

DESCRIPTION DES FORMATIONS GLACIAIRES DE LA CHAÎNE
DES VOSGES EN ALSACE ET EN LORRAINE,

par M. CHARLES GRAD.

Elevée comme un rempart naturel entre la France intérieure et les pays du Rhin, la chaîne des Vosges peut être partagée en trois groupes distincts par la forme de leur relief autant que par la nature de leurs roches. Ces trois groupes, tous dirigés du sud-ouest au nord-est, sont les Hautes-Vosges, les Basses-Vosges et le groupe du Donnersberg. La coupure de la Bruche sépare nettement, à partir du plateau de Saales, le groupe élevé des Hautes-Vosges granitiques, des Basses-Vosges arénacées, aux crêtes aplaties, qui s'étendent jusque dans le Palatinat, à Kayserslautern et à Winweiler. Entre les Basses-Vosges et le groupe du Donnersberg, dont les ramifications, de formations diverses, finissent entre la Nahe et le Rhin, la séparation est moins bien marquée. Nous n'avons à nous occuper ici que du massif des Hautes-Vosges, le seul qui ait présenté des traces certaines d'anciens glaciers.

Ce massif, de forme triangulaire, s'appuie sur les Ballons d'Alsace et de Servance, pour se terminer à l'extrémité du Champ-du-Feu. Il s'élève au-dessus des plaines de l'Alsace, de la Lorraine et de la Franche-Comté, découpé à l'ouest par les vallées de la Moselle et de ses affluents, au sud par les vallées de la Savoureuse et du Rahin, tributaires de la Saône et du Doubs, à l'est par les vallées de la Doller, de la Thur, de la Lauch, de la Fecht, de la Weiss et de la Liepvre, qui débouchent du côté du Rhin.

L'existence d'anciens glaciers dans cette contrée fut signalée pour la première fois par le capitaine du génie Leblanc, lors de la réunion de la Société géologique de France à Porrentruy, en 1838. A la séance du 2 décembre 1839, M. Renoir, professeur au collège de Belfort, présenta une communication sur les moraines de Giromagny et de Wesserling. Depuis, M. Henri Hogard, le doyen actuel des géologues vosgiens, et M. Edouard Collomb donnèrent d'excellentes monographies des formations glaciaires des vallées de la Moselle et de la Thur, l'un notamment dans son livre sur le *Terrain erratique des Vosges*, publié à Epinal en 1854, l'autre dans ses *Preuves de l'existence d'anciens glaciers dans les Vosges*, publiées à Paris en 1847. Dans le présent travail, je me suis proposé de jeter un coup d'œil sur l'ensemble des formations et des traces de diverses sortes laissées par les glaciers dans toutes les vallées de la chaîne des Vosges, tant en Alsace qu'en Lorraine et sur quelques points de la Franche-Comté. Après dix années de courses et d'explorations dans nos montagnes, j'ai vu se confirmer la plupart des observa-

tions des géologues qui m'ont précédé, j'ai pu les rectifier quelquefois et les compléter par des observations nouvelles faites dans les localités sur lesquelles ils n'ont pas porté leur attention.

En remontant la vallée de la Moselle par la route d'Épinal à Remiremont, nous trouvons près du hameau du Longuet, au-dessus d'Eloyes, une sorte de digue gigantesque, en hémicycle, formée par une chaîne de monticules allant au travers de la vallée, d'un versant à l'autre, perpendiculairement au cours de la rivière. Celle-ci coupe cette barrière naturelle en deux branches de grandeur inégale, celle de droite étant beaucoup moins étendue que l'autre. Les deux branches mesurent ensemble un développement de quatre cents mètres environ. Leur élévation verticale au-dessus de la Moselle dépasse soixante mètres. Le dépôt de comblement de la vallée s'élève, à partir d'Eloyes, jusqu'à vingt-cinq mètres, au bas de la crête de la barrière en aval. En amont, le talus de la barrière est moins rapide, un peu moins élevé, et le fond du bassin redevient uni. Sur la crête aride de la digue les cultures manquent ; on n'y voit que des bruyères. Une tranchée ouverte pour le chemin de fer y traverse, sur une profondeur de quinze mètres, des graviers mêlés de sable et de gros blocs, qui apparaissent aussi sur les parois de la coupure où passe la Moselle.

Les collines qui constituent cette digue diffèrent essentiellement des pointements rocheux ou des barrages formés par la roche en place, qui percent assez souvent dans les rétrécissements des vallées du bassin de la Moselle, en traversant ou en interrompant la nappe de gravier ; en effet, elles consistent, au contraire, en matériaux meubles, semblables à ceux du dépôt de comblement du fond de la vallée, et se trouvent en un point où la vallée est très-large. Ces matériaux, sables, graviers et gros blocs, proviennent des diverses roches du bassin supérieur de la Moselle, surtout des granites de variétés différentes, avec de très-rares échantillons de syénite du ballon d'Alsace et de schistes de Bussang. Les graviers sont roulés, les gros blocs pour la plupart arrondis aux angles et rarement à vives arêtes. Blocs, graviers et sables sont entassés sans ordre, sans triage, mêlés et confondus ensemble. Point de trace de stratification, point de marque de l'action des eaux ni de leur passage par dessus la digue, sauf au bas de la coupure par où s'échappe la Moselle. Bref, les collines de la barrière du Longuet ont les caractères des dépôts glaciaires : ils forment la moraine frontale d'un grand glacier, maintenant disparu, mais qui a rempli autrefois la partie supérieure de la vallée de la Moselle.

La moraine frontale du Longuet marque la limite extrême de ce glacier, au moment de sa plus grande extension, ou du moins, si celui-ci s'est étendu plus loin, il n'a pas transporté alors de débris rocheux, ou

bien ne s'est pas arrêté longtemps. M. Hogard affirme avoir trouvé des galets rayés de schiste, avec des galets de diorite également striés, dans la plaine de Dogneville, sur les bords de la Moselle, au-dessous d'Épinal. Pour moi, je n'ai pu ramasser lors de ma visite à la moraine du Longuet aucun caillou avec des stries glaciaires. L'absence ou la rareté des galets striés par la glace tient à la prédominance des débris de granite, à la grande rareté des roches plus tendres et à pâte homogène. Pour qu'il y ait production de stries bien nettes sur les corps frottés par la glace, il faut que les grains de quartz dur enchâssés dans le glacier agissent sur des roches plus tendres ; il faut que, parmi les substances en contact, l'une fasse l'office de burin, et que l'autre puisse conserver l'empreinte.

Il y a quarante kilomètres de distance entre la moraine frontale du Longuet et les extrémités supérieures de la vallée, au Drumont et au Hohneck. L'ancien glacier de la Moselle a donc atteint une étendue supérieure à celle du glacier d'Aletsch, aujourd'hui le plus considérable des Alpes.

En amont de la moraine, s'étend une plaine unie, régulière, sans dépôt pareil à celui de la digue du Longuet dans la vallée principale de la Moselle, sauf peut-être entre Saint-Maurice et Bussang, où l'on aperçoit au bord de la route des amas de sable et de gravier non stratifiés, en grande partie démolis par les eaux. Au lieu de conserver une largeur constante, la vallée forme plusieurs bassins successifs, séparés par des étranglements, avec des pointements rocheux qui courent, comme des brides naturelles, d'une rive à l'autre, en interrompant la nappe d'alluvions.

Les plus remarquables de ces étranglements se trouvent au tissage des Maix et au hameau de La Roche, en avant et au-dessus de Rupt. Au point où la route franchit la bride de La Roche, elle s'élève à quarante mètres au-dessus de la Moselle, avec des pentes très-raides. Tandis que les parties élevées des rochers sont déchirées et rugueuses, leur base est arrondie et polie. Sur les pointements granitiques du tissage des Maix, les polis apparaissent encore mieux. La roche traverse la vallée d'une rive à l'autre en perçant la nappe d'alluvions et en livrant avec peine passage aux eaux par une coupure qui décrit un double cercle autour du granite en place. Toutes les surfaces inclinées vers l'amont, à droite et à gauche de la rivière, sont polies, tandis que le côté d'aval ne l'est pas. Sur la rive gauche notamment, les surfaces polies prennent un développement considérable et s'élèvent à plus de vingt mètres au-dessus de la rivière. Plus haut, les polis s'effacent, mais les rochers conservent leurs formes arrondies et moutonnées. A droite, entre la route et la rivière, le rocher qui supporte un petit pavillon à l'extrémité

du parc est traversé par une multitude de veines quartzzeuses entré-croisées et en saillie, séparées par des cavités produites par l'altération du granite. Rien ne semble d'abord moins égal, moins régulier que la surface de ce rocher. Cependant, en y regardant de près, la plupart des veines de quartz en saillie paraissent planes; elles se coordonnent aux courbures d'une surface mamelonnée comme celle des rochers, sans altération, de l'autre rive; même, quand on ôte les lichens qui tapissent les creux et les filets quartzzeux, on remarque sur le quartz des stries fines. Les mêmes stries reparaissent sur les surfaces polies de la rive gauche, dirigées dans le sens de la vallée, parallèles entre elles ou se coupant sous un angle aigu. Toutes ces stries s'effacent au niveau de l'eau, jusqu'à la hauteur que peuvent atteindre les grandes crues de la Moselle; elles ne proviennent pas d'un glissement de rochers et ressemblent parfaitement à celles produites par les glaciers sur les surfaces rocheuses qui s'opposent à leur marche. Un autre fait vient d'ailleurs confirmer cette origine: c'est la présence d'une moraine par obstacle, formée en arrière des pointements rocheux des Maix, indépendante et à distance des dépôts de même nature épars sur les deux versants de la vallée.

Outre les surfaces polies d'origine glaciaire, les rochers des Maix portent de petits canaux irréguliers, à surface rugueuse, d'une origine différente. Les mêmes canaux se montrent encore en plus grand nombre à côté des polis du vallon de la Prelle, ouvert dans un des replis du Ballon de Servance, au bas de Saint-Maurice. Dans ce vallon, la roche est une syénite rose. La Prelle coule souvent sur la roche en place, où sable et gravier font défaut. Cette roche offre de belles surfaces polies jusqu'à cinquante mètres au-dessus du lit du ruisseau, avec des stries glaciaires bien distinctes, parallèles à l'axe de la vallée. Mais sur les points atteints par les eaux, les polis manquent; à leur place, la roche se recouvre de petits sillons, qui diffèrent des cannelures qui accompagnent souvent les surfaces polies avec stries, en ce qu'ils sont irréguliers et forment des creux plus ou moins rugueux, tandis que les cannelures affectent des lignes droites en décrivant des courbes à grand rayon, et sont lisses et moins profondes; les uns et les autres ne s'entre-croisent jamais, ni ne se rencontrent sur un même point. Pour trouver des cannelures il faut s'élever au-dessus du niveau des plus fortes crues; quant aux sillons, ils sont confinés dans les gouttières servant à l'écoulement des eaux.

Il n'y a plus de moraine frontale dans la vallée principale de la Moselle entre le Longuet et Saint-Maurice. Mais on en rencontre dans les vallons latéraux de la Suche, de Remanvillers, de Rupt, de Fondromé, du Thillot et des environs de Remiremont. Bien des fois ces moraines des vallons secondaires manifestent une puissance étonnante

pour la faible étendue des petits glaciers dont elles doivent provenir. Un examen attentif fait constater que leurs matériaux, en grande partie étrangers à la localité, proviennent des déjections du glacier principal ou du remaniement de ses moraines latérales. Celles-ci forment des traînées de débris, éparses sur les deux versants de la vallée, au-dessus des terrasses latérales de la Moselle, avec une disposition des graviers, des sables et des gros blocs, analogue à celle des moraines frontales. La surface des terrasses du fond de la vallée se coordonne à un plan général, et leurs talus présentent en divers points une stratification assez nette. Les amas de débris situés plus haut, dispersés suivant des lignes qui remontent le cours de la vallée le long de ses versants, se composent de matériaux non stratifiés et sans triage en raison du volume ou de la pesanteur; ils ne rappellent pas plus les cônes d'éboulement que les dépôts de sédiment. Comme les gros blocs arrondis ou à arêtes vives se montrent mélangés aux sables et aux graviers à toutes les hauteurs, ils ont dû se déposer peu à peu et en même temps que ces graviers et ces sables. Un autre caractère de ces amas, c'est d'être plus forts sur certains points élevés que dans les dépressions et d'apparaître sur les pentes rapides comme sur les plateaux isolés, tantôt d'un seul côté de la vallée, tantôt sur les deux versants, à des hauteurs différentes, appliqués sur les flancs des montagnes.

Les moraines frontales des vallées secondaires sur la rive gauche de la Moselle, à Fondromé, au Thillot, à la Grande-Courue de Remiremont, se composent de galets, de sables et de blocs. La moraine du Thillot fournit beaucoup de galets striés de schistes et de grauwackes, mêlés à des débris d'eurite et de granite; mais plus bas dans la vallée, les cailloux schisteux deviennent rares. Dans la moraine du lac de Fondromé, à l'altitude de 580 mètres, soit 160 mètres au-dessus du fond de la vallée, j'ai remarqué des blocs de grès mêlés aux débris granitiques. La moraine latérale de la Moselle s'étale en avant du dépôt formant le barrage du lac et renferme des blocs de syénite. Sur la rive droite de la Moselle, les sables dominent dans les moraines de Rupt et de Remanvillers, provenant de la désagrégation du grès vosgien qui forme la crête des montagnes voisines, ligne de partage des eaux entre les vallées de la Moselle et de la Moselotte. L'abondance du sable a même fait donner le nom de *Sablons* à la moraine de Remanvillers, où ce sable présente des couches inclinées, entre-croisées, entre-mêlées de lits d'argile pure ou sableuse. La moraine de Rupt, à plusieurs plis, offre également de petites couches de sable plus régulières encore, surtout vers le bas, alternant à la base avec des dépôts argileux. Plus haut le sable renferme des galets siliceux arrondis, provenant aussi des grès des montagnes voisines, et vers le sommet on trouve des blocs de gra-

nite. Nous expliquerons plus loin comment de pareilles formations se développent sur les flancs des glaciers.

Les moraines de Remanvillers, de Rupt, du Thillot, de Fondromé et des environs de Remiremont, semblent trop puissantes pour avoir tiré tous leurs matériaux de la localité même. Déjà M. Hogard a constaté que leur formation est due pour une bonne part au remaniement des moraines latérales du grand glacier de la Moselle. Presque toujours les déjections du glacier principal se sont mêlées aux débris fournis par les cirques des petits glaciers secondaires. Aux environs de Remiremont, les moraines de Fallière et celles d'Olichamp présentent l'aspect de vraies moraines frontales, bien qu'elles proviennent des déjections latérales du grand glacier de la Moselle, qui a franchi le col de la Demoiselle pour passer dans la vallée de l'Ogronne sur le versant opposé des montagnes. La courbure des moraines se tourne du côté d'Olichamp, d'une part, et de Fallière, de l'autre, en dehors de la vallée de la Moselle. Ces deux moraines renferment quantité de blocs parfaitement striés de granite, d'eurite, de grès vosgien. On y voit beaucoup de blocs erratiques et de débris de roches étrangères à la localité, provenant des montagnes du bassin supérieur de la Moselle. A la croix de Vargottes, sur le col qui conduit de la vallée de la Moselle au Val d'Ajol, on trouve sur les assises supérieures du grès vosgien, des blocs de granite, originaires des environs du lac de Fondromé, à plusieurs kilomètres en amont, qui ont dû franchir en ligne droite les vallons des Mourots, du Gravier, de la Divière, les vallées du Gihard et d'Hérival, ainsi que les montagnes intermédiaires. Dans les Alpes, les sommets des cols présentent souvent des blocs erratiques dans des positions semblables, où des courants d'eau ne les ont certainement pas portés. Un peu au bas du col franchi par la route de Remiremont au Val d'Ajol, existe une autre moraine dont la courbure se tourne du côté de la Moselle, en sens inverse de celle d'Olichamp. C'est la Grande-Courue, séparée de la moraine d'Olichamp par la Tête de Bambois. Cette montagne se relie aux sommets du Sapenois et du Corroy, formant ainsi une sorte de cirque dans lequel un petit glacier a pu persister pendant quelque temps, refouler en aval la moraine latérale du grand glacier et remanier partiellement cette dernière pour en faire une moraine frontale à son extrémité, où l'on reconnaît, à côté des matériaux charriés à sa surface et provenant de son propre cirque, des débris des roches des montagnes de la vallée principale, caractéristiques de la moraine latérale de la rive gauche de l'ancien glacier de la Moselle.

Remiremont s'élève au confluent de la Moselotte avec la Moselle. Les deux rivières ont une égale importance, l'étendue de leurs vallées en amont du confluent est à peu près la même, et les formations glaciaires

de la Moselotte méritent autant d'attention que celles de la Moselle. Signalons rapidement les énormes moraines de la vallée latérale de Cleurie, à partir de Saint-Amé ; la moraine par obstacle de Rochesson, sur les flancs d'une arête avancée du Roc des Duces, au-dessus de Vagney ; les roches polies et moutonnées entre Saulxures et Cornimont ; les moraines de la vallée de Ventron ; celles des vallées du Chajoux, de la Colline de Vologne, ramifications supérieures de la Moselotte au-dessus de la Bresse. Les lacs du Lispach et du Marchet, l'étang de la Cuve, le lac de Blanchemer, celui des Corbeaux, tous situés également en amont de la Bresse, dans autant de vallons différents, doivent leur origine à des moraines frontales. En avant du lac des Corbeaux, les blocs erratiques atteignent des dimensions énormes. Peu de sites dans les Vosges ont un aspect plus gracieux que le bassin de Blanchemer, avec sa nappe d'eau étalée au fond d'un vaste cirque, derrière une large digue de débris et de blocs amoncelés, et reflétant dans son onde la tendre verdure des hêtres. Quant au lac de Lispach, la tourbe l'envahit et y forme des îles flottantes avec de chétifs arbrisseaux. Ayant décrit les relations des tourbières avec les formations erratiques, dans une étude sur les lacs des Vosges insérée au *Bulletin de la Société géologique* de mars 1869, je n'ai pas à y revenir ici.

Deux ou trois kilomètres au bas du Lispach, une dizaine de moraines frontales, hautes de vingt à trente mètres, se succèdent à de courts intervalles, barrant la vallée du Chajoux d'une rive à l'autre, et livrant à peine passage au torrent à travers de profondes coupures. Le chemin se presse contre le courant d'eau pour passer avec lui dans le même défilé, dont les parois montrent nettement la composition des moraines. Ce sont des amas de sable et de gravier, sans stratification, avec des blocs plus gros suspendus dans la masse à toutes les hauteurs. Point de doute possible sur l'origine glaciaire de ces dépôts ; jamais un courant d'eau n'a déposé des digues aussi élevées, aussi nombreuses, en travers de son lit. Tantôt les coupures entament les moraines au milieu, tantôt sur les côtés. La nappe de comblement qui supporte les moraines frontales est peu profonde ; elle disparaît souvent pour laisser percer la roche vive en place, sur laquelle les eaux se brisent en bouillonnant. D'un autre côté, les moraines latérales montent à une grande hauteur sur les flancs des montagnes revêtus de prairies, avec de petits champs de seigle et de pommes de terre autour des maisons disséminées. Puis, vers son débouché, la vallée se resserre, redevient plus sauvage, et ne forme plus qu'une gorge rocheuse que le torrent du Chajoux franchit avec de brusques détours.

La vallée de la Colline de Vologne présente également une dizaine de moraines frontales, depuis Blanchemer et Bellehutte jusqu'à sa

réunion avec la vallée du Chajoux. Au bas de Cornimont, la Moselotte reçoit les eaux réunies du torrent de Ventron et du ruisseau de Travexin, dont les deux vallées renferment de même d'énormes dépôts morainiques au-dessus de la Roche du Sage, au Corps de garde, à droite de la route du Thillot par le col du Ménil. Dans la vallée principale de la Moselotte, il n'y a plus de moraine frontale jusqu'au confluent de la Moselle. Mais la vallée du Bouchot en présente plusieurs près de Rochesson et de Creusegoutte, sans compter la remarquable moraine par obstacle dressée en avant de la Roche des Ducs, au-dessus de Vagney. Plus bas encore, la vallée de Cleurie, qui s'ouvre à Saint-Amé, appelle l'attention sur ses moraines de sable stratifiées.

Tous les matériaux des moraines de la Moselotte et de ses branches supérieures proviennent de granites de variétés diverses; mais le sable des moraines frontales à partir de Saint-Amé résulte surtout de la désagrégation des grès vosgiens. Lors de la construction de la route de Gérardmer à Remiremont, une coupe a dû être pratiquée dans la première moraine de Saint-Amé. Cette coupe montre dans le sable une multitude de petites couches entre-croisées, sans aucune direction régulière ni constante; quelques galets siliceux sont disséminés dans la masse, aussi rares que les gros blocs de granite; le sable est très-fin. On ne trouve pas sur ce point d'amas argileux ou de boue glaciaire; mais il y en a dans les premières moraines du Tholy, dont la structure et la composition sont les mêmes. Le ruisseau de Cleurie traverse d'ailleurs la moraine de Saint-Amé, tout près de la route, et y forme une petite chute appelée le Saut de la Cuve. La stratification confuse et grossière de la moraine ne s'accuse pas nettement. Au premier aspect, on dirait un amas de remblai entassé par la main de l'homme. Cependant, si nous nous rappelons ce qui se passe sur la pente terminale des glaciers actuels au moment de la fonte, cette structure s'explique parfaitement. En effet, les filets d'eau, les ruisselets qui naissent chaque jour à la surface des glaciers, quand la température s'élève suffisamment en été, ces ruisselets s'épanchent ou s'écoulent dans le sens de la pente. Pendant leur marche, ils entraînent le sable et les petits cailloux, et les déposent en couches plus ou moins épaisses sur les côtés du glacier et surtout au pied du talus terminal. Comme la fusion s'arrête le soir, le ruissellement a ses intermittences. Le fond du glacier changeant constamment aussi sous l'influence de la fusion et de son mouvement, l'inclinaison des couches de sable, de boue ou de gravier se déplace. De là l'entrecroisement des couches et la confusion de la stratification observés dans le sable de la moraine terminale de Saint-Amé. Ni dans la moraine de Saint-Amé, ni dans celles du Tholy ou de Rupt, les couches ne se prolongent d'un bord

l'autre du dépôt comme au fond des nappes d'eau, et leur épaisseur n'est pas uniforme non plus.

Hâtons-nous néanmoins d'ajouter que, dans certaines circonstances, des dépôts régulièrement stratifiés peuvent se former avec le concours de l'eau au sein des moraines. Ainsi au glacier inférieur du Grindelwald, on voit un ruisseau, qui descend des flancs de l'Eiger, former contre la moraine latérale de la rive gauche qui barre son cours, un petit lac temporaire avec des couches de sable d'une régularité parfaite. Au glacier de Zmutt, dans la vallée de Zermatt, que nous avons visité une première fois en 1866, la fusion très-forte pendant les dernières années abaissa depuis considérablement la surface du glacier, qui se rétrécit en même temps au milieu et dans la partie supérieure de son cours, de manière à se trouver isolé des petits glaciers latéraux. En 1869, il était resserré en amont, entre deux puissantes moraines latérales, qui laissaient un intervalle assez vaste, une sorte d'énorme sillon entre les montagnes des deux rives et le courant de glace. Or, ces deux sillons servaient de lit à des ruisseaux venus des régions supérieures, notamment des flancs du Mont-Cervin. Après la fonte des neiges et les pluies, les ruisseaux se changeaient en torrents, charriant de grandes quantités de débris, de manière à former le long des moraines des dépôts de limon, de sable, de cailloux roulés bien arrondis, avec une stratification pareille à celle des alluvions ordinaires. Remaniés parfois et tout-à-fait semblables aux formations des eaux courantes de nos vallées, ces dépôts stratifiés de Zmutt étaient composés de roches de même nature que celles fournies directement par le glacier à ses moraines latérales.

Après la moraine frontale de Saint-Amé, viennent successivement celles de Julienrupt, du Tholy, du Beillard, de Gérardmer, tandis que les moraines latérales s'élèvent à une hauteur considérable sur les deux versants de la vallée de Cleurie. Le ruisseau de Cleurie, sorti des tourbières du Beillard, coupe ces moraines frontales, ou plutôt il suit la coupure ouverte par le torrent de l'ancien glacier. Seule, la grande moraine à plusieurs plis, située au bas du lac de Gérardmer, n'a pas été entamée; pareille à la moraine du lac de Lourdes, dans les Pyrénées, au lieu de laisser aux eaux de Gérardmer un libre cours dans le sens de la vallée de Cleurie, elle les force à rebrousser chemin, pour s'écouler en amont par l'étroite gorge de la Vologne, et se rendre dans la Moselle par la vallée de Granges, Docelles et Jarménil. Sans doute, lors de l'existence du glacier formé sur les flancs du Hohneck et qui s'est étendu à travers la vallée actuelle de Cleurie, les eaux pouvaient déjà s'échapper par la fissure de la Vologne, et le ruisseau formé au-delà de ce point ne pouvant se frayer un chemin à travers l'énorme accumulation de débris

qui existe en aval de Gérardmer, ces moraines sont restées intactes et ont amené la formation du lac. Le sommet de la moraine au bas du lac de Gérardmer se trouve à 698 mètres d'altitude, le niveau du lac à 665 mètres, son fonds entre 620 et 630 mètres; le ruisseau alimenté par ses eaux, la Jamagne, se déverse à 665 mètres, pour tomber dans la Vologne à 620 mètres, à un niveau correspondant à peu près au fond même du lac.

Ainsi la moraine frontale du lac de Gérardmer atteint une hauteur totale de soixante-dix à quatre-vingts mètres. Les moraines du Rein-Brice, au Tholy, et celle du Beillard, entre le Tholy et Gérardmer, ont une égale élévation. Nulle part dans les Alpes, je n'ai trouvé au pied des glaciers actuels des dépôts d'une puissance pareille, si ce n'est à l'extrémité des glaciers de Miage et de Brenva, dans la vallée de l'Allée-Blanche, sur le versant italien du Mont-Blanc. Cependant la retraite des glaces dans la plupart des vallées des Alpes, pendant les dernières années, a laissé debout leurs moraines frontales, sans les abattre ni les diminuer. La masse des débris accumulés dépend à la fois de l'étendue du glacier, du temps qu'il séjourne ou s'arrête au même point, et de la facilité plus ou moins grande avec laquelle se désagrègent les roches des montagnes qui le dominent : circonstances dont l'influence est encore modifiée par l'action destructive du torrent issu du glacier, par la proportion ou la mesure dans laquelle ce torrent emporte et disperse les débris tombés sur ses bords au bas du glacier.

Dans le haut de la vallée de la Vologne, la moraine frontale du lac de Longemer s'élève à quelques mètres seulement au-dessus de la surface et ne présente pas de bourrelet bien saillant. Sur la rive gauche, cette moraine est coupée à une faible profondeur par le lit de la Vologne, qui, après être sortie du lac de Retourner, sur les flancs du Hohneck, traverse, entre Longemer et le confluent de la Jamagne, la moraine frontale de Xonrupt, près du Saut des Cuves.

La moraine de Xonrupt est coupée par la Vologne sur toute sa hauteur. Elle consiste surtout en sable grossier, différent de celui de la moraine frontale de Saint-Amé, et, dans une carrière pratiquée sur la rive gauche pour l'exploitation du sable, il y a de grands amas d'argile sableuse. Au Saut des Cuves, la coupe pratiquée dans la moraine, lors de la construction de la route, indique à la partie inférieure des couches de sable et de menu gravier alternant ensemble, dans la partie supérieure quelques blocs anguleux ou arrondis, au milieu enfin des sables et galets agglutinés de manière à constituer une sorte de grès grossier peu dur.

Aucune particularité n'est à signaler dans les moraines de Gérardmer et du Beillard. Quant à celles du Tholy, elles présentent aussi sur

certain points des couches entre-croisées, divisées par des lits d'argile sableuse ou de boue glaciaire. De gros blocs de granite et des fragments plus petits sont disséminés dans la masse sableuse, peu nombreux à la surface du premier pli en amont, en plus grande abondance sur la crête de la deuxième ondulation. Les blocs ont conservé ici presque tous de vives arêtes, avec un volume de plusieurs mètres cubes. Un de ces blocs mesure même de 100 à 120 mètres cubes : il a été remarqué par la Société géologique lors de sa visite en septembre 1847. Les ondulations; ou plutôt les moraines frontales, du Tholy au Rein-Brice, sont au nombre de quatre, se touchant toutes vers la base, suivies par une cinquième à faible distance. La largeur de la vallée occupée par les moraines est d'environ un kilomètre. Selon M. Hogard, elles mesurent ensemble, sur une longueur de trois kilomètres, près de 160,000,000 mètres cubes de blocs, de gravier et de sable, déduction faite des parties enlevées par le ruisseau de Cleurie et le torrent de l'ancien glacier. Quelques-uns des gros blocs de la cinquième moraine du Rein-Brice conservent encore de petites surfaces polies. Dans toute la vallée de Cleurie, puis dans la vallée supérieure de la Vologne, du Saut des Cuves à Retournermer, de longues traînées de débris constituent des moraines latérales bien marquées, dont les matériaux proviennent, jusqu'au Tholy, de granites de toutes les variétés, depuis le leptynite à grain fin jusqu'au granite porphyroïde à gros cristaux. Sauf un petit lambeau de schistes anciens qui affleure dans la partie supérieure de la route de la Schlucht, nous ne connaissons pas d'autres roches dans le bassin en amont du lac de Gérardmer.

Dans la vallée inférieure de la Vologne, à partir de la gorge de Granges, toute formation glaciaire bien accusée fait défaut. Il n'y a plus de moraine frontale. Le bloc erratique de granite situé sur le grès vosgien, dans le village de Jarménil, a pu être transporté par un courant d'eau aussi bien que par la glace en mouvement.

La vallée de la Meurthe, qui commence au Collet, près du passage de la Schlucht, sur le versant opposé à la source de la Vologne, ne présente pas non plus de grande moraine frontale. Il y a bien dans le fond de la vallée, autour du Valtin, de petits amas de détritiques en saillie et au-devant des vallons latéraux; mais ce sont plutôt des cônes de déjections formés par les eaux torrentielles que de vraies moraines frontales. Plus bas, du côté de Xéfosse, sur la rive droite de la Meurthe, la base d'un promontoire rocheux est moutonnée, mais sans stries glaciaires encore reconnaissables sur les veines de quartz. Sur les flancs des montagnes des deux versants, on remarque des traînées de blocs anguleux et de menus débris. Débris et blocs sont tous granitiques et deviennent moins nombreux du côté de Habeaurupt, sans atteindre

nulle part de fortes dimensions. Probablement ce sont les restes des moraines latérales. Une autre branche de la Meurthe qui débouche à Anould ne renferme pas dans son bassin de formation glaciaire mieux caractérisée.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les vallées du versant lorrain, et nous passerons immédiatement aux vallées méridionales et alsaciennes, nous bornant à citer encore, du côté de l'ouest, les blocs erratiques des plateaux élevés du Haut du Roc, du Grismouton, de Bellefontaine.

Si nous nous tournons vers le sud, en dehors du bassin de la Moselle et de ses affluents, nous trouvons d'abord la moraine d'Hérival, dans une des branches supérieures du bassin de la Combeauté, puis, sur les flancs des deux Ballons de Servance et d'Alsace, les moraines des vallées du Rahin et de la Savoureuse.

Ces deux vallées, profondément encaissées, descendent du nord au sud et présentent sur leur parcours les mêmes roches, mais beaucoup plus variées, que celle de la Moselle. La syénite, qui constitue la tête des Ballons, forme les versants de la vallée du Rahin jusqu'à la sente de la Vieille-Hutte, suivie plus bas par des porphyres de plusieurs sortes, des mélaphyres, des schistes, des conglomérats et des grauwackes, passant d'une crête à l'autre. Le torrent du Rahin coule à 300 ou 400 mètres au-dessous des lignes de faite, dans un fond rétréci, étranglé à plusieurs reprises par des brides rocheuses, semblables à celles de la Moselle, notamment au bas de la Planche-aux-Bœufs et de la scierie de Saint-Antoine. Des blocs erratiques en grand nombre et à fortes dimensions, parmi lesquels on distingue surtout la syénite des Ballons, se dressent, accompagnés de traînées de menus débris, sur des pentes fortement inclinées de porphyre brun et d'autres formations, jusqu'à 50 et 400 mètres au-dessus du niveau du Rahin. Ce sont les restes des moraines latérales, faciles à suivre jusqu'au bas de Plancher-les-Mines. Nulle part ne paraît de moraine frontale sensiblement élevée au-dessus du fond. Une petite moraine par obstacle, avec galets glaciaires, entamée par la route, s'appuie contre un pointement rocheux, à surface polie, non loin du cimetière. Un peu plus en amont, à côté d'une usine métallurgique, un autre pointement de porphyre brun s'élève au milieu de la vallée, coupé à pic sur la gauche, sur une hauteur de douze à quinze mètres, et parfaitement isolé ; il présente aussi une surface moutonnée et polie. Entre Plancher-les-Mines et Plancher-Bas, la vallée forme, à deux reprises, des terrasses séparées par un étranglement et élevées au-dessus de la nappe d'alluvions récentes, au niveau de laquelle montent, sans la dépasser, les grandes eaux du Rahin.

Plus nombreux que dans la vallée du Rahin, les blocs erratiques de la vallée de la Savoureuse ont donné au capitaine Leblanc la première idée de l'existence d'anciens glaciers dans les Vosges. Ils sont répandus sur les deux versants des montagnes au-dessus de Giromagny, à l'entrée de la vallée, jusqu'à cent mètres et plus de hauteur au-dessus du lit de la Savoureuse. Certains blocs de la Tête-des-Planches, sur la rive droite, mesurent de 100 à 120 mètres cubes. La montagne consiste en un grès rouge à l'état d'arkose ; les blocs erratiques en syénite, en diorite verte, en mélaphyre, en porphyre de plusieurs sortes, et en grauwacke métamorphique, parfois à angles vifs, mais plus souvent encore arrondis. L'altitude maximum de la Tête-des-Planches est de 638 mètres, celle du lit de la Savoureuse à Giromagny, de 420 mètres : un courant d'eau, surtout un courant violent, n'a pu déposer là tous ces blocs sur des pentes souvent fortement inclinées. Les blocs se trouvent encore en plus grande quantité sur le mont Saint-Daniel, formé de grauwacke métamorphique. Il y en a déjà aussi sur le sommet de la côte, en avant de la Tête-des-Planches et à droite de la première moraine frontale. Sur le versant gauche, des blocs provenant de toutes les variétés de roches de la partie supérieure de la vallée, sont éparés en égale abondance jusqu'au pied du Ballon. Ce sont les restes des moraines latérales de l'ancien glacier. Au débouché de la vallée de la Beucinière, on remarque les restes d'une moraine médiane, formée de la réunion de deux moraines latérales au communal de la Noie.

Les moraines frontales, au nombre de sept, s'échelonnent depuis le pont de la Ciotte, en avant de Giromagny, jusqu'au-dessus de la Scie-Bénie, en amont du village du Puix. Toutes ces moraines forment des plis nettement accusés, disposés suivant des lignes courbes, avec la partie convexe dirigée en aval, mais sans atteindre jamais une hauteur égale à celle des moraines du Chajoux et du Tholy sur l'autre versant des Vosges. La première s'élève de trois mètres sur une largeur de cent mètres et barre la vallée comme un croissant, près du pont de la Ciotte. La seconde, que la route franchit près de la mairie de Giromagny, est masquée en grande partie par les constructions. La troisième supporte l'église, à son point culminant. Une quatrième digue de débris, bien conservée et plus haute, porte à son sommet la chapelle protestante, sur la rive gauche de la rivière. A quelques pas plus loin, une cinquième moraine, plus petite, s'accuse dans les champs hors du village. Ensuite, au-delà de la commune du Puix, viennent la sixième et la septième, renfermant beaucoup de sable. Les matériaux de ces amas sont disposés sans triage, sans stratification ; ce sont des blocs presque tous arrondis, de même nature que ceux des moraines latérales, atteignant parfois un volume d'un mètre cube, accompagnés de galets

plus petits, dont quelques-uns sont striés, enfin de sable fin et de limon.

Les roches polies en place apparaissent près de Giromagny, au quartier Saint-Pierre, sous la moraine latérale, puis à deux kilomètres en amont de la moraine du Puix, au pied du Montjean, à l'entrée et à l'intérieur du vallon de la Beucinière, au pied de la montagne Sainte-Barbe, et près du Saut-de-la-Truite. Ces roches sont toutes arrondies, et parfois à plusieurs gradins, avec des stries glaciaires bien burinées. L'étranglement formé au col de la Scierie par la syénite présente sur les parties polies sans anfractuosités, des cannelures assez profondes en ligne droite, creusées par des fragments de roche très-dure, enchassés à la base du glacier. M. Renoir, en signalant ces roches striées à la Société géologique en 1839, indique des polis jusqu'à une hauteur supérieure à la Tête-des-Planches. Cependant les escarpements élevés n'en présentent que vers leur base. Dans la vallée de la Beucinière, il y a une surface polie de quinze mètres de long sur dix de large, que traverse un filon de quartz rosé et poli au niveau de la grauwacke. La roche polie du quartier Saint-Pierre, à Giromagny même, se trouve sur la rive gauche de la Savoureuse, au-dessus d'une carrière pratiquée dans le grès rouge pour l'exploitation des pavés. Cette roche, fortement entamée par l'exploitation depuis une dizaine d'années, paraît s'étendre assez loin sous la moraine latérale, qui atteint là deux mètres d'épaisseur et renferme des blocs de syénite de plus d'un mètre. Le poli n'est pas parfait, sans doute à cause de la nature grenue de la roche ; mais celle-ci porte des cannelures et des stries profondes, tracées en ligne droite et en biseau, dirigées du nord-ouest au sud-est, tandis que la direction générale de la vallée va du nord au sud. Sous les glaciers, la direction des stries change suivant les modifications du relief de leur bassin. Au débouché de la vallée de la Savoureuse, le glacier de Giromagny a dû s'étaler en éventail, comme l'indiquent la marche des stries et la disposition des moraines.

On peut voir la disposition des matériaux de la moraine profonde dans une tranchée ouverte au bas de la carrière aux pavés. Les galets de la surface sont arrondis et roulés, tandis que plus bas ils deviennent anguleux et se trouvent englobés dans un limon sableux, compacte, sans aucune trace de stratification jusqu'à deux mètres de profondeur. Il y a des galets de grauwacke striés. La première moraine frontale est disposée en croissant en avant de ce point, coupée, comme toutes les autres, par la Savoureuse. Le niveau de la rivière, dans la coupure de la troisième moraine près des fabriques, se trouve à quinze mètres de profondeur.

La distance de la première digue morainique du pont de la Ciotte au pied du Ballon d'Alsace est de dix kilomètres. Les dépôts de

blocs erratiques des moraines latérales ne s'étendent pas plus loin. A propos de ces blocs, nous noterons que la syénite à doubles cristaux feldspathiques et d'oligoclase, en place à l'est du Ballon d'Alsace, se rencontre en plus grande quantité dans la moraine latérale de la rive gauche, tandis que le porphyre quartzifère à cristaux d'orthose rouge, en place à l'entrée de la vallée de la Beucinière, sur le versant opposé, apparaît dans la moraine latérale droite. Enfin, le D^r Benoit, dans une note communiquée à la Société d'Histoire naturelle de Colmar en 1862, et imprimée dans le *Bulletin* de cette Société, soutient l'existence d'une moraine frontale aux Barres, près de Belfort. On voit bien sur ce point des débris des diverses roches de la vallée de la Savoureuse, mais dans une position où ces cailloux ont pu être déposés par les eaux, et sans montrer d'ailleurs les caractères bien nets des dépôts glaciaires. Les débris du grès vosgien que M. Benoît signale dans ces dépôts, sans avoir connaissance d'un gisement de cette roche en place, viennent probablement des assises de grès de la forêt d'Arsot, situées entre 400 et 500 mètres d'altitude, en face du Salbert et en amont des Barres.

On le voit, les formations glaciaires de toutes sortes existent sur le versant méridional des Vosges, comme dans les vallées de l'ouest en Lorraine, et nous allons les retrouver du côté du Rhin, dans les vallées orientales.

Dans la vallée de la Doller, descendue comme la Savoureuse des flancs du Ballon d'Alsace, la première moraine frontale apparaît à Kirchberg. Elle a dix mètres de hauteur sur une longueur de quatre cents en travers de la vallée, et se compose surtout de débris de syénite, tandis que la grauwacke constitue les flancs des montagnes contre lesquelles elle s'appuie à ses deux extrémités. La plupart des blocs sont arrondis; quelques-uns, de plusieurs mètres cubes, empâtés sur les points élevés, conservent de vives arêtes. A la surface des champs cultivés, au bas et en amont de la moraine, les gros blocs manquent parce que les cultivateurs les ont détruits, enlevés ou enterrés. Un monticule sur lequel s'élève l'église du village, à cent mètres en amont de la moraine, est formé par la roche en place recouverte de détrit. A Dolleren nous trouvons une seconde moraine frontale, à plusieurs plis, bien dessinée, qui barre la vallée d'un versant à l'autre. Il y a deux kilomètres de la moraine frontale de Kirchberg à celle de Dolleren, et dix kilomètres jusqu'au Ballon d'Alsace. Des trainées de blocs et de menus débris, représentant les moraines latérales, s'élèvent sur les flancs des montagnes à partir d'Oberbruck, jusqu'à une centaine de mètres au dessus du lit de la Doller. Dans la vallée secondaire de Rimbach, qui débouche à Oberbruck, les moraines latérales, démantelées par les

eaux sur certains points, sont disposées en plusieurs étages. Au haut du vallon montant de Kirchberg au Baerenkopf, il y a un petit lac morainique. D'autres restes de moraines existent près des petits lacs de Neuweyer, puis dans le vallon qui monte au Sternsee et à la bifurcation des vallées.

Outre ces dépôts de transport, les glaciers ont laissé dans la vallée de la Doller d'autres traces à la surface des roches moutonnées et polies. Les galets striés sont rares dans les moraines, mais les surfaces rocheuses moutonnées et polies prennent un développement considérable. Parmi les plus remarquables, nous rappellerons celles des bords du lac de Seewen, du Sternsee, du Dollersprung. C'est sur la syénite dure que les polis sont le mieux conservés ; ils le sont moins sur les autres roches plus friables. Les stries de la syénite suivent une direction parallèle à l'axe de la vallée, mais il faut les regarder à distance, sous un jour convenable, pour les distinguer. Leur limite au pied du Ballon s'arrête à cinquante mètres au-dessus du lit de la Doller. Jusque-là, on peut les suivre de gradin en gradin, distinctes des polis de l'eau qui s'écoule rapidement par de profonds sillons, se précipite en cascades et forme ici les plus belles chutes des Vosges ; ces chutes creusent des cuves profondes dans le roc par le tournoiement continu des cailloux. Telle est, à un kilomètre de Seewen, dans la ramification de droite de la vallée, la *Cuve du Diable* (*Teufels Kessel*), de six mètres de profondeur, creusée par une chute de quinze mètres, dans une roche à gros cristaux, intermédiaire entre la grauwaacke et la syénite.

Selon plusieurs géologues distingués, les vallées des Alpes, les fjords de la Norwège, par conséquent aussi une partie de nos vallées des Vosges, auraient été creusées par les glaciers. Cette idée a été soutenue en Angleterre par M. Ramsay, en Allemagne par M. Oscar Peschell, en France par M. Elisée Reclus. Mes propres observations, tant sur les glaciers encore en activité que sur les montagnes dont ils ont disparu en laissant des preuves irrécusables de leur passage, ne m'autorisent pas à reconnaître aux grands courants de glaces une pareille puissance d'érosion. Tout ce que j'ai pu voir dans les hautes vallées des Alpes et des Pyrénées m'indique pour les glaciers un simple frottement superficiel, dans des bassins creusés ou ouverts avant l'apparition de la glace, un frottement qui entame moins la roche que les gelées et les eaux torrentielles.

En tous cas, nous voyons à l'entrée de la vallée de la Doller, en avant de Massevaux, un fait en opposition évidente avec l'hypothèse du creusement de cette vallée par un glacier : c'est la présence d'une énorme roche en place, de dix à douze mètres d'élévation, qui se dresse au bord de la rivière et au débouché de la vallée, au milieu d'un passage

très-rétréci par les escarpements des rives, formées à gauche par un grès métamorphique assez dur et de couleur olive. Le rocher isolé est de même nature, taillé à pic, sans polis ni stries glaciaires, sans traces, à son sommet et sur ses flancs, de l'usure produite par le courant d'eau qui passe à ses pieds. Si l'ancien glacier de la Doller avait creusé le bassin de la vallée, il aurait nécessairement arraché et broyé le piton rocheux qui lui barrait le chemin. Mais le glacier ne s'est même pas avancé jusque là, car entre Massevaux et Kirchberg, tout indice bien net de la formation glaciaire manque.

Dans la vallée de la Thur, les exemples de pitons rocheux debout au milieu de la vallée sont plus nombreux encore et se prononcent avec plus de force contre le creusement des vallées sous l'action exclusive ou prédominante du mouvement des glaciers. Là, nous voyons le Baerenberg, le rocher du vieux château de Wildenstein, le piton qui porte l'église d'Oderen, s'élever au milieu de la vallée de distance en distance, comme autant d'îlots parfaitement isolés, atteignant une hauteur de quarante ou cinquante à cent quatre-vingts mètres, avec des parois escarpées et polies par place, supportant des moraines, couverts jusqu'au sommet de blocs erratiques et de galets striés. Rien dans les Vosges n'atteste autant et en traits aussi clairs l'existence d'anciens glaciers que ces mamelons coniques restés debout ; et ces mêmes mamelons sont autant de témoins contre le creusement des vallées par ces mêmes glaciers.

Les formations glaciaires de la vallée de la Thur, signalées une première fois par M. Renoir en 1839, ont été décrites depuis par M. Edouard Collomb, avec une précision, un soin et des détails qui ne laissent rien à ajouter. Nous n'avons donc pas à revenir sur l'excellente et remarquable monographie de notre savant collègue, et nous nous bornerons à signaler brièvement les principales marques du séjour des glaciers dans ce bassin.

Les moraines frontales barrent la vallée à Wesserling et à Krüth à cinq kilomètres en amont, puis à l'entrée des vallons latéraux d'Urbès. Ce sont toutes des moraines multiples ou à plusieurs ondulations distinctes. Viennent ensuite les moraines par obstacle formées en arrière de Hasenbühl, entre Wesserling et Felleringen ; du Marlen, entre Felleringen et Oderen ; de l'église d'Oderen ; du Baerenberg, en avant de Krüth ; du château de Wildenstein.

Les moraines latérales, représentées par des trainées de blocs erratiques avec sables et galets, se montrent à partir de Wesserling, jusqu'à 100, 200 et 250 mètres de hauteur, sur les pentes des montagnes au-dessus de Felleringen, de Krüth, d'Oderen et de Wildenstein. A 500 mètres de hauteur au-dessus de la rivière, est une seconde zone de blocs

moins accusée, sans sable, et sans galets, allant jusqu'au col de Bramont, entre la vallée de la Thur et celle de la Moselotte. Partout les débris erratiques sont répandus à profusion dans les vallons latéraux en amont de Wesserling. En aval de ce point, nous en rencontrons également dans les vallons de Mitzach et de Moosch, sur la rive gauche de la Thur, dans ceux de Ranspach, de St-Amarin et de Willer, sur la rive droite. M. Collomb a fait remarquer comment ces vallées latérales ont une limite de dépôts erratiques d'autant plus rapprochée du sommet des montagnes qu'elles s'éloignent davantage de l'extrémité de la vallée principale, aux abords du col de Bramont et au sommet du Rothenbach. Il faut noter de plus l'existence de blocs granitiques en aval de la moraine terminale de Wesserling et à une certaine hauteur au-dessus de la rivière et de la route, dans une position où ils ont pu cependant être amenés par les eaux et où les galets striés font défaut, tandis qu'ils abondent dans les dépôts morainiques de Wesserling. D'ailleurs les blocs erratiques, comme les galets et les menus débris des moraines, sont de nature variée et représentent toutes les formations très-diverses des montagnes supérieures. Nous avons observé des blocs et des galets de granite à différents grains, de spilite, de porphyre, de mélaphyre, de syénite, de grès, de grauwacke fine et schisteuse. Parmi ces blocs, les uns sont arrondis, les autres anguleux et à vives arêtes, répandus sur certains points en quantité énorme. La parfaite conservation des granites permet de les fendre pour les employer comme pierre de taille pour des croisées et pour des ponceaux longs de deux mètres.

Située à quinze kilomètres du Rothenbach, à neuf kilomètres du col de Bussang, la moraine frontale à trois plis de Wesserling s'élève à trente-cinq mètres au-dessus du niveau de la Thur et mesure un volume total de plus de douze millions de mètres cubes. Cette moraine disparaît en partie sous les constructions des manufactures de MM. Gros, Roman et Marozeau. La rivière la coupe en deux tronçons, celui de Krüth et celui d'Urbès. Les gros blocs sont anguleux, mais assez rares. La plupart atteignent seulement de vingt à vingt-cinq centimètres de diamètre et sont alors arrondis. Sur les fragments plus petits, sur les galets schisteux, peu usés aux angles, on remarque presque toujours des stries fort nettes. On trouve aussi souvent des vides entre les blocs et des amas irréguliers de sable. La roche en place non polie apparaît sous la moraine dans le lit de la rivière.

En arrière des moraines frontales de Wesserling, se dresse celle de Mollau ou plutôt de Husseren, haute de quinze mètres, gazonnée à la surface, avec le talus d'aval beaucoup plus rapide que le talus en gradins d'amont. Une deuxième moraine frontale se trouve à deux kilomètres plus haut, dans le vallon latéral en arrière des dernières

maisons de Mollau, séparée de la montagne par un profond sillon, et montrant, sur la section pratiquée par le ruisseau, des blocs de grau-wacke, de granite porphyroïde, de porphyre rouge, de syénite et de mélaphyre. Dans les moraines frontales de Krüth, à trois plis également, dont les deux premiers distants de cent mètres sont arqués de manière à tourner leur convexité en aval, et dont le troisième pousse au sud jusqu'au fond du vallon de Saint-Nicolas, les galets de grau-wacke deviennent rares et les fragments striés par conséquent difficiles à trouver. On exploite pour la verrerie de Wildenstein un amas de sable fin grossièrement stratifié, couvert de cailloux roulés et qui repose sur de gros blocs entre la rivière et la moraine la plus en amont.

Les moraines par obstacle du Hasenbühl, d'Oderen, du Baerenberg, du Marlen et de Wildenstein méritent une attention particulière ; elles sont plus remarquables que celles signalées dans la vallée de la Moselle. Toutes sont accompagnées de surfaces polies ou couvertes de stries fines parallèles ou se coupant sous divers angles. Au Hasenbühl, nous distinguons, au sommet, des stries bien nettes dans les parties protégées par la mousse, alignées dans le sens de la vallée, allant par saccades. Une accumulation de débris erratiques, gros blocs, menus fragments, cailloux striés, sables sans stratification, s'appuie contre le monticule en amont. Le monticule consiste en schistes de grau-wacke et en eurite cristalline ; il porte à son sommet des blocs de granite blanc à une hauteur de soixante-dix mètres.

La hauteur du piton d'Oderen est de quatre-vingt mètres, avec un escarpement à pic du côté d'aval. Point de poli de ce côté ; mais les autres sont arrondis et usés par le frottement de la glace. La moraine se distingue par des amas de terre rougeâtre, argileuse, faisant partie intégrante du dépôt, et où les blocs sont enfouis à diverses profondeurs. J'ai recueilli près du sommet des galets schisteux avec de belles stries. Sur les points où la rivière entame la moraine, les blocs de granite sont suspendus à une certaine hauteur et sont à peine retenus par le limon argileux au sein duquel ils sont empâtés. Dans la moraine par obstacle du Baerenberg, située un peu plus haut, le limon argileux manque, mais nous voyons, au sommet, des blocs erratiques de granite et de granite porphyroïde, identiques à la roche en place près du col de Bramont, à six kilomètres en amont, reposer ici sur un schiste argileux ancien à couches à peu près verticales. Les galets striés abondent au milieu d'une tranche de sable en exploitation, si bien conservés qu'on ne saurait les distinguer des échantillons pris sous les glaciers actuels des Alpes. Quant aux stries imprimées sur la roche du monticule lui-même, elles sont parallèles et à peu près horizontales du côté de l'est ; du côté de l'ouest, elles ne sont ni horizontales ni paral-

lèles, mais plongent de haut en bas suivant une pente assez forte, parfaitement distincte du clivage des feuilletts schisteux dont se compose la roche. Au sommet, des couches schisteuses, passées à l'état de pierre à aiguiser et beaucoup plus tendres, offrent aussi par places des stries délicates, malgré les dégâts causés par le défrichement. Du côté d'amont, la moraine s'applique contre le rocher, et sur le devant les polis manquent.

De tous les polis glaciaires des Vosges, les plus remarquables certainement sont ceux du Glattstein de Wesserling. Déjà le nom du *Glattstein*, qui signifie en français *roche lisse*, suffit pour attirer l'attention. C'est, comme le dit M. Collomb, une roche de schiste argileux, compacte, d'un gris bleu, à grain fin, dont les strates alternent avec d'autres couches d'une grauwacke à grain plus grossier, en stratification concordante. Elle se trouve à cinq cents mètres en amont de la grande moraine, sur la rive droite de la Thur, près de la prise d'eau des usines. Arrondie et mamelonnée, la roche présente un plan fortement incliné dans le sens de la pente générale. Sa surface polie a une étendue de douze à quinze mètres à découvert. La finesse de la pâte a permis au burin d'y imprimer les traits les plus délicats. Les stries ne sont point rigoureusement horizontales ni rectilignes ; elles décrivent une courbe à grand rayon, montant et descendant suivant les ondulations de la surface. Elles se croisent souvent entre elles et se coupent sous un angle aigu. Quelques-unes paraissent saccadées et forment des sillons creusés avec un burin fort tranchant qui a produit de petits éclats. D'autres stries sont cannelées, creusées faiblement, plus larges, parallèles entre elles, bien distinctes seulement quand on les regarde à distance. Un filon et de petites veines de quartz qui traversent la roche sont usés et coupés net au même niveau que les parties schisteuses. Le pied du rocher, baigné par la rivière, reste lisse, mais son poli est mat et les stries sont effacées. Au sommet, des débris erratiques le recouvrent, et j'y ai ramassé de beaux échantillons de galets striés, que j'ai déposés au Musée d'histoire naturelle de Colmar. Dans les endroits recouverts de débris, le poli se conserve mieux encore que sur les surfaces découvertes. On remarque sur les points fraîchement déblayés de la roche polie, des incrustations de grains quartzeux agglutinés par une poussière très-fine, qui résiste au lavage à l'eau froide, tout-à-fait pareille d'ailleurs à la boue glaciaire que nous avons observée au contact des marbres polis récemment découverts au bas du glacier inférieur du Grindelwald, à la suite de son mouvement de retraite des dernières années.

Plus haut que le Glattstein, sur les flancs du Hüsselberg et sur les pentes rapides de la montagne qui domine Felleringen, sur l'autre rive de la Thur, la roche montre de loin en loin des surfaces polies avec des stries qui se coupent à angle droit ou à peu près. Ces

stries, produites par les mouvements de croissance et de décroissance des glaciers, en même temps que par leur translation dans le sens horizontal, sont très-fines et saccadées dans la direction de l'horizon, plus accusées et plus longues dans le sens vertical.

Aucune différence entre les phénomènes de polissage et de striage des roches sous les glaciers encore en activité, et ce que nous observons au Glattstein et sur les pointements rocheux de la vallée de la Thur. La formation des moraines par obstacle en arrière des mamelons d'Oderen, du Baerenberg, de Wildenstein, s'explique de même sans difficulté aucune. Nous pouvons voir dans les Alpes comment les glaciers en mouvement arrondissent, polissent et strient les flancs des pointements rocheux qui s'élèvent au milieu des vallées et font obstacle à leur marche, de même que des écueils dans un fleuve s'opposent au courant de l'eau. Quand ces rochers atteignent la surface du glacier, leurs parties supérieures tournées en aval échappent au frottement, la glace se rompt, se déchire en-fissures au fond desquelles tombent et s'entassent en arrière de l'obstacle les blocs et les débris rocheux charriés par le glacier. C'est ce que nous voyons en Suisse au bas de la grande chute du glacier du Rhône et à l'Abschwung du glacier inférieur de l'Aar. C'est ce qu'indique également dans nos Vosges la disposition des matériaux accumulés contre les pointements de la Roche des Ducs à Vagny, du tissage des Maix sur les bords de la Moselle, d'Oderen, du Baerenberg et de Wildenstein dans le bassin de la Thur. Mieux que les autres dépôts morainiques, les moraines par obstacle formées sur les flancs parfaitement isolés des monticules de la Thur, les blocs erratiques épars sur les sommets de ces monticules à cent mètres et plus de hauteur au-dessus du fond de la vallée, mettent en évidence le transport des matériaux par les glaciers. L'isolement des mamelons au milieu de ce bassin, en excluant l'action des courants d'eau dans les dépôts erratiques, et en attribuant aux glaciers seuls l'apparition des blocs et des stries qui les recouvrent, rend un témoignage non moins manifeste contre le creusement des vallées par les glaciers.

Le Grand-Ballon, placé comme une vigie en avant de la ligne de faite des Vosges, forme le principal sommet de la chaîne; élevé de 1426 mètres au-dessus du niveau de la mer, de 1200 mètres au-dessus de la plaine d'Alsace, il domine à la fois cette plaine et les deux vallées de la Thur et de la Lauch. La vallée de la Lauch présente quelques formations glaciaires, comme les vallons qui descendent sur le versant opposé. Le lac du Ballon doit ainsi son origine à un barrage morainique déposé dans un des replis de la grande montagne, et plusieurs autres moraines frontales ont donné naissance à de petits bassins tourbeux dans les ramifications supérieures de la vallée, ou se sont étagées au fond. Une de

ces dernières est coupée par une route forestière à cinq kilomètres en amont de Lautenbach, au confluent d'un ruisseau sur la rive droite. Dépourvue de relief bien saillant, elle ressemble, par sa faible élévation et par la disposition de ses matériaux, aux petites moraines du Gletsch en amont du glacier du Rhône. La tranchée fait voir beaucoup de cavités entre les blocs de la moraine ; ces blocs, tantôt arrondis, tantôt anguleux, n'atteignent pas un mètre de volume. Les menus débris, sans traces de stries, prédominent et proviennent de diverses variétés de grauwacke. Les schistes de grauwacke de ce bassin, quoique durs, ne se burinent pas par le frottement. Quelques rares fragments de granite porphyroïde représentent seuls ici les roches cristallines. Quant à la distance de cette moraine frontale aux cirques supérieurs, elle ne dépasse pas cinq kilomètres. La moraine du lac du Ballon, située plus haut à 950 mètres d'altitude, est disposée en croissant et s'élève de quinze à vingt mètres au-dessus des eaux. Une gouttière l'entame à droite et a servi de déversoir avant l'ouverture du canal en tunnel qui sert maintenant à vider le lac par le fond. Ses matériaux consistent en sable, en fragments anguleux et en blocs de grauwacke à concrétions, pareille à celle de la cime du Ballon. Son point culminant se trouve au milieu du dépôt et dans l'axe principal du cirque. Du côté d'aval le talus de la moraine est très-incliné avec une pente uniforme, tandis que du côté d'amont il s'abaisse doucement par plusieurs gradins. Nulle part on ne remarque de roche polie, et les galets nettement striés manquent comme dans la moraine frontale inférieure.

Plus étendue que le bassin de la Lauch, la vallée de la Fecht, qui s'ouvre en face de Colmar, présente des cirques plus développés à l'extrémité de ses ramifications supérieures, et l'extension de ces cirques a mieux favorisé l'accumulation des neiges nécessaires pour alimenter un glacier important. Les ruisseaux actuels descendent des cirques élevés en passant par de petits bassins tourbeux, à fond plat, disposés en plusieurs gradins, que séparent des intervalles plus resserrés et plus escarpés, maintenant cachés derrière de profondes forêts de sapins. Des blocs erratiques et de petites moraines entourent les bassins tourbeux, dont plusieurs ont été de petits lacs peu profonds successivement comblés par la croissance de la tourbe. Les gens de nos montagnes donnent à ces bassins le nom de *Boedle* quand la tourbe les a complètement envahis ; ils appellent *Weyer*, étang, ceux qui conservent encore des flaques d'eau. Un barrage morainique a amené la formation du lac Vert ou de Daaren, profond de huit à dix mètres, et du Fohrenweyer, qui occupent tous deux le fond des cirques de la vallée de Sultzeren, une des grandes ramifications du bassin de la Fecht. Des blocs granitiques, presque tous arrondis, couvrent les flancs de la vallée, en quantité

innombrable au bas des lacs ; mais nous ne trouvons plus ici de galets striés, ni de surfaces polies, ni de moraines frontales bien caractérisées.

Ces moraines, ces polis et ces galets striés sont disséminés par contre dans la vallée principale. Il y a des surfaces moutonnées et polies sur les grauwackes et les schistes métamorphiques qui forment les escarpements au débouché de la branche de la Fecht qui descend du Rheinkopf, à gauche du Herrenberg. Il y en a surtout au bas de l'étang de Fischboedlé, où le granite domine exclusivement. L'étang est barré par une digue artificielle de cinq à six mètres d'élévation. En haut, comme en bas, se dressent des escarpements élevés, à parois parfois verticales, dominés eux-mêmes par les sommets pointus des Spitzenkoepfe. Vues de loin, ces pointes déchiquetées semblent formées par d'énormes couches redressées ; mais toute trace de stratification disparaît quand on les examine de près. Sur la droite de l'étang, à cinquante et quelques mètres de hauteur, on remarque des roches moutonnées, avec des polis glaciaires en partie recouverts de débris ou par la végétation. A 200 mètres plus haut tout vestige certain d'un glacier a disparu, soit entre 4000 et 4400 mètres d'altitude, le Fischboedlé se trouvant à 800 mètres environ. Chaque printemps se forme là la belle cascade des Wasserfelsen, bordée par d'énormes éboulements de débris anguleux de granite. Chaque année aussi, les pâturages du Wormspel, à droite du Hohneck, reçoivent dans une dépression assez profonde, d'épais amas de neige qui se changent en névé, constituent de petits glaciers temporaires et persistent jusqu'à la fin de l'été, parfois même jusqu'en automne à l'arrivée des neiges nouvelles. J'ai décrit ces amas de névé et ces petits glaciers temporaires dans une note insérée aux *Comptes-rendus de l'Académie des sciences* (7 août 1871).

Un double filon de quartz traverse les granites polis au bas du Fischboedlé. Certaines parties du filon portent encore des stries glaciaires très-fines, parallèles à la ligne de plus grande pente du fond. Par places le quartz fait légèrement saillie à la surface du granite, sur les points où la roche est rongée par les intempéries. Mais les stries et les polis glaciaires n'en sont pas moins reconnaissables et bien distincts des surfaces polies par le passage de l'eau. Les polis glaciaires bien conservés présentent les reflets miroitants que nous avons surtout remarqués à la Helleplatte, près de la chute de la Handeck, dans la vallée de l'Aar. Les polis de l'eau ont un aspect mat et sont dépourvus de stries comme les cailloux roulés des torrents et des rivières. Impossible de confondre les deux formes. Souvent nous les avons signalées dans les Vosges sur les mêmes roches à des hauteurs différentes ; nous les avons vues au Glattstein de Wesserling et dans le vallon de la Prella en Lorraine ; nous les retrouvons à la surface de l'étranglement granitique du Fischboedlé.

Dans les Alpes l'exemple le plus remarquable de polis glaciaires à côté de polis fluviaux, près d'un glacier encore en activité, est celui que nous avons observé à Viesch en 1869. Le glacier de Viesch avait alors reculé de 600 mètres, laissant à découvert dans son lit une série de mamelons arrondis et moutonnés, polis et striés, entre lesquels le torrent s'écoulait dans une profonde rigole, aux parois polies, mais d'un aspect mat et sans aucune strie. Entre ces formations toutes récentes du glacier actuel de Viesch et celles qui proviennent des eaux et des anciens glaciers disparus de notre région, la seule différence est celle du degré de fraîcheur ou de conservation.

Des moraines latérales, composées de fragments anguleux, de gros blocs granitiques et de menus débris, entremêlés de boue glaciaire, recouverts aussi en divers points par les produits d'éboulements récents faciles à reconnaître par la disposition des matériaux selon la pesanteur et le volume, sont appliquées contre les flancs, depuis les polis du Fischboedlé jusqu'au débouché de la vallée de la Volmsa. En ce dernier endroit, une moraine frontale, entamée à droite par le ruisseau, s'élève, dans la vallée principale, à dix mètres au moins au-dessus des eaux ; elle consiste exclusivement en débris granitiques, blocs anguleux ou arrondis, cailloux roulés sans stries, et sable, le tout sans trace de stratification. Quelques blocs erratiques, à vives arêtes, de plusieurs mètres cubes de volume, gisent en avant de la moraine.

Les moraines latérales persistent jusqu'à Metzeral, et on les retrouve dans toutes les ramifications supérieures de la grande vallée de la Fecht. Celle-ci se bifurque à Munster en deux branches principales, dont l'une va à Metzeral et l'autre à Sultzeren. Elle se partage de nouveau à Metzeral, en envoyant un rameau à Sondernach sur la rive droite, et en formant avec l'autre, un peu plus haut, les trois ramifications de la Volmsa, du Mittla et du Herrenberg. Le granite domine exclusivement dans les vallées de Sultzeren et de la Volmsa, tandis que la ramification du Mittla présente d'un côté le granite et de l'autre la grauwacke ; cette dernière règne à son tour dans les vallées du Herrenberg et de Sondernach. Partout ici les dépôts glaciaires se montrent clairement. On distingue les cônes d'éboulement des moraines, par la disposition de leurs matériaux, par la présence dans les formations morainiques de sables lavés et de galets avec stries. Un canal de plusieurs mètres de profondeur, ouvert l'été dernier près du tissage de Sondernach, m'a donné une belle coupe de la moraine profonde de cette vallée sur une grande longueur. Cette coupe montre à la partie supérieure, une légère couche de galets arrondis, représentant la nappe d'alluvions récentes déposée par le cours d'eau ; au-dessous, toute trace de stratification disparaît, les matériaux sont mêlés sans ordre, de forme anguleuse, quoique un peu

usés, composés de blocs, de menus débris et de sable, entremêlés d'amas et de veines irrégulières de boue glaciaire. Ce limon renferme des grains quartzeux et laisse, en se desséchant, une poudre impalpable. Presque tous les blocs ou galets proviennent de la grauwacke; les débris granitiques sont beaucoup plus rares; je n'en ai pas moins recueilli des cailloux schisteux avec des stries glaciaires bien nettes et parfaitement distinctes des stries dessinées par les plans de contact des feuillets schisteux. Quant à la présence des blocs et des fragments de granite dans la moraine profonde, elle s'explique par les pointements granitiques qui percent de loin en loin la grauwacke dans la vallée de Sondernach.

Sans décrire en détail toutes les formations glaciaires de cette région, il nous faut signaler encore l'existence de plusieurs petites moraines frontales près du débouché des ramifications supérieures de la Fecht. La moraine frontale de Sondernach, qui porte à son sommet une chapelle, s'élève à l'entrée de la vallée et a été en majeure partie enlevée par les eaux. Les débris schisteux la constituent presque tout entière. A gauche elle s'appuie sur la grauwacke, à droite sur le granite. Ce granite est une ramification du Kablenwassen, massif également granitique, dont la base porte, jusqu'à cinquante mètres au-dessus de la Fecht, des fragments de grauwacke qui n'ont pu être déposés là par les eaux et qui manquent sur les flancs de la montagne en avant de la moraine frontale de Metzeral. Cette moraine, sur laquelle s'élève le village de Metzeral, ne présente plus que des tronçons dégradés et démantelés par la Fecht. La rivière coule à quinze mètres au bas du talus découpé dans le dépôt. Dans les champs de la rive gauche la moraine dessine un léger bourrelet. De ce côté, ses matériaux sont presque tous granitiques, mais on y trouve néanmoins quelques galets striés de grauwacke. La distance de ce point aux sommets du Rheinkopf et du Hohneck est de dix à douze kilomètres en ligne droite. On ne trouve plus de dépôt morainique bien caractérisé en aval de Metzeral, ni dans le bas de la vallée de Sultzeren. Entre Metzeral et Munster, la grande vallée présente des terrasses latérales découpées dans le terrain de comblement ancien et dont la rivière atteint maintenant à peine la base, lors des plus fortes crues. Ces terrasses reparaissent dans la plupart de nos vallées; nous en ferons l'objet d'une étude spéciale.

Dans les bassins de la Weiss, de la Liepvre, de la Bruche, les formations glaciaires revêtent un caractère moins clair ou font même défaut. Ainsi je n'ai pu découvrir dans la vallée de la Bruche aucune trace positive d'un ancien glacier. C'est que cette vallée forme la limite du massif des Hautes-Vosges; elle n'a plus à son origine le cirque étendu nécessaire pour l'accumulation des neiges en quantité suffisante pour engendrer un glacier. Les montagnes s'élèvent à une moindre hauteur;

la ligne de faite centrale se déprime au point de marquer une séparation dans la chaîne au plateau de Saales ; la Bruche a sa source à une altitude de 580 mètres seulement, et ses eaux perdent le caractère torrentiel pour suivre un cours paisible, silencieux, comme celui des rivières du pays plat. De son côté, le bassin de la Liepvre recèle à peine quelques dépôts morainiques dans ses dernières ramifications, beaucoup au-dessus de Sainte-Marie-aux-Mines, où de petites formations tourbeuses se sont développées à leur abri. Enfin, dans la vallée de la Weiss, des formations semblables se montrent avec des accumulations de blocs granitiques en nombre immense, répandues au pied des cirques du lac Blanc et du lac Noir, pareilles à des chaussées cyclopéennes. Ces blocs mesurent jusqu'à dix, quinze et trente mètres cubes, en partie arrondis, en partie usés aux angles. Depuis des siècles, les habitants des montagnes travaillent à en débarrasser le sol sur les points moins encombrés, pour les livrer à la culture. Ils emploient les blocs comme matériaux de construction, les convertissent en pierres de taille, les enterrent sous le sable ou la terre amenée à grands frais, sans que dans beaucoup de localités la quantité en ait diminué sensiblement. L'état de conservation et le degré d'usure des blocs varie d'ailleurs selon la dureté ou la cohésion de la roche. Certains granites conservent intacts depuis des milliers d'années les stries tracées à leur surface par les glaciers, tandis que d'autres, sur des points rapprochés, s'écaillent ou tombent en sable. Cela explique la fréquence des blocs arrondis dans les moraines et l'abondance des débris sableux dans les localités sans roches arénacées. Lorsque fut construit le chemin de fer de Colmar à Munster, on a employé pour les remblais de la voie, près de cette dernière ville, des sables provenant de la montagne granitique du Sandbuckel entièrement décomposée sur une hauteur de vingt mètres et plus.

Quelles conclusions tirer maintenant de l'ensemble de faits que nous venons d'observer successivement dans toutes les vallées du massif des Hautes-Vosges? Lors des courses de la Société géologique de France dans ces vallées, il y a quelques vingt ans, des géologues d'un grand renom ont contesté l'origine glaciaire de nos moraines pour en attribuer la formation à des courants d'eau. Plus de possibilité cependant, après l'examen attentif, détaillé, de ces formations, poursuivi d'une vallée à l'autre, d'y confondre l'action de l'eau avec celle des glaciers. A la rigueur et dans des circonstances particulières, nous avons reconnu comment des glaciers peuvent concourir à la formation de dépôts stratifiés, composés de blocs arrondis, de cailloux roulés, de sable en couches alternatives, sans que la disposition des matériaux sous forme de digue transversale, la présence de blocs erratiques, l'existence de galets striés,

la conservation de surfaces polies ou de roches moutonnées, viennent témoigner de l'action de ces glaciers. Nous avons vu devant les glaciers actuels du Rhône et du Grindelwald, comment des couches de gravier et de sable se déposent en arrière des moraines frontales abandonnées à la suite d'un mouvement de retraite, se revêtent même de végétation sur certains points, pour reprendre le caractère de moraine profonde lors d'une nouvelle progression des glaces dans l'intervalle d'un siècle. Chaque fois que l'action de l'eau se mêle à l'action des glaciers dans une même formation, l'intervention des glaciers a besoin d'être démontrée par des preuves de divers ordres, le doute pouvant rester en présence d'un caractère ou d'un témoignage isolé. Dans les Vosges les formations glaciaires de toutes sortes apparaissent, soit disséminées dans les diverses vallées, soit réunies à la fois sur un même point, avec des caractères identiques à ceux que nous observons encore près des glaciers en activité, de telle sorte que l'existence des anciens glaciers au milieu de nos montagnes est un des faits les plus manifestes de l'histoire du globe.

Mais en reconnaissant l'existence des glaciers à la surface de notre sol, nous ne pouvons cependant leur attribuer la formation de tous nos terrains de comblement ou d'alluvions, comme on l'a voulu, non seulement pour les vallées vosgiennes, mais encore pour toute la plaine d'Alsace. Un des naturalistes qui ont les premiers reconnu les formations glaciaires des Vosges, M. Hogard, affirme, page 43 de son livre sur le *Terrain erratique des Vosges* (Epinal, 1854), que « toutes les nappes « dites de transport et d'alluvions, composées de sables et de galets, « situées dans les vallées à l'aval des premières moraines frontales « conservées, appartiennent au terrain erratique. Le transport des « matériaux constituant ces nappes a été effectué par des glaciers, « non par des cours d'eau. » Bien plus, M. Hogard remontant à travers les âges de la terre, n'hésite pas à attester « le concours et l'action de la glace dans les galets du grès vosgien. »

Nous n'avons pas à nous occuper ici de la formation du grès vosgien, mais toutes nos observations nous obligent à soutenir la superposition des dépôts glaciaires des Vosges à des alluvions fluviales plus anciennes. Dans la vallée de la Moselle et de ses affluents, en amont d'Epinal, la roche en place affleure souvent à la surface d'un bord à l'autre des vallées, de sorte que la nappe de comblement n'a qu'une faible puissance et que la moraine profonde que recouvrent les alluvions modernes a pu se mêler souvent aux alluvions anciennes inférieures, ou se juxtaposer même à la roche en place.

Du côté de l'Alsace, le terrain de comblement acquiert une puissance beaucoup plus considérable, la roche en place sur laquelle ce com-

blement repose n'a été atteinte nulle part dans le creusement des puits les plus profonds, et partout, à l'entrée des vallées alsaciennes comme en plaine, ces puits traversent des dépôts d'alluvions formés par les eaux courantes. Au lieu de fragments anguleux de roches, nous ne voyons dans les puits et les gravières profondes ouvertes au débouché des vallées, que des cailloux roulés et des amas de sable à stratification grossière comme celle des alluvions des rivières. Les gros blocs erratiques manquent, les galets n'ont pas de stries, et au lieu d'être mêlés sans ordre, comme dans les moraines profondes, ils présentent la disposition imbriquée caractéristique des bancs de gravier déposés par les courants d'eau, disposition suivant laquelle les galets aplatis tournent leur partie la plus inclinée vers l'amont, de manière à se poser les uns sur les autres comme les tuiles d'un toit. Vers la base des comblements, les matériaux deviennent plus anguleux et accusent une action torrentielle. Bien que les dernières moraines frontales ne marquent pas la limite extrême des glaciers, nous ne trouvons nulle part des galets striés à quelque distance de ces moraines, et nous savons d'ailleurs, d'après les ingénieuses expériences faites en 1846 par M. Collomb, que les stries s'effacent après un faible parcours à la surface des cailloux roulés au sein des eaux. Ces dépôts d'origine fluviale peuvent être suivis à travers les vallées, depuis la plaine du Rhin jusque sous les moraines frontales. Ils se composent exclusivement de débris de roches vosgiennes existant en place dans les différentes vallées, et dans la plaine se superposent, jusqu'à une certaine hauteur vers le Rhin, à un dépôt inférieur composé de galets alpins.

De même que dans l'intérieur des vallées les alluvions anciennes supportent les moraines et les dépôts glaciaires, de même ces alluvions sont recouvertes, dans la plaine et à l'entrée des vallées, d'un dépôt indépendant, plus ou moins puissant, de limon ou de lehm. Occupant la même place, le lehm de la plaine d'Alsace et les moraines des vallées vosgiennes sont donc de formation contemporaine. La formation de graviers anciens d'origine alpine renferme, selon l'excellente *Description géologique du Haut-Rhin* (Mulhouse, 1867, tome II, pages 97 et 144) de M. Delbos, des restes de mammoth (*Elephas primigenius*) et plus rarement de bison (*Bos priscus*). Le lehm, superposé à la fois aux graviers anciens d'origine alpine et vosgienne, présente des coquilles de mollusques fluviaux et terrestres qui vivent aujourd'hui dans les lieux élevés et froids, coquilles associées avec les ossements de mammoth et de bison déjà signalés dans les graviers. Mais ce qui mérite surtout l'attention, c'est la récente découverte faite dans le lehm, à Eguisheim, d'ossements humains, accompagnés d'ossements de cerf, de bœuf et d'éléphant, décrits par le Dr Faudel et déposés au Musée d'Histoire naturelle de Colmar. Cette découverte confirme celle du squelette humain

trouvé par M. Ami Boué à Lahr, sur la rive allemande du Rhin, dans le lehm non remanié, et dont la nature fossile fut d'abord contestée par Cuvier.

En résumé, les glaciers des Vosges ont apparu après la retraite des eaux qui ont déposé les graviers des alluvions anciennes sur lesquelles reposent également et les moraines vosgiennes et le lehm rhénan. La disposition des moraines frontales par échelons successifs dans les vallées indique une retraite successive des glaces, non pas leur disparition subite. L'état de conservation des mêmes moraines montre aussi que depuis leur formation, elles n'ont été touchées que par les grandes crues des torrents alimentés par des glaciers, et non par des courants plus violents et plus forts qui les auraient renversées pour les étaler en nappes. Puis la composition des terrasses au bas des dernières moraines frontales concourt à prouver également que les glaciers ne se sont pas avancés beaucoup au delà de cette limite. Dans la partie inférieure de la terrasse dont la Fecht baigne la base entre Walbach et Turckheim, nous voyons entre autres des blocs de grès vosgien englobés parmi les matériaux de la terrasse, sur tous les points correspondant au débouché des vallons qui montent au Hohn'ach. Le Hohn'ach se compose à son sommet de grès vosgien superposé au granite. Les blocs de grès existent dans le comblement de tous les vallons qui aboutissent à la cime que constitue cette roche ; ils manquent dans les vallons intermédiaires des contre-forts granitiques qui ne montent pas jusque là, ainsi que sur l'arête de ces contre-forts. Si le glacier de la Fecht avait atteint ces points, les grès du Hohn'ach, déposés par sa moraine latérale, se trouveraient également dans tous les vallons de cette rive et sur les flancs des contreforts granitiques qui les séparent, tandis que leur gisement indique d'une manière constante l'intervention d'un torrent d'eau directement descendu du Hohn'ach.

Un climat plus humide, avec de plus fortes précipitations de neige, sans abaissement de température considérable, suffirait d'ailleurs pour faire renaître les anciens glaciers des Vosges. Dans les Vosges, la température moyenne entre 1200 et 1300 mètres d'altitude ne dépasse pas maintenant cinq degrés : elle est de huit degrés à l'altitude de 400 à 450 mètres, correspondant au niveau des anciennes moraines frontales du glacier de la Moselle au Longuet, du glacier de la Savoureuse à Gironagny, et du glacier de la Fecht à Metzeral, alors que la moyenne du Grindelwald, dont les glaciers arrivent à 4000 mètres au-dessus de la mer, atteint également huit degrés. Contemporain des glaciers disparus des Vosges, l'homme n'en a pas conservé le souvenir ; mais quand ses traditions restent muettes, il faut laisser la parole aux pierres :

Wo Menschen schweigen, müssen Steine reden.