

Questions de morphologie vosgienne et rhénane

Henri Baulig

Citer ce document / Cite this document :

Baulig Henri. Questions de morphologie vosgienne et rhénane. In: Annales de Géographie, t. 31, n°173, 1922. pp. 385-401;

doi : <https://doi.org/10.3406/geo.1922.10100>

https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1922_num_31_173_10100

Fichier pdf généré le 29/03/2018

ANNALES

DE

GÉOGRAPHIE

QUESTIONS DE MORPHOLOGIE VOSGIENNE ET RHÉNANE

(*Deuxième article*).

MORPHOLOGIE GLACIAIRE

Les Vosges sont, depuis longtemps déjà, un terrain classique pour l'étude des glaciations quaternaires. H. Hogard, dès 1840, et E. Collomb un peu plus tard y démontraient l'existence de dépôts en tout semblables à ceux qui, en Suisse, accompagnent le front des glaciers actuels. Les connaissances sur le sujet ont été récemment résumées et notablement augmentées par M^r Lucien Meyer¹. On peut dire, toutefois, que jusqu'ici l'attention des observateurs s'est plutôt portée sur les « formations », c'est-à-dire sur les dépôts morainiques, fluvio-glaciaires ou glacio-lacustres que sur les formes d'érosion, qui pourtant ne sont ni moins frappantes, ni moins instructives.

On peut même dire que les Vosges offrent pour ce genre d'études un terrain exceptionnellement propice, plus propice à certains égards que les Alpes mêmes, dont la complexité structurale et le puissant relief

¹ H. HOGARD, *Observations sur les traces des glaciers qui, à une époque reculée, paraissent avoir recouvert la chaîne des Vosges*. Épinal, 1840. — E. COLLOMB, *Preuves de l'existence d'anciens glaciers dans les vallées des Vosges*. Paris, 1847. — L. MEYER, *Les Vosges méridionales à l'époque glaciaire* (Extrait du *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar*, 1911, 1912, 1913, 1914). Belfort, chez l'auteur, Conservateur du Musée de la Ville. — P. LORY, *Morphologie et dépôts glaciaires des Hautes-Vosges centrales* (Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble*, XXX, n° 1, 1918, et des *Travaux du Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble*, XI, fasc. 3, 1918). — Pour la bibliographie détaillée, voir MEYER, ouv. cité, p. 19-22, et LORY, ouv. cité, p. 6, note 2.

sont des causes de confusion et d'incertitude. Ici au contraire, la structure originellement très complexe du massif ancien a été ramenée par le métamorphisme à une quasi-homogénéité, de sorte que les influences structurales sont largement éliminées. De plus, l'érosion glaciaire n'a produit dans les Vosges que des effets visiblement médiocres et l'imagination restitue sans peine les formes de l'époque pré-glaciaire. D'ailleurs, les glaciations n'ayant sensiblement modifié qu'une partie des Hautes Vosges, il serait facile de chercher des comparaisons et des éléments de mesure dans les vallées non glaciaires (ou du moins non modifiées) de la Liepvrette, du Giesen de Villé et de la Bruche. Enfin la Forêt-Noire, massif jumeau des Vosges, avec même constitution, même histoire et mêmes formes, mais disposé symétriquement, fournirait des renseignements utiles sur les effets de l'orientation.

Mais tout ceci n'est guère que l'esquisse d'un programme de travail. Les recherches de cet ordre faisant à peu près complètement défaut¹, nous nous contenterons d'examiner quelques questions qui paraissent devoir offrir un intérêt général.

I. — TYPES DIVERS DE LA GLACIATION VOSGIENNE.

Collomb, dès 1847, avait remarqué que les glaciers vosgiens diffèrent des glaciers alpins en ce qu'ils manquaient presque totalement de moraines superficielles (gros blocs anguleux) et que leurs moraines latérales ressemblaient beaucoup à de la moraine de fond (blocs plus ou moins arrondis, noyés dans une masse de matériaux fins). Il expliquait cette différence par le fait que les glaciers vosgiens n'étaient que rarement dominés par des parois rocheuses susceptibles de leur fournir des éboulis². Si, en effet, on considère que la ligne des neiges persistantes, au maximum de l'extension, devait se trouver vers 780 m. d'altitude sur le versant lorrain et vers 800 m. sur le versant alsacien³, que, d'autre part, les traces nettes du passage des glaces s'observent dans la vallée de la Thur jusqu'à l'altitude de 840 m. à 9 km. de l'origine de la vallée⁴, on doit nécessairement conclure, avec L. Meyer et P. Lory, que les sommets étaient alors couverts d'une calotte à peu

1. M^r LORY, dans le travail précité, décrit avec précision les cirques, auges, verrous, etc. qui accidentent les environs du Hohneck (vallées de la Meurthe, de la Vologne, de la Moselotte et de la Fecht). — L'ouvrage de H. HERGESSELL, R. LANGENBECK, E. RUDOLPH, *Die Seen der Südvogesen* (*Geogr. Abhdl. aus dem Reichsland Elsass-Lothringen*, I, 1892, p. 121-184, pl. II-V), contient des plans bathymétriques au 1 : 5 000 des lacs alsaciens des Vosges, existants ou disparus. — J. SÖLCH (*Beobachtungen über die glaziale Formung einiger Vogesenseen*, *Z. für Gletscherkunde*, IX, 1914-1915, p. 144-153) montre sans peine que les lacs Blanc et Noir sont des lacs de cirques.

2. COLLOMB, ouv. cité, p. 28, 40-41.

3. MEYER, ouv. cité, p. 29-32. — LORY, ouv. cité, p. 17.

4. Voir ci-après, paragr. III, p. 391.

près continue de neige et de glace. De là, les glaces diffluaient, en augmentant de volume, vers l'Est, le Nord-Ouest et le Sud-Ouest. En d'autres termes, les parties hautes représentaient un *fjeld* (Lory) et les glaciers vosgiens appartenaient plutôt au type scandinave qu'au type proprement alpin.

Mais, suivant la topographie du substratum, les glaces se comportaient différemment dans les diverses directions. Vers l'Est, des vallées profondes se creusaient entre des crêtes étroites; les glaciers, individualisés presque dès leur naissance, ne disposant d'ailleurs que d'un bassin d'alimentation réduit, mal nourris enfin par des vents descendants, s'abaissaient rapidement et s'arrêtaient avant d'atteindre la plaine d'Alsace¹. Les moraines frontales les plus avancées encore visibles se trouvent à Metzéral dans la vallée de la Fecht, à Wesserling dans celle de la Thur, en amont de Massevaux dans celle de la Doller, ce qui donnerait respectivement aux glaciers la longueur modeste de 8, 13 et 14 km. Mais il est certain que, pour la Thur tout au moins, le glacier atteignit une longueur double. Les formes moutonnées des versants, les éperons tronqués, les dépôts erratiques se suivent en effet jusque vers Bitschwiller, immédiatement en amont de Thann. Pour le glacier de la Fecht, les indications sont moins nettes, bien que les éperons tronqués donnent au bas des versants un aspect d'auge bien expressif.

Sur le versant de la Moselle, la topographie était toute différente. En avant de la ligne de faite, la surface prépermienne forme, on l'a vu, un vaste plan incliné vers le Nord-Ouest et l'Ouest avec des altitudes supérieures à 1 000 m. jusqu'à 10 et 11 km. de la ligne de faite. C'est dire que, de ce côté, la zone d'alimentation devait être fort étendue et, de plus, abondamment enneigée à cause de l'exposition à l'Ouest, toutes circonstances favorables à l'extension du *fjeld*. Seulement la disposition orthogonale des vallées, creusées assez profondément, devait contrarier le mouvement en masse de la nappe de glace, et la solliciter à se canaliser dans les sections de vallées *conséquentes*. C'est ainsi, semble-t-il, que l'on peut s'expliquer le grand développement des glaciers lorrains de la Meurthe et surtout de la Moselle : la moraine frontale de Noir-Gueux, en aval de Remiremont, déjà décrite par Hogard, est distante des sources de la Moselle de 30 km. à vol d'oiseau, et de plus de 40 km. en suivant la vallée. Encore ne représente-t-elle pas la limite de l'extension maximum. Les glaciers du versant lorrain présentaient donc, bien mieux que ceux d'Alsace, les caractères des glaciers scandinaves typiques : grand développement du *fjeld*, avec prolongements bien individualisés dans les vallées principales.

1. Les prétendues moraines de plaine d'Épfig sont des formations plus que douteuses.

Au Sud-Ouest de la Moselle, sur le versant de la Saône, les conditions topographiques étaient encore différentes. La vallée de la Savoureuse (rivière de Belfort), profondément encaissée entre des crêtes de plus de 1000 m., se rapproche du type alsacien ; mais plus à l'Ouest, la surface prépermienne, s'abaissant rapidement vers le SW, est faiblement entaillée par de petits cours d'eau conséquents, Rahin, Ognon, Breuchin. La nappe de glace, venue des Ballons d'Alsace et de Servance ou franchissant la croupe assez basse qui domine la rive gauche de la Moselle, recouvre uniformément le pays, à la manière des glaciers continentaux : larges lobes avec des saillants peu marqués dans l'axe des principales vallées. Et, en effet, la Vôge, avec ses étangs et ses petits bois reposant sur la moraine de fond, ressemble beaucoup aux plateaux lacustres de l'Allemagne du Nord.

II. — LE MODELÉ DES SOMMETS.

Si les neiges et les glaces ont, selon toute vraisemblance, recouvert les sommets des Vosges à l'époque quaternaire, faut-il en conclure qu'elles les aient usés au point d'en réduire notablement l'altitude ? Telle semble être l'opinion de la plupart des auteurs. Pour M^r Meyer, « il est certain que, sous l'action démolissante de cette calotte, les sommets et les crêtes ont eu beaucoup plus à souffrir que les plafonds des vallées, et que l'altitude moyenne de la chaîne a été, de ce fait, diminuée dans des proportions colossales ». M^r Lory, sans aller aussi loin, et sans d'ailleurs s'expliquer autrement, attribue « pour une bonne part » à l'une des phases post-würmiennes « l'état actuel du modelé de fjeld des parties culminantes¹ ». D'après une opinion répandue, c'est à l'usure glaciaire que les sommets des Vosges devaient leurs formes arrondies ou aplaties.

Cette opinion paraît insoutenable pour diverses raisons. Nous avons vu que les parties hautes des Vosges, abstraction faite de quelques sommets isolés qui apparaissent comme des « monadnocks » surbaissés, prolongent exactement la surface prépermienne et cela aussi bien dans les hautes Vosges glaciaires que dans les Vosges moyennes, peu ou point touchées par la glaciation. Il ne peut donc s'agir ici d'une érosion « colossale », mais tout au plus d'une érosion fort modérée. Et, en effet, on constate que les parties hautes des Vosges cristallines, sommets compris, sont presque uniformément couvertes d'un manteau de débris assez épais. Les travaux divers exécutés, au cours de la guerre, au sommet du Ballon d'Alsace, du Hohneck, le long de la route stratégique dite « route des crêtes » etc., n'ont rencontré sur les deux premiers mètres que des sols et de la roche désagrégée en

1. MEYER, ouv. cité, p. 42. — LORY, ouv. cité, p. 19.

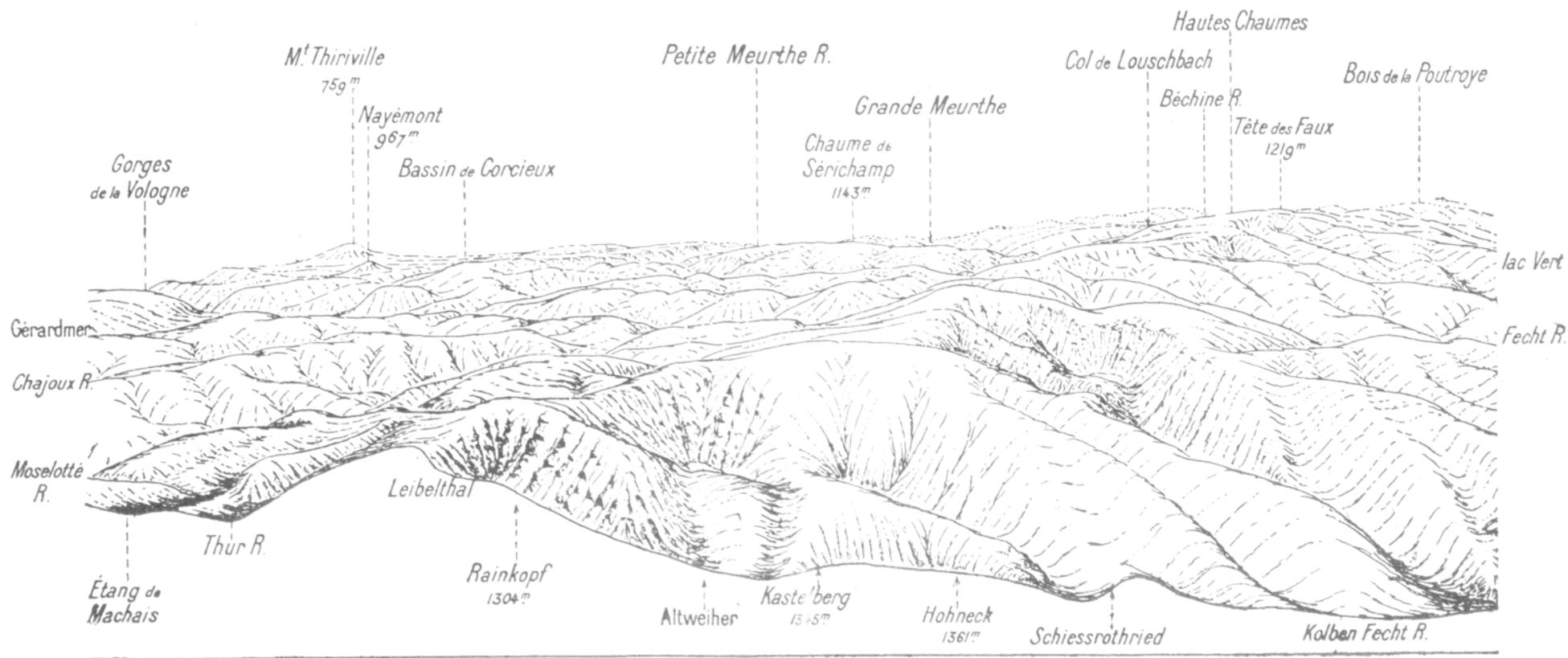


FIG. 1. — PANORAMA DE LA PARTIE CENTRALE DES HAUTES VOSGES.

Dessin à la chambre claire d'après le relief au 1 : 20 000 du *Service Géographique de l'Armée*. La vue est dirigée sensiblement S-N. La ligne de faite se suit, du Rainkopf, par le Kaste'berg et le Hohneck, jusqu'aux Hautes Chaumes. Le versant lorrain s'incline doucement vers le NW. Il est constitué par la surface prépermienne débarrassée de sa couverture de grès (sauf quelques témoins : M^t Thiriville, Nayémont) et entaillée par un système de vallées conséquentes et subséquentes. On peut reconnaître la forme en auge des vallées de Gérardmer et de la Moselotte. Le versant alsacien, au contraire, est disséqué par des ravins profonds, dont les entonniers de tête ont été transformés en cirques glaciaires (Leibelthal, Altweiher, Schiessrothried, lac Vert.).

place¹. Pour voir la roche saine, il faut se rendre à l'extrémité des éperons ou au bord des cirques, d'où la dégradation des versants inférieurs a entraîné les débris meubles. Mais pour ce qui est des surfaces hautes, elles ne diffèrent en rien des formes analogues, d'origine purement subaérienne, que l'on rencontre, par exemple, dans le Massif central français (fig. 1).

On pourrait sans doute se demander si les sommets, dénudés par l'érosion de la calotte glaciaire, n'ont pas pu se recouvrir de débris postérieurement à sa disparition. Mais pour écarter cette hypothèse, il suffit de comparer l'état des sommets à celui des surfaces moutonnées, même les plus éloignées du centre de diffluence des glaces. Si celles-ci, bien qu'abandonnées d'abord par les glaciers, ont cependant conservé la fraîcheur de leur modelé caractéristique, comment imaginer que les surfaces hautes, rentrées beaucoup plus tardivement dans le cycle de l'érosion subaérienne, aient pu se recouvrir des sols épais qui les revêtent ? L'argument est d'autant plus fort que, si l'altitude favorise la désagrégation mécanique, elle est contraire à la décomposition chimique qui, seule, produit des débris fins — ceci en raison de la basse température et de la pauvreté du manteau végétal. On peut donc dire que, si les sommets des Vosges ne sont pas moutonnés, c'est qu'ils ne l'ont jamais été, tout au moins depuis le début de la dernière glaciation, et que, par conséquent, ils ont conservé à fort peu de chose près leur topographie antérieure. Ceci implique que la calotte glaciaire y était mince et presque immobile, conséquence qui s'accorde bien avec ce qu'on peut conjecturer du régime des précipitations à l'époque glaciaire.

La zone des précipitations maxima dans la Forêt-Noire, se trouve actuellement vers 1 300 m.² et un peu plus bas dans les Vosges, probablement vers 1 200 m. A l'époque glaciaire, elle était certainement abaissée, avec toute la stratification atmosphérique, de plusieurs centaines de mètres. Les sommets et les parties hautes recevaient donc relativement peu de neige. Celle-ci était d'ailleurs sèche, exposée par conséquent à être balayée par le vent, et soumise, de plus, à une évaporation active. La calotte glaciaire, mince et presque immobile au sommet de sa convexité, s'épaississait, il est vrai, à mi-pente, particulièrement sur le versant lorrain, en même temps que son mouvement s'accélérait. C'est donc plutôt vers 800 à 1 000 m. que doivent apparaître, sur les croupes, des traces nettes d'érosion glaciaire. Mais, à cette altitude, le courant de

1. Il existe près du Hohneck, entre deux cirques adossés, une arête dentelée, les Spitzenköpfe, de caractère vraiment alpestre, la seule du genre, à ma connaissance, dans toutes les Vosges. Or on y voit, au sommet même, le granite profondément décomposé, réduit à l'état de blocs noyés dans de l'arène.

2. EMM. DE MARTONNE, *Traité de géographie physique*, 3^e éd., Paris, 1920, p. 245. La zone des précipitations maxima se place en hiver, sur le versant Nord des Alpes bavaroises, entre 600 et 1 000 m. — Voir aussi HANN, *Lehrbuch der Meteorologie*, 3. Aufl., 1915, p. 358, d'après F. ERK.

glace était déjà canalisé dans les vallées et proportionnellement réduit sur les hauteurs.

Il existe, à la vérité, certains faits qui semblent avoir vivement impressionné tous les observateurs, dès le milieu du dernier siècle. Il s'agit de la présence, sur les parties hautes, de gros blocs qui, dit-on, ne peuvent y avoir été transportés par les agents de l'érosion « normale ». Mais on peut dire que, sur ce point, toute la question est à reprendre. Il faut d'abord éliminer les blocs (de granite en particulier) qui reposent sur un substratum de même nature : quel qu'en soit le nombre et le volume, ils témoignent simplement d'une désagrégation sur place. Il en est de même des blocs reposant dans des ensembles sur un substratum de nature différente, mais en contre-bas de roches de même nature. Le mouvement lent des débris sur les pentes, aidé certainement, à la fin de l'époque glaciaire et probablement encore aujourd'hui, par des phénomènes de solifluction¹, fournit une explication satisfaisante. Restent enfin les blocs qui auraient été transportés « par-dessus les crêtes », « en contradiction apparente avec les lois de la pesanteur ». Le seul exemple signalé, à ma connaissance, est le transport de blocs de « syénite » (granite à amphibole de la vallée de la Doller dans celle de la Thur (vallons de Storkensohn et de Mollau)². Or il faut remarquer que la « syénite » existe à la tête même du vallon de Storkensohn, au col des Perches (Sternseesattel)³. Le col des Perches se trouvant à l'altitude de 1 060 m., entre les sommets de Rimbachkopf (1 195 m.) et de Rouge Gazon (1 172 m.), il n'est pas surprenant que, recouvert d'au moins 100 mètres de neige et de glace, il ait servi de passage de transfluence entre la vallée de la Doller et celle de la Thur.

Pour conclure, disons donc que, si les parties hautes des Vosges méridionales représentent un *fjeld*, c'est un *fjeld* à peine modifié par l'érosion glaciaire, bien différent par conséquent du haut plateau scandinave, raboté et moutonné par l'*inlandsis* quaternaire.

III. — LA VALLÉE DE LA THUR. QUELQUES FORMES TYPIQUES D'ÉROSION GLACIAIRE : GOUTTIÈRES ET ÎLOTS ROCHEUX⁴

La vallée de la Thur est sans contredit la plus intéressante des vallées glaciaires dans les Vosges alsaciennes. Par l'extension et la variété de

1. Il y a de bons exemples de solifluction aux environs du Hohneck. — Tel est probablement le cas des blocs signalés par COLLOMB, au cours de la réunion extraordinaire de la *Société Géologique de France* en 1847 (MEYER, ouv. cité, p. 299 note 1), et de ceux qu'indique le *Geologischer Führer*, p. 398.

2. MEYER, ouv. cité, p. 166-167, d'après COLLOMB.

3. *Geol. Führer*, p. 401-402. Voir aussi la carte au 1 : 200 000^e, jointe à l'ouvrage de MEYER.

4. Voir : *Carte de France au 1 : 50 000^e*, feuilles XXXVI-19 (Bussang) et XXXVI-20 (Ballon d'Alsace). *Messstischblätter*, Bl. 3667, Wildenstein ; 3675, Urbès ; 3676, Thann.

ses dépôts, comme par la richesse et la vigueur de ses formes, elle présente un intérêt que l'on chercherait vainement dans les vallées voisines ¹.

Enfermée entre deux hautes croupes qui, divergeant du Rainkopf (1 304 m.) s'allongent du Nord au Sud, sur la rive gauche par le Breitfirst (1 282 m.), jusqu'au Ballon de Guebwiller (1 424 m.) et sur la rive droite par le Ventron (1 209 m.) et le Drumont (1 222 m.) jusqu'au Rossberg (1 191 m.), ses bas versants présentent l'aspect d'une auge typique, bien calibrée, avec éperons tronqués en facettes, et surfaces moutonnées avec face de chevauchement à l'amont et face d'arrachement à l'aval (fig. 2 et 3). L'auge se termine, après l'étranglement de Willer, à l'entrée du goulot de Thann. Mais les parties hautes des versants ont conservé, à peu près intact, un modelé pré-glaciaire. Les vallons affluents sont tantôt suspendus (ce sont ordinairement les plus petits), tantôt plus ou moins complètement raccordés, pour autant du moins que le remblayage morainique et fluvio-glaciaire ne masque pas des gradins de confluence. Leurs formes sont à peine modifiées par la glaciation : sur le versant droit, exposé à l'Est², on distingue bien quelques ébauches de cirques ; mais les vallons du versant opposé sont « normaux » de bout en bout : entonnoirs torrentiels, profil transversal en V, éperons en chicane, pente longitudinale continue.

Seul, le vallon d'Urbès (rive droite) forme une exception remarquable. Son profil en U est aussi net que celui de la vallée principale ; il présente, au-dessus de la scierie de Fossmatt (Ouest d'Urbès), un gradin de confluence très accusé ; de plus, il détache, à droite, vers Mollau, le couloir de diffluence de Storkensohn, à profil également typique et à gradin de diffluence au-dessus d'Urbès. Ce cas particulier appelle une explication, qu'il faut évidemment chercher à l'Ouest, vers le col de Bussang qui fait communiquer le vallon d'Urbès avec l'une des branches de la haute Moselle. Ce col est de beaucoup le plus bas de toute la croupe Rainkopf-Rossberg (711 m. seulement.) Encore la paroi d'auge y est-elle dissimulée sous de puissantes coulées d'éboulis, mal retenues par les bois, qui ont isolé la partie supérieure du ravin mosel-

1. C'est dans la vallée de la Thur que COLLOMB a fait la plupart de ses observations, de même que HOGARD a recueilli les siennes dans la vallée de la Moselle. Pour ce qui est des cirques, la vallée de la Thur est moins favorisée que celle de la Fecht. Rien, dans les Vosges, n'égale comme grandeur et beauté sauvage les cirques des environs du Hohneck, récemment décrits à nouveau par M^r LORY.

2. Dans les Vosges, comme dans toutes les moyennes montagnes de l'Europe centrale, les cirques sont beaucoup plus nombreux à l'exposition Nord et Est qu'à l'exposition Sud et Ouest. Voir J. PARTSCH, *Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und den Mittelgebirgen Deutschlands...*, 1882, p. 184-186. La cause est double : meilleure protection du névé à l'exposition Nord, « suralimentation neigeuse » (LORY) du versant Est par les vents d'Ouest dominants dans la mauvaise saison, qui chassent la neige sèche et pulvérente par-dessus les crêtes. Ceci est à rapprocher de ce qui a été dit plus haut sur la faible épaisseur de la calotte glaciaire vosgienne.

lan, laquelle se trouve ainsi transformée en une curieuse dépression fermée de 600 m. de longueur. Comme d'autre part, ainsi qu'on le verra



FIG. 2. — L'AUGE GLACIAIRE DE LA THUR EN AMONT DE WESSERLING.

Dessin à la chambre claire d'après le relief au 1 : 20000 du *Service Géographique de l'Armée*.

La vue est censée prise vers le Nord, d'un point situé à 8 km. 4 au Sud de Storckensohn et à l'altitude de 2100 m. L'horizontale de base représente le niveau de 400 m. On distingue les quatre *îlots rocheux* (Schlossberg, Bärenberg, Märleberg avec son pédoncule, Bannwehr), plusieurs indications de *gouttières* (notamment au Gommkopf sur la verticale du Bärenberg, au pédoncule du Märleberg, au Hasenbühl, rive gauche, en amont du Bannwehr). Au premier plan, à gauche, gradin de confluence de Fossmatt et auge d'Urbès, couloir de diffluence et gradin de Storckensohn.

plus loin, le modelé glaciaire, sur le flanc Nord de l'auge d'Urbès, monte jusqu'à 950 m. au moins, il est évident que le col de Bussang, qui l'a approfondi et élargi, a servi de passage de transfluence pour le glacier de la Moselle. C'est ainsi que le glacier d'Urbès, renforcé,



FIG. 3. — LA VALLÉE DE LA THUR EN AMONT DE WESSERLING. ESSAI DE RESTITUTION DES FORMES PRÉGLACIAIRES.

On a supposé le thalweg creusé jusqu'au voisinage du lit actuel de la rivière ; la vallée est au début de la maturité dans la partie aval, à la fin de la jeunesse dans la partie amont. On a admis que l'érosion glaciaire et post-glaciaire n'a pas sensiblement modifié le relief des parties hautes sauf des ébauches de cirques sur le versant droit ; le versant gauche, au contraire, a conservé des formes normales.

a pu modeler son lit à l'image de celui de la Thur et même détacher une langue de diffluence vers Mollau.

Mais, de toutes les formes caractéristiques qui s'offrent dans la

vallée de la Thur, les plus curieuses, à coup sûr, ce sont les gouttières longitudinales et les flots rocheux (fig. 4).

Les *gouttières* longitudinales, pour emprunter à M^r Blache un mot aussi juste qu'expressif ¹, sont des sillons parallèles à l'axe de la vallée, qui s'observent sur les versants à des hauteurs variables au-dessus du fond. Leur longueur varie de quelques mètres à plusieurs dizaines, exceptionnellement à deux ou trois centaines de mètres; leur profondeur, de quelques mètres à 20 ou 30 mètres. Le profil transversal est en U, les parois, rocheuses, quoique partiellement masquées par les éboulis; la forme générale est celle d'un couloir bien calibré. Le fond présente de menues irrégularités, bosses et dépressions fermées, dont quelques-unes sont originelles, mais dont la plupart sont barrées par les coulées d'éboulis. Ces gouttières peuvent se rencontrer à toute hauteur, entre le fond de la vallée et une altitude maximum qui est de 800 à 840 m. dans la vallée principale, entre Wildenstein et Oderen, et de 950 m. sur le flanc N du vallon d'Urbès (à 800 m. au Sud-Est de la marcairie du Brennwald). La répartition horizontale est également irrégulière : absentes de certaines sections de vallées, les gouttières se multiplient dans d'autres au point de se répéter cinq et six fois sur un même versant. A cet égard, les environs d'Oderen (versant droit, en face de l'église et rive gauche entre le Märleberg et le versant principal de la vallée), ainsi que le versant Nord du vallon d'Urbès (au-dessus de la scierie de Fossmatt) sont particulièrement instructifs.

Ces formes curieuses occupent diverses positions topographiques : tantôt sur un versant lisse, à peine disséqué; tantôt en travers d'un éperon qu'elles détachent plus ou moins complètement du versant. Ce dernier cas est celui du Hasenbühl (cote 504, à l'Est de Fellering), auquel M^r Meyer a consacré une description détaillée; du pédoncule qui relie le Märleberg au versant Est; du Gommkopf (cote 841, à l'Est de Kruth). Ce dernier point fait partie d'un éperon E-W qui, se détachant du Trehkopf (1 266 m.) se termine vers 700 m. au-dessus de la Thur, au bord d'une paroi d'auge abrupte. Vu d'une certaine distance, il apparaît comme une sorte de trapèze oblique, dont la faite prolonge exactement le profil de l'éperon au-dessus et au-dessous; il est isolé, de part et d'autre, par deux gouttières, longues de 200 m. environ, profondes de 30 à 40 m., à profil en U et parois rocheuses; celles-ci s'ouvrent largement aux deux extrémités, au-dessus de ravins en V d'un caractère tout différent. Quelques blocs erra-

1. J. BLACHE, *Le bord d'auge glaciaire du Grésivaudan (rive gauche)*. (Travaux de l'Institut de Géographie Alpine de Grenoble, II, 1914, p. 353-407). Les formes décrites par M^r BLACHE, sous le nom de « gouttières », ressemblent en tous points à celles dont nous nous occupons ici. Toutefois je n'ai pas observé, dans la vallée de la Thur, les particularités de distribution verticale et horizontale qu'il pense avoir reconnues dans le Grésivaudan.

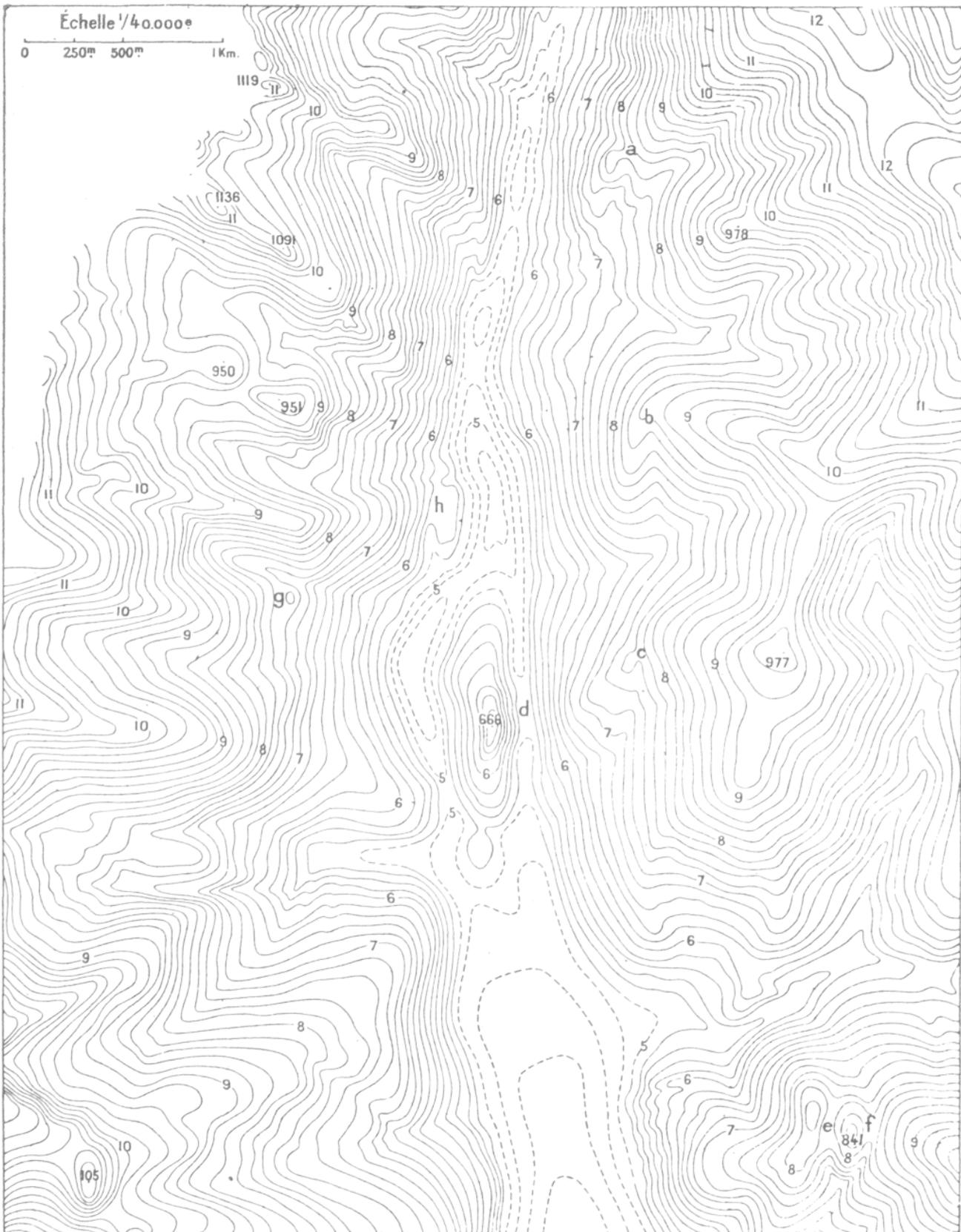


FIG.4. — CARTE DES ENVIRONS DU SCHLOSSBERG (VALLÉE DE LA THUR).
 Échelle, 1 : 40 000. — Point 666 : Schlossberg; point 841, Gommkopf. En courbes interrompues, restitution du fond d'auge glaciaire : les courbes fermées représentent les bassins de surcreusement ; a..... h, « gouttières ».

tiques de granite se rencontrent dans le couloir inférieur, parmi les éboulis de schistes métamorphiques.

Ces formes présentent un cachet glaciaire incontestable. Non seulement le glacier a passé par là, mais c'est lui qui a façonné le versant. Mais comment ? MM. Meyer, Bénévent et Blache, s'inspirant d'une remarque de M^r J. Brunhes¹, attribuent la formation des gouttières — ainsi que des encoches de verrou, qui n'en diffèrent pas essentiellement — à la collaboration de l'érosion torrentielle sous-glaciaire et de l'érosion glaciaire, la première sciant une gorge que la seconde façonne suivant le mode qui lui est propre. Cette explication est probablement exacte dans la plupart des cas ; elle est même très vraisemblable quand la gouttière coïncide avec un ensellement dans l'axe d'un éperon ; encore faut-il qu'elle occupe une position telle que les eaux de fonte soient abondantes et tendent à s'y concentrer. Ces conditions ne se rencontrent, semble-t-il, qu'à proximité de l'extrémité du glacier et à une hauteur modérée au-dessus du fond. Quand, au contraire, la gouttière se rencontre au haut d'un versant raide et lisse, très loin vers l'amont, on ne voit pas pourquoi les eaux sous-glaciaires auraient recherché ces passages plutôt que de descendre tout droit la pente du versant². Il faut donc, semble-t-il, voir dans les gouttières une forme spéciale de l'érosion glaciaire, aidée ou non par l'érosion torrentielle sous-glaciaire, la localisation du sillon étant préparée soit par une particularité structurale, soit par une diminution de la pente du versant, soit mieux encore par un ensellement dans l'axe d'un éperon³.

Cette relation des formes glaciaires avec la topographie pré-glaciaire est encore plus évidente quand on examine les *îlots rocheux* qui constituent l'une des curiosités de la vallée de la Thur. On n'en compte, en effet, pas moins de cinq, parfaitement nets, sans parler d'un plus grand nombre d'autres imparfaitement formés (voir fig. 5). Ce sont, de l'amont à l'aval : 1° entre Wildenstein et Kruth, le *Schlossberg* (altitude du sommet 666 m. ; hauteur au-dessus de la Thur 150 m.) ; 2° à Oderen, le *Bärenberg* (altitude 553 m. ; hauteur 91 m.) ; 3° le rocher qui porte l'église d'Oderen (hauteur, une ving-

1. L. MEYER, ouv. cité, p. 172-176. — E. BÉNEVENT, *Sur les encoches du verrou glaciaire* (C. R. Acad. Sc., CLVIII, 1914, p. 742-744), analysé dans les *Annales de Géographie*, XXIII-XXIV, 1914-1915, p. 277-278. — J. BLACHE, art. cité, p. 385. — J. BRUNHES, *Érosion fluviale et érosion glaciaire* (Revue de Géographie, I, 1906-1907, p. 281-308), p. 297-299.

2. Quand le fond de la gouttière est en forme de nacelle rocheuse (c'est le cas au Brennwald), il ne saurait être question d'érosion torrentielle.

3. Ces gouttières peuvent fournir des indications précieuses sur l'altitude de la surface du glacier, en l'absence de moraines latérales, qui sont rares dans les Vosges, et des blocs erratiques, dont l'identification n'est pas toujours facile. Par exemple, le sommet du Gommkopf (841 m.) ne porte pas trace d'érosion glaciaire : il est couvert de débris en place. On peut donc admettre que la surface du glacier, qui a façonné les gouttières latérales, n'a pu dépasser que de fort peu le point culminant.

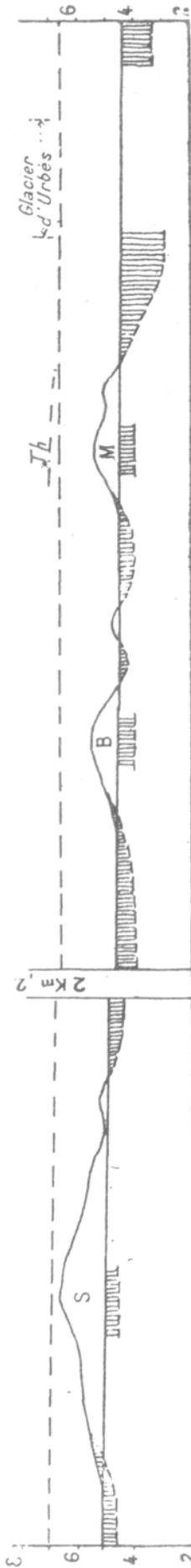


FIG. 5. — PROFIL EN LONG DU FOND ROCHEUX DE LA VALLÉE DE LA THUR.

Echelle des hauteurs et des hauteurs, 1 : 35 000 environ. — S. Schlossberg. — B. Bärenberg. — M. Märleberg. Entre ces deux derniers îlots, le rocher de l'église d'Oderen. En trait plein, profil actuel de la Thur ; en trait interrompu, thalweg de 680-630 m. — Th, moraine médiane du Thalhorn. Le grisé représente le remplissage morainique et fluvio-glaciaire. La lacune, de 2 km, 2 de longueur, correspond au bassin de Krüth : le fond y semble assez régulier.

taine de mètres); 4° le *Märleberg* (altitude 546 m.; hauteur 97 m.); 5° à Husseren, le *Bannwehr* (altitude 492 m.; hauteur 60 m.). Ces rochers sont complètement isolés au milieu de la vallée par deux gouttières, dont le cours d'eau n'emprunte pas toujours la plus large. Il n'y a d'exception que pour le Märleberg, qui se rattache au versant gauche par un pédoncule très mince et entaillé d'encoches profondes, et le Bannwehr qui, bien qu'isolé, occupe une position un peu latérale au confluent de la Thur et du ruisseau de Mollau. Leur pied est noyé dans le remplissage morainique et fluvio-glaciaire ; la moraine recouvre même leurs pentes amont jusqu'à une certaine hauteur (*moraine d'obstacle*). Le sommet, comme les flancs, sont nettement moutonnés¹.

Entre ces buttes se creusent des ombilics (fig. 5). Si on restitue par la méthode des profils transversaux, la courbe du lit glaciaire, on obtient, pour la profondeur des différents bassins au-dessous du thalweg actuel, les valeurs suivantes, qui ne sont évidemment qu'approximatives :

1. De cette description, ainsi que des figures qui l'accompagnent, il ressort que les îlots rocheux de la vallée de la Thur ressemblent exactement aux « verrous » de Saint-Maurice en Valais, de Saint-Marcel en Tarentaise, du Kirchet dans la vallée de l'Aar, etc. J'ai cru cependant devoir éviter cette expression qui a le défaut d'évoquer l'idée d'une barre transversale et de confondre deux formes parfois difficiles à distinguer, mais qui, comme on le verra par la suite, n'ont pas nécessairement la même origine, savoir, le seuil comme celui qui ferme parfois le débouché des cirques (c'est le *Querriegel* de PENCK) et l'îlot rocheux isolé dans le fond d'une vallée (*Riegelberg* du même auteur). Encore cette dernière expression semble-t-elle impliquer que le *Riegelberg* dérive du *Querriegel*, ce qui n'est pas toujours vrai. Quant au terme d'*Inselberg* employé quelquefois par PENCK, il serait acceptable, s'il n'avait été employé antérieurement par W. BORNHARDT, dès 1900, pour désigner un relief résiduel dominant une surface d'érosion désertique.

Bassin de Blohn (en amont du Schlossberg).	40 m.
— de Kruth (entre le Schlossberg et le Bärenberg).	70 —
— de Kruth (en amont du Bärenberg).	60 —
— d'Oderen (en amont du Märleberg).	45 —
— de Fellerling (en aval du Märleberg).	130 —

Le profil longitudinal du fond rocheux est donc très irrégulier : la pente, entre le sommet du Märleberg et le fond du bassin de Fellerling, est de 40 p. 100. Les pentes transversales sont encore plus fortes : le flanc E du Schlossberg est incliné de 60° en moyenne, avec des parois presque verticales.

Quelle est l'origine de ces formes singulières ? Érosion glaciaire, sans aucun doute, mais dans quelle mesure, et par quel processus ? Érosion différentielle s'exerçant sur des roches de résistance diverse, intensité inégale de l'érosion glaciaire, ou enfin modification d'une topographie préglaciaire dans laquelle ces accidents auraient, pour ainsi dire, été préformés ?

Écartons d'abord l'hypothèse d'une érosion sélective. Sans doute les flots de la Thur sont formés de roches résistantes, granite porphyroïde pour le Schlossberg, schistes métamorphiques granitisés pour le Bärenberg, le Märleberg et le rocher de l'église d'Oderen. Mais ces mêmes roches constituent aussi les versants encaissants, granite à droite, schistes métamorphiques à gauche¹. Cette différence de constitution entre les deux versants a dû favoriser l'isolement latéral des rochers ; mais rien, dans la structure connue, n'explique leur mise en relief dans le sens longitudinal.

On ne voit pas davantage que les ombilics correspondent à des lieux d'érosion maximum et les saillies à des lieux d'érosion minimum. Le bassin de Fellerling, le plus creux de tous, coïncide, il est vrai, avec le confluent de l'important glacier d'Urbès, et l'on peut croire que ce n'est pas un effet du hasard. Mais ailleurs, on n'observe rien de semblable : les glaciers affluents étaient peu importants, et, au moment de l'extension maximum, ils se distinguaient à peine du glacier principal.

Les bosses et les ombilics ne représenteraient-ils donc que des inégalités du lit glaciaire, comparables, toutes proportions gardées, aux seuils et aux mouilles du lit fluvial ? Mais il ne faut pas perdre de vue que ces inégalités sont énormes. Si on prend pour l'altitude du glacier, au voisinage de l'extension maximum, le chiffre de 840 m. donné par le Gommkopf², et d'ailleurs confirmé par les moutonnements du versant opposé, on voit que l'épaisseur de la glace était sur les ombilics double

1. *Geol. Führer*, p. 382-383.

2. Voir ci-dessus, p. 396, note 3.

(400 m. et plus) de celle qu'elle était sur les seuils (moins de 200 m.). Naturellement, pour une altitude moindre de la surface du glacier, la disproportion serait encore plus frappante. On comprendrait mieux ces inégalités si la pente générale était forte et irrégulière. Mais le profil montre que la pente générale est modérée et que la profondeur du lit glaciaire au-dessous du thalweg actuel de la Thur ne varie qu'entre 40 et 70 m. (abstraction faite du bassin de Fellingring, fortement surcreusé pour la raison indiquée plus haut). Si même on faisait abstraction des bosses rocheuses pour ne considérer que les ombilics qui les séparent et les couloirs latéraux qui les isolent, on pourrait dire que le profil du lit glaciaire, jusqu'en amont de Fellingring, est à peu près régularisé : pente presque continue dans un cas, versants et contre-pentes énormes dans l'autre. Si la formation des ombilics et des seuils était tout entière la conséquence du surcreusement glaciaire, comment expliquer que le glacier, spontanément pour ainsi dire, ait créé des inégalités si évidemment défavorables à son mouvement ? Il y a là une grave difficulté mécanique que M^r de Martonne a fait clairement ressortir. L'objection est d'autant plus forte que l'auge glaciaire de la Thur s'encaisse dans des formes de maturité évidentes : on reconstitue sans peine une vallée bien mûre, dont le fond se trouvait vers 680 m. en face du Schlossberg et vers 630 m. en face de Fellingring, et dont la pente, par conséquent, était comparable à celle de la rivière actuelle. Nous demanderons, avec M^r de Martonne, par quel processus un glacier peut transformer une vallée pleinement mûre, parfaitement adaptée à son écoulement, en un lit glaciaire extrêmement jeune¹.

Sans doute, on pourrait imaginer que le mouvement des ombilics n'est pas l'œuvre de la grande extension glaciaire, mais celle des phases de retrait successives : les bosses rocheuses seraient des gradins de front glaciaire et les ombilics, des bassins terminaux. Hypothèse singulière qui accorderait au glacier en voie d'extinction ce qu'elle lui refuse à l'époque de son plein développement. Hypothèse d'ailleurs insoutenable dans le cas présent. On peut montrer, en effet, que les grandes inégalités du lit glaciaire ne sont pas postérieures à l'époque où la surface du glacier montait encore, dans la région du Märleberg, à l'altitude de 700 m. au moins. Il existe, en effet, au Thalhorn, en face d'Oderen, sur une arête rocheuse étroite, une moraine médiane très nette dont la crête atteint cette altitude². Qui voudra soutenir que dans un temps trop court pour que l'érosion subaérienne ait détruit une forme aussi périssable et aussi exposée, l'érosion du glacier affaibli aurait modifié notablement le profil de son lit rocheux ? Il faut donc

1. EMM. DE MARTONNE, *L'érosion glaciaire et la formation des vallées alpines* (*Annales de Géographie*, XIX, 1910, p. 289-317 et XX, 1911, p. 1-29), p. 317 et 17.

2. La forme et les matériaux en sont si frais que M^r MEYER (ouv. cité, p. 32) la rapporte au stade de Wesserling, stade de retrait de la glaciation wurmienne.

bien admettre que les formes de l'auge sont, à quelques détails près, plus anciennes que la moraine, et par suite sensiblement contemporaines de l'extension maximum.

Ainsi, de quelque côté qu'on aborde le problème, on ne peut expliquer la formation d'une auge glaciaire très jeune à partir d'une vallée préglaciaire pleinement mûre. Il faut donc admettre que, dès l'époque préglaciaire, cette vallée était entaillée par une vallée jeune ou à peine mûre, dont les irrégularités, modifiées par le glacier selon le mode décrit d'une manière très plausible par M^r de Martonne, auraient donné naissance aux accidents actuels.

Mais quelles irrégularités ? Du profil longitudinal ? Dans ce cas, les bosses rocheuses marqueraient l'emplacement des ruptures de pente préglaciaires, et les ombilics, à l'amont et à l'aval, correspondraient aux régions de surcreusement. On aurait donc affaire à des verrous transversaux (*Querriegel*) isolés ultérieurement par des entailles latérales. La chose est peu probable, car il ne semble pas possible d'inscrire entre le thalweg mûr de 680-630 m. et le sommet des trois bosses principales (altitudes respectives : 666 m., 553 m. et 546 m.) les deux fortes ruptures de pente qui seraient nécessaires pour la mise en relief du Schlossberg et du Bärenberg. S'agirait-il maintenant de variations brusques dans la section de la vallée, d'étranglements alternant avec des élargissements ? L'homogénéité de structure dans le sens longitudinal, qui a fait écarter l'hypothèse de l'érosion glaciaire sélective, conduit également à rejeter celle-ci.

Mais on peut concevoir que le tracé de la vallée préglaciaire ait présenté des coudes brusques qui s'opposaient, tout comme des étranglements, au libre mouvement du glacier. C'est ce que suggère l'examen de la carte, ou mieux du relief (voir fig. 2 et 3). Le Märleberg n'est autre chose que l'extrémité d'un éperon allongé dont le pédoncule, quoique très érodé, est encore visible ; il en était de même du Schlossberg et du Bärenberg ; quant au Bannwehr, il représente l'extrémité d'un éperon au confluent de deux vallées. Chacun de ces éperons présentait, comme il est de règle, un ensellement dans sa partie la plus rétrécie. Le glacier naissant, gêné dans sa progression par ces sinuosités, travailla d'abord à redresser, élargir et approfondir les défilés ; puis, son volume augmentant, il franchit les ensellements et commença à les transformer en gouttières selon le processus décrit précédemment ; quand enfin il eut recouvert l'éperon tout entier, son action érosive s'exerça à la fois sur le sommet de l'écueil et dans les couloirs latéraux, mais, comme le fait justement observer M^r Meyer, plus efficacement dans ces derniers, car la glace y était plus épaisse et les eaux de fonte plus abondantes ¹.

1. W. M. DAVIS a prévu, déductivement, semble-t-il, le cas d'une vallée à

Quant aux sections intermédiaires, on peut supposer que, les sinuosités préglaciaires y étant moins prononcées, les éperons plus courts s'abaissaient plus vite vers l'axe de la vallée. Le profil transversal se rapprochait donc de la forme d'un V symétrique. Le glacier s'y installa sans peine, chevauchant les éperons, les attaquant tant par creusement vertical que par sapement latéral, et se façonnant une auge régulière. Le surcreusement serait, conformément à la théorie de M^r de Martonne, une conséquence de la diminution de pente à l'amont et de l'augmentation de pente à l'aval des bosses rocheuses.

Résumons-nous en quelques mots. La formation des *îlots sous-glaciaires* intimement associée à celle des *gouttières*, quand elle ne s'explique ni par l'érosion sélective ni par les variations de la puissance érosive du glacier, — ce qui est le cas dans la vallée de la Thur, — suppose une conformation particulière de la vallée préglaciaire, qui n'est pas celle de la pleine maturité : soit ruptures de pente dans le profil longitudinal, soit variations soudaines dans la largeur du profil transversal, soit enfin sinuosités brusques d'une vallée encaissée. Cette dernière hypothèse est la seule qui semble pouvoir s'appliquer au cas présent. Les formes préglaciaires étaient rajeunies. Les formes glaciaires sont restées jeunes, ce qui ne prouve pas l'inefficacité de l'érosion glaciaire, mais ce qui interdit d'en exagérer l'importance. Or elle a été visiblement assez faible, comportant autant, sinon plus, de sapement latéral que de creusement vertical. Les formes préglaciaires dominant à peu près exclusivement sur les deux tiers supérieurs des versants et, dans le tiers inférieur, elles se laissent restituer sans trop de difficulté. Quant à donner une mesure précise de l'érosion glaciaire, il faudrait pour cela des termes de comparaison que les vallées vosgiennes non glaciaires peuvent fournir. Si la présente étude pouvait aider à préparer ce travail, ce serait sa meilleure justification.

H. BAULIG.

méandres encaissés soumis à une glaciation peu intense ou peu prolongée : les éperons sont réduits à l'état de bosses plus ou moins complètement détachées (*Die Erklärende Beschreibung der Landformen*, 1912, p. 411 et 414, fig. 147; voir aussi p. 443).