de la sculpture en ronde bosse a précédé celui de la gravure. Il résulte de tout cela qu'il ne convient pas seulement de séparer « l'âge du Renne » de Solutré de notre « âge du Renne » et de le réunir à « l'âge du Mammoth », mais aussi de placer cette station avant celles de Kesslerloch, que nous avons considérées comme remontant à l'oscillation d'Achen. « L'âge du Renne de Solutré » appartient donc, soit au maximum de l'époque würmienne, qui dans la région rhodanienne est caractérisée par une oscillation très prononcée correspondant à celle de Laufen, soit à une phase ultérieure de l'époque pré-würmienne.

Il en est autrement de la couche à restes de Chevaux de Solutré. Au point de vue archéologique, elle se relie au Moustérien; mais, par la présence d'os travaillés, elle se place à un degré supérieur de développement de l'industrie et, par suite, doit être plus récente. Comme nous avons poursuivi le Moustérien jusque dans la phase forestière de la période interglaciaire de Riss-Würm, nous pouvons tout au plus placer la couche à restes de Cheval de Solutré dans la phase de steppe de cette même période interglaciaire. La faune justifie du reste cette manière de voir. Un animal des steppes, typique, le Cheval, joue ici presque exclusivement le rôle de gibier; ses restes se rencontrent ici en quantité innombrable provenant, d'après les uns, de 40.000, et d'après d'autres estimations, de 100.000 individus. Ceci indique l'existence de vastes pâturages ayant persisté très longuement, comme on doit s'y attendre pour la phase des steppes de la période interglaciaire de Riss-Würm. C'est, par suite, à cette période que nous rattachons la couche à restes de Chevaux de Solutré; elle apparaît comme un équivalent chronologique du Lœss.

Sans distinguer rigoureusement entre une « couche du Cheval » et une « couche du Renne », M. E. Chantre (p. 146) a mis en parallèle le dépôt de Solutré avec son Lœss des pentes des environs de Lyon, rangé par lui dans le Quaternaire supérieur. J'ai admis, d'après les données de cet auteur (*Die alpinen Eiszeitbildungen, etc.*, 1903, p. 86), que la succession débute à Solutré par le Moustérien et se continue sans interruption jusqu'au Magdalénien.

¹ Notes pour servir à l'histoire de l'Art primitif. L'Anthropologie, V, 1894, p. 129.

² *Urgeschichte der bildenden Kunst in Europa*. Vienne, 1898, p. 46.

En présence de la description stratigraphique exacte faite par Ducrost et Arcelin, je ne puis parler aujourd'hui d'une telle continuité. Aussi n'oserai-je plus, en considération des rapports que ces auteurs ont rendu probables entre la couche A et les foyers de l'époque du Cheval B, considérer la couche A comme Moustérien ; car nous avons affaire déjà en B' à une industrie de l'os très développée.

Arcelin considère l'ensemble du dépôt de Solutré comme essentiellement plus récent que le Lœss et la dernière époque glaciaire (*La Vallée inférieure de la Saône*, 1901, p. 24). Il appelle l'attention sur le fait que deux des espèces caractéristiques du Lœss, *Elephas intermedius* et *Rhinoceros Jourdani*, manquent à Solutré. Mais on peut remarquer que ces deux espèces ne sont pas répandues d'une manière générale dans le Lœss des environs de Lyon. MM. Delafond et Depéret ne citent la première que dans leur « Lehm des plateaux », et la dernière dans le « Lehm des pentes ».

AGE DE LA FAUNE ARCTICO-ALPINE RÉCENTE.

La succession de Solutré nous offre donc des couches de la phase du Lœss dépendant de la période interglaciaire de Riss-Würm et de l'époque glaciaire würmienne elle-même. Mais, entre les deux couches existe une solution de continuité, comme le montre la discordance des dépôts. Cette lacune ne peut pas être très considérable, car, quelque différente que soit l'industrie lithique des deux couches, les instruments en os des deux couches, montrent qu'elles sont cependant assez rapprochées au point de vue archéologique. Au point de vue paléontologique l'opposition n'est pas non plus considérable. Bien que l'une des couches soit caractérisée par la prédominance du Cheval et que l'autre reçoive son empreinte caractéristique de l'abondance du Renne, la même faune arctico-alpino-continentale nous apparaît cependant dans les deux couches et ce n'est que la fréquence de chaque espèce qui change. Rien ne milite jusqu'ici en faveur de l'intercalation entre les deux couches d'une faune étrangère, comme nous avons dû en admettre une entre les couches arctico-alpines du Moustérien et du Magdalénien. Nous avons donc affaire, dans la région rhodanienne, à une même faune arctico-alpino-continentale, depuis la phase du Lœss de l'époque interglaciaire de Riss-Würm jusqu'au stade de Bühl de l'époque post-würmienne.

Cette observation s'applique aussi ailleurs, au Nord des Alpes. Partout apparaît dans le Lœss le plus récent une faune mixte, de caractère arctico-alpino-continentale, qui se distingue à peine de celle

du Magdalénien de l'époque post-würmienne. Cela ressort, pour la Suisse, des listes de fossiles communiquées par M. Brückner (p. 466 de l'Édition allemande) et, pour les stations préhistoriques de la Basse-Autriche et de la Moravie, des monographies récentes de M. R. Hørnes ¹. Ces fossiles appartiennent, les uns au Lœss, les autres aux grottes. La faune découverte dans le Lœss est tellement analogue à celle des grottes qu'on les a tenues d'abord pour contemporaines et considéré l'une comme formée d'habitants de la plaine et l'autre d'habitants de la moyenne montagne. Mais, au point de vue archéologique, les découvertes sont différentes. M. Hørnes relègue tous les objets découverts dans le Lœss dans le Solutrén, qu'il conçoit d'une manière un peu différente que M. de Mortillet et qu'il indique comme le début de la « période glyptique » de Piette. Quant aux découvertes des grottes, elles appartiennent, d'après lui, en grande partie au Magdalénien typique, avec son industrie de l'os riche et développée; dans quelques cas, il les attribue au Moustérien. De nouveau, l'archéologie aide à distinguer la faune arctico-alpine ancienne de la plus récente; mais tout argument fait de nouveau défaut pour intercaler une faune étrangère entre celle du Lœss et celle du Magdalénien post-glaciaire; souvent même en quelques localités, la faune du Lœss prend un cachet arctique très frappant.

Ceci s'applique particulièrement à la faune très riche de la station de Lœss de Předmost, près de Prerau. M. Kriz (*Beiträge zur Kenntnis der Quartärzeit in Mähren*. Steinitz, 1903, p. 91-182) cite de ce point les espèces suivantes, dont celles marquées d'un astérisque (*) apparaissent aussi dans les deux stations typiques du Magdalénien, Kesslerloch et Schweizersbild: * *Canis Lupus* L., * *Canis vulpes* L., * *Canis lagopus* L., * *Gulo borealis* Nilss., *Ursus spelaeus* Goldf., * *Felis spelaea* Goldf., *Hyaena spelaea* Goldf., *Felis pardus* L., * *Myodes torquatus* Pall.; * *Lepus variabilis* Pall., * *Cervus tarandus* L., *Cervus alces* L., * *Capra ibex* L., *Ovibos moschatus* Blainv., * *Bos primigenius* Boj., * *Bison priscus* Boj., * *Equus caballus* L., * *Elephas primigenius* Blumb., *Rhinoceros tichorhinus* Cuv., * *Lagopus alpinus* Nilss., * *Lagopus albus* Leach., *Vultur fulvus* Gm., * *Corvus corax* L. L'énorme quantité de restes de Mammouths donne à la station un cachet particulier, comme les restes de Chevaux caractérisent les couches inférieures de Solutré. A Předmost, le Renne se montre avant le Cheval; par contre, celui-ci apparaît ailleurs au premier plan, par exemple à Kroms.

¹ *Der diluviale Mensch in Europa*, Brunswick, 1903, p. 5.

RAPPORTS ENTRE LE LÖESS ET LA PÉRIODE GLACIAIRE.

Ce n'est pas seulement par sa faune, mais aussi sous le rapport archéologique que le Löss se relie très étroitement au Magdalénien de l'époque post-würmienne. L'emploi de l'os pour les produits de l'industrie, qui atteint sa floraison à l'époque magdalénienne, débute dans le Löss. Près de Joslowitz ¹, en Moravie, de même que près de Munzingen ², dans le pays de Bade, le Löss a livré des bois de Renne travaillés de la même façon que ceux de Schweizersbild, près de Schaffouse. Mais les produits de l'industrie de la pierre qui y sont représentés sont surtout très voisins de ceux du Magdalénien et les rappellent au moins autant que ceux de la couche supérieure, dite « couche du Renne », de Solutré. Les pointes, si frappantes, en forme de feuille de laurier, qui se montrent ici, apparaissent aussi dans le Löss de Předměstí, par exemple ³; enfin, dans les deux cas, il y a des ouvrages en ronde bosse : en résumé, les découvertes du Löss, particulièrement dans la Basse-Autriche et en Moravie, ainsi que dans le pays de Bade, correspondent jusque dans leurs détails à celles du niveau supérieur de Solutré, dont les rapports étroits avec l'époque magdalénienne post-glaciaire ont été indiqués plus haut. Les formations du Löss et l'époque glaciaire würmienne apparaissant ainsi comme très voisines, nous ne voyons pas la possibilité d'intercaler entre elles une longue période pré-würmienne ; aussi, en présence du caractère glaciaire prononcé de certaines faunes du Löss, sommes nous obligés d'admettre que la formation du Löss s'est continuée pendant l'approche de la glaciation würmienne et

¹ Comte G. Wurmbrand, *Über die Anwesenheit der Menschen zur Zeit der Lössbildung*. Denkschr. d. math. nat. cl. Acad. Vienne, XXXIX, 1879, p. 165, (171).

² Schostensack, *Über die Gleichzeitigkeit der menschlichen Niederlassung aus der Rentierzeit im Löss bei Munzingen unweit Freiburg i. B. und der paläolithischen Schicht von Thainingen und Schweizersbild bei Schaffhausen*. Archiv. f. Anthropol. n. série 12, p. 69, 1903.

³ Hugue Obermaier, *Le Quaternaire des Alpes*. L'Anthropologie, XV, 1904, p. 25.

tombe, par conséquent, encore en partie dans l'époque pré-würmienne¹.

Ceci n'est pas en contradiction avec nos précédentes affirmations (en dernier p. 674 de l'Édition allemande), relatives à l'âge interglaciaire du Lœss. Cet âge est daté exclusivement par des considérations stratigraphiques qui nous montrent le Lœss étalé sur les moraines anciennes, mais ne *reposant jamais*, avec son développement typique, *sur les moraines récentes*. Là où il est en contact avec ces dernières, *il plonge sous elles*. Ceci n'exclut pas plus la possibilité qu'il se soit formé du Lœss à l'approche de la glaciation würmienne, que la présence de découvertes magdaléniennes sur les moraines récentes empêche le classement de ces dernières dans la période pré-würmienne. Aussi ne devons-nous pas admettre que la phase des steppes et le développement des glaciers s'excluent absolument : ne voyons-nous pas actuellement encore au milieu des steppes de l'Asie centrale des montagnes couronnées de glaciers ? Les oscillations de ces derniers se déroulent au milieu d'un climat de steppes ; leur accroissement s'effectue en même temps que le Lœss se dépose dans les environs. Ce n'est que lorsque les glaciers dépassent une certaine mesure dans leur accroissement que le climat doit se modifier. Nous ne pouvons dire actuellement quelle dimension a acquise la glaciation würmienne pendant la formation du Lœss récent. Nous nous contentons de constater que cette formation du Lœss était terminée, sur le versant septentrional des Alpes, avant que l'époque glaciaire würmienne ne fût parvenue à son maximum, mais qu'elle s'est effectuée à une époque où avaient déjà immigré tous les éléments d'une faune qui, pendant la période post-würmienne, a subsisté concurremment avec une limite assez basse des neiges persistantes. Il ne nous est pas possible non plus de dire comment le Lœss de la période interglaciaire de Riss-Würm se distingue de celui de la période pré-würmienne ; cependant, il n'est pas invraisemblable que la différence reconnue par MM. Delafond et Depéret

¹ M. Aug. Schulz (*Die Wandlungen des Klimas* a. a. O. p. 49) n'a pas donné de preuves de l'affirmation contraire, d'après laquelle l'époque de steppes du Lœss serait probablement séparée de l'époque würmienne par un laps de temps assez long, avec climat tempéré et forêts sur le pourtour des Alpes.

(p. 675) autour de Lyon, entre le « Lœss des plateaux » et le « Lœss des pentes », ait une certaine importance à cet égard. En tout cas, l'exploration approfondie des pays de Lœss au Nord des Alpes, nous promet encore de nombreux éclaircissements sur l'histoire de la période glaciaire.

SUBDIVISIONS DE LA FAUNE ARCTICO-ALPINE RÉCENTE.

En attendant, nous devons nous contenter de constater que la dernière période glaciaire commençait à décliner lorsque régnait encore, au Nord et à l'Ouest des Alpes, un climat des steppes. Ce fait jette quelque lumière sur le singulier mélange des espèces que présente la faune arctico-alpine récente. Ses éléments continentaux apparaissent comme les descendants d'immigrants de l'époque des steppes; à eux se sont associées, à mesure que se développait le climat glaciaire, des espèces arctiques et alpines qui s'adaptèrent à ce climat. En effet, nous voyons que la faune arctico-alpine ne reste pas complètement semblable à elle-même depuis l'époque du Lœss jusqu'au stade de Bühl. Elle acquiert de temps en temps, par la prédominance de certaines espèces, un cachet spécial. D'abord vient une époque du Cheval, ensuite une époque du Mammouth, finalement l'époque du Renne. Mais chacune de ces époques est caractérisée par la *prédominance* et non par le règne exclusif d'espèces déterminées. Nulle part ne manquent le Cheval et le Renne; mais c'est d'abord le premier, puis plus tard le second qui arrivent à prédominer. Le Mammouth est habituellement associé à ces deux genres, mais il s'éteint avant que le Cheval et le Renne aient quitté les régions pré-alpines. A côté d'eux, *l'homme* existe. Il a pu se livrer à la chasse de chacune des trois espèces susnommées et a survécu à toutes trois. Les manifestations de son industrie dépendent de leur présence; pendant les époques du Cheval et du Mammouth, il façonna surtout l'ivoire en instruments grossiers. Plus tard, il se mit à en tailler de plus fins mais exclusivement en bois de Renne. Nous ne connaissons ces derniers — harpons et aiguilles — que de la période post-würmienne; ils nous aident à distinguer le Magdalénien du Solutréen plus exactement qu'il n'est possible de le faire à l'aide des instruments en pierre. Si nous attribuons, d'autre part, au Solutréen l'ampleur que M. Hoernes a

proposé de lui donner, il embrassera tout le complexe des couches de Solutré, la couche du Cheval d'une époque de steppes et la couche dite « du Renne », qui se rapproche tant des stations préhistoriques de la région du Loëss, de la Basse-Autriche et de la Moravie, c'est-à-dire l'ensemble des gisements de formations de steppes qui se poursuivent jusque dans l'époque pré-würmienne. Dans cette classification, le Solutréen et le Magdalénien apparaissent comme les deux pôles du développement de la faune arctico-alpine du Paléolithique récent. Le Solutréen débute par la prédominance du Cheval, le Magdalénien finit avec le Renne. Entre ces deux phases se place l'époque qui est caractérisée par la présence du Mammouth. Ce dernier est connu aussi bien de l'époque pré-wurmienne que du début de l'époque post würmienne ; c'est l'animal caractéristique de la phase maximum de l'époque glaciaire würmienne.

La perfection progressive des produits de l'industrie humaine permet de nous orienter dans la faune arctico-alpine récente. Si nous désignons, avec M. A. de Mortillet, celle des époques paléolithiques qui se distingue par l'industrie de l'os coexistant avec l'industrie de la pierre, sous le nom de « période paléolithique récente », cette dénomination peut également s'appliquer à notre faune arctico-alpine récente, comme celle de « période paléolithique ancienne » peut s'appliquer à la faune arctico-alpine ancienne. Mais il faut observer que notre période paléolithique récente, de même que la « période glyptique » correspondante de Piette¹, dépasse les limites de la faune arctico-alpine ; elle embrasse encore l'époque du Cerf qui, dans le bassin du Rhône et dans celui du Rhin, se développe peu à peu à la suite de l'époque du Renne. Ce n'est qu'à ce moment que nous touchons à la décadence de l'industrie paléolithique.

La succession de types fauniques que nous avons attribués à la période paléolithique récente correspond dans ses traits essentiels avec celle qu'a admise Piette pour sa « période glyptique ». L'éminent préhistorien décompose cette dernière en une « période équidienne » et une « période cervidienne ». Il divise la première en une « époque éléphantine » et une « époque hippique » et la dernière en une « époque rangiférienne » et une « époque élaphienne ». Cette classification ne s'écarte de celle que nous avons développée uniquement en ce que l'époque du Mammouth précède celle du Cheval. Les arguments utilisés par nous pour la

¹ *Notes pour servir à l'histoire de l'Art primitif. I. Anthropologie, V, 1894, p. 129.*

séparation du Solutréen et du Magdalénien se rapprochent d'ailleurs beaucoup de ceux que M. Rutot a utilisés récemment pour la séparation de son Eburnéen et de son Tarandien (*Le Préhistorique dans l'Europe centrale*, p. 197). Cependant, il ne place pas comme nous la coupure décisive en se basant sur des considérations archéologiques, mais au point de vue exclusivement paléontologique ; son Tarandien correspond à notre époque du Renne. La succession des stations préhistoriques, admise par lui, concorde entièrement avec nos opinions. M. Rutot distingue, d'après Dupont, la succession suivante des types : Montaigne, Pont-à-Lesse, Goyet, Chaleux. A ceux-ci correspondent exactement : couche du Cheval de Solutré, « couche du Renne » de Solutré, Kesslerloch, Schweizersbild. Le fait que, dans des localités aussi éloignées l'une de l'autre, on soit parvenu à fixer une succession chronologique, sinon entièrement, au moins à peu près identique, est à nos yeux une précieuse garantie d'exactitude.

LA FAUNE ARCTICO-ALPINE LA PLUS ANCIENNE.
RÉCAPITULATION DES FAUNES.

La grande analogie, qui existe entre les deux faunes arctico-alpines, nous amène à appliquer au mélange des espèces dans la plus ancienne de ces faunes la même interprétation que celle que nous avons donnée de l'association des espèces arctiques et continentales plus récentes, d'autant plus que le Lœss de la période interglaciaire de Mindel-Riss indique également une phase de steppes. On voit que cette analogie est telle qu'il devient souvent difficile de séparer les deux faunes arctico-alpines l'une de l'autre. Sans doute, la plus ancienne conserve souvent un cachet caractéristique, par suite de la présence fréquente de l'Ours des cavernes ; mais ce signe distinctif n'existe pas toujours ; seules les découvertes archéologiques sont alors des guides certains. Mais les découvertes les plus caractéristiques de la période paléolithique la plus ancienne dépassent, dans le temps, les limites chronologiques de la faune arctico-alpine la plus ancienne, comme celles de la période paléolithique la plus récente dépassent les limites de la faune récente. Le changement de civilisation suit en général avec un certain retard, dans chaque cas particulier, celui de la faune.

Il est souvent question, dans les deux faunes arctico-alpines, d'un élément *méridional* ; on cite généralement, comme représentants de cet élément méridional, le Lion, la Hyène et le Léopard. Ce sont là des carnassiers dont l'aire d'extension dépend moins des conditions climatiques que de l'abondance du gibier dans une contrée donnée. Nous les avons, par suite, exclus de la faune caractéristique et n'avons compris exclusivement dans cette dernière que les herbivores.

Le tableau suivant donne l'énumération des faunes de la période glaciaire du versant septentrional des Alpes dans leurs rapports avec la chronologie glaciaire préhistorique.

ÉPOQUES.		FAUNE.	ANIMAUX prédomi- nants.	INDUSTRIE de la pierre.	INDUSTRIE de l'os.	DÉCOUVERTES paléolithiques.	ÉPOQUES PRÉ- HISTORIQUES
	Post-Bühl. »	A cachet de l'Europe centrale.	Cerf. »	En décaence Types magdalé- niens.	Bois de cerf. »	Sous-Sac. Schweizersbild sup. Les Hoteaux sup.	Tourassien.
W.	Stade de Bühl.	Arctico- alp.	Renne.	»	Bois de renne.	Schweizersbild inf. Les Hoteaux inf. Schussenried.	Magdalé- nien.
»	Osc. d'Achen.	»	Mam- mouth.	»	Ivoire.	Kesslerloch.	»
»	Maximum.	»	»	»		Solutré sup.(?).	
»	Pré-wür- mienne.	»	»	»	»	Solutré sup. Découvertes dans le Löss.	Solutréen.
R.W.	Phase des steppes.	»	Cheval.	Types mousté- riens.	»	Solutré inf.	»
»	Phase forestière.	Cachet de l'Europe centrale.	Éléph. antiqu. Rhinoce- ros Mercki.	»		Villefranche.	Moustérien.
	Époque glaciaire.	Arctico- alp.	Ours des cavernes.	Paléoli- thique ancien.		Villereversure.	»

NOTA. — Nous n'avons pu reproduire dans cette traduction les *vues photographiques* si remarquables et si suggestives qui illustrent l'édition allemande. Nous renvoyons également le lecteur à cette dernière pour ce qui concerne les *formations fluvio-glaciaires* et *glaciaires des Bassins de la Durance, du Var et des Alpes-Maritimes* qui font, dans l'ouvrage original, l'objet de chapitres importants ¹.

Au moment de terminer ce travail, je tiens à remercier M. W. Kilian de la peine qu'il s'est donnée d'en revoir et d'en corriger toutes les épreuves, faisant ainsi profiter ma traduction de sa haute compétence de géologue et de sa parfaite connaissance de la région étudiée dans cette partie de l'ouvrage de MM. Penck et Brückner. Je lui en exprime ma profonde reconnaissance.

L. S.

¹ Voici le contenu de ces remarquables chapitres, dont nous regrettons de ne pouvoir donner ici la traduction *in extenso* et pour la lecture desquels nous renvoyons au texte original, dans la 7^e livraison duquel ils figurent.

Les Glaciers des Alpes provençales, par Albr. Penck.

I. *Le Glacier de la Durance*. — Historique. — Classification des alluvions anciennes de la vallée de la Durance. — Moraines anciennes et moraines récentes. — Deckenschotter. — Moraines autour de Veynes. — Cuvette terminale « Zungenbecken » dans la vallée de la Durance. — Vallée de Gap. — Développement des anciens Glaciers dans le Gapençais. — Moraines récentes du Gapençais. — Terrasses de l'Embrunais. — Oscillation d'Achen et Stade de Bühl. — Disposition en gradins de la haute vallée de la Durance dans le Briançonnais. — Théorie du surcreusement de M. Kilian. — Clarée et Durance. — Remblaiement au Mont-Genèvre. — « Gradins » de Briançon et de l'Argentière.

II. *Les petits Glaciers des Alpes provençales*. — Vallée de la Bléone. — Vallée du Var. — Vallées de la Tinée et de la Vésubie. — Vallée de la Roja. — Terrasses de la vallée du Var. — Delta pliocène du Var. — Ancien Thalweg pliocène. — Terrasses marines des environs de Nice ; leurs rapports avec les formations glaciaires. — Les Glaciations dans les Alpes provençales. — Limite des neiges à l'époque glaciaire. — Soulèvement postpliocène des Alpes. — Découvertes paléolithiques.

On consultera aussi, à propos des questions de surcreusement : *l'Érosion glaciaire et la formation des terrasses*, par W. Kilian (La Géographie, novembre 1906. Paris, Masson).

W. K. (note ajoutée pendant l'impression).