

nombreux exemples de ces mouvements moléculaires qui se font à la température ordinaire ; ainsi je regarde la plupart des rognons, ou masses tuberculeuses contenues dans les terrains stratifiés, comme résultant de mouvements particuliers qui ont duré pendant plusieurs années et qui ne se sont pas faits seulement à l'époque où le dépôt sédimentaire se formait, mais encore après qu'il avait commencé à se tasser et à se consolider. Telle me paraît être l'origine des rognons ou tubercules siliceux, calcaires, marneux, ferrugineux et arénacés, auxquels on a donné les divers noms de *silex*, *chert*, *chailles*, *septaria*, etc. L'intéressant Mémoire qu'a publié M. Virlet (*Bull. Soc. géol.*, séance du 20 janvier 1845), sur la formation de ces rognons, me dispense d'entrer dans des détails circonstanciés sur ce sujet. J'ai la même manière de voir relativement aux principaux faits qu'à cités ce géologue : je considère ces tubercules comme résultant d'une concentration de matière siliceuse, calcaire, etc., qui s'est faite autour de centres d'attractions déterminés, soit par des corps organisés, soit par des noyaux de nature minérale. La présence de ces tubercules n'est pas propre seulement aux terrains tertiaires ou secondaires, mais souvent aussi on en rencontre abondamment dans les terrains de transition. Je me bornerai à joindre aux faits observés depuis longtemps quelques autres qui sont moins connus, et cela m'amènera à des considérations relatives aux circonstances où se sont produits ces phénomènes.» (Voir le Mémoire de M. Durocher qui y cherche à démontrer comme moi, par plusieurs faits curieux, la possibilité, dans de certains cas, du métamorphisme des roches, aux températures actuelles de la surface terrestre.)

M. Émile Benoît fait, au nom de l'auteur, la communication suivante :

*Pourquoi les débris morainiques sont, dans les Vosges, usés et arrondis ;* par M. Hégésippe Benoît, docteur en médecine à Giromagny (Haut-Rhin).

Les traces d'anciens glaciers dans les Vosges ont été reconnues et étudiées par un assez grand nombre d'observateurs éclairés,

pour qu'il ne reste aux plus incrédules absolument aucun doute sur l'authenticité des ruines morainiques qui ont été décrites. Admettant donc comme bien démontrée l'existence du phénomène glaciaire dans les Vosges, je me bornerai à appeler l'attention sur une particularité qui a frappé tous les observateurs et qui est tout à fait spéciale aux éléments morainiques vosgiens. On remarque, en effet, que tous les débris composant les moraines sont remarquablement usés et arrondis, au point, dit M. Ed. Collomb, que plusieurs observateurs qui ont parcouru les glaciers des Alpes se refusent à croire que dans les Vosges la même cause ait pu produire des résultats si différents. Car, ce qui frappe dans la moraine alpine en voie de formation ou récemment abandonnée, c'est, en dehors de la forme générale et de l'absence de tout striage, l'état presque parfait de conservation de tous les débris et l'incohérente confusion des éléments les plus disproportionnés de volume, depuis l'atome de boue porphyrisée jusqu'aux blocs les plus volumineux, qui, bousculés et comme accrochés les uns aux autres, attestent par un saisissant désordre les fonctions tout à fait particulières de l'agent qui les a transportés.

Dans les Vosges, au contraire, tous les éléments glaciaires sont comprimés et réunis en un tout à peu près compacte ; les angles, les arêtes et les anfractuosités ont complètement disparu, et il n'y a presque plus de fragments anguleux. Cependant on retrouve bien, comme dans les Alpes, les moraines frontales disposées en barrages d'un bord à l'autre de la vallée, avec une légère convexité en aval, les moraines latérales, en un semis de blocs sur les pentes du bassin, les galets striés, la boue glaciaire, les roches polies et moutonnées, etc., en un mot, tout ce qui peut constituer le squelette d'un ancien glacier. D'où peut provenir une différence aussi tranchée entre les effets d'une même force s'exerçant dans des conditions assez identiques en apparence et sur des roches de composition à peu près semblable ? Quelle est, en un mot, la cause de cette usure si complète des blocs et galets vosgiens, si peu proportionnée au court chemin qu'ils ont parcouru et au peu de collision qu'ils ont éprouvé dans leur trajet ?

On a donné diverses explications de cette particularité, qui fait contraster d'une manière si frappante les moraines vosgiennes avec ce qu'on peut observer actuellement dans les Alpes, où l'on va habituellement chercher le prototype du glacier et de ses effets. M. Ed. Collomb (*Preuves de l'existence d'anciens glaciers dans les Vosges* ; Paris, 1847, p. 203) pense que tout s'explique par ce fait que, dans les Vosges, les glaciers n'étaient pas surmontés de pics

élevés, et que la plupart des débris ont été arrachés au sol et ont cheminé avec un énorme frottement contre la glace et la roche en place. A cette explication fort rationnelle et fort juste, j'ajouterai la part d'influence qu'ont dû avoir sur l'usure des matériaux les cols que franchissait la mer de glace et les oscillations répétées qui, à plusieurs reprises, ont bousculé et reconstruit les moraines. Bien qu'on ne puisse refuser à ces explications une grande probabilité d'exactitude, on ne peut pas non plus s'empêcher de les suspecter d'insuffisance, et de leur attribuer seulement une participation assez restreinte au fait dont il s'agit de retrouver la cause.

Peut-être les considérations suivantes conduiront-elles à la vérité sur cette question.

Des recherches, entreprises dans le but de constater l'espèce et le degré d'altération qu'ont subis les éléments du terrain de transport, m'ont conduit à établir que la *transformation argileuse* est le dernier terme d'altération des roches siliceuses, et que cette transformation, commencée même au moment de l'apparition de la roche, s'est toujours continuée et se continue encore de nos jours. En effet, quel que soit le nombre des éléments minéralogiques qui concourent à former une roche siliceuse, on ne trouve en général à l'analyse que les facteurs suivants : silice, alumine, oxyde de fer, oxyde de manganèse, magnésie, chaux, potasse et soude. Or, les agents de décomposition opèrent le départ de ces éléments de la manière suivante : d'un côté, les alcalis et les oxydes alcalino-terreux se dissolvent à l'état de silicates basiques, et, de l'autre, les terres et les oxydes métalliques, unis au reste de la silice, forment un résidu argileux absolument insoluble et indécomposable. La résistance que les diverses espèces minéralogiques opposent à cette transformation argileuse définitive est très variable : le quartz est absolument inattaquable, le mica jouit d'une résistance presque aussi absolue, puis viennent le talc, le pyroxène, l'amphibole, et enfin le feldspath, qui cède avec une grande facilité. Ceci explique, pour le dire en passant, pourquoi les argiles, véritables résidus chimiques, sont toujours plus ou moins mélangées de sable quartzeux et micacé. Cette décomposition est incessante et continue partout où l'air et l'eau peuvent atteindre les roches siliceuses, et l'on conçoit quelle importance elle doit avoir en géologie, lorsqu'on envisage la puissance des assises arénacées ou argileuses qui se composent exclusivement des résidus que je viens de signaler.

Les débris morainiques subissent la loi commune et se convertissent en argile avec sable quartzeux et micacé et silicates solu-

bles entraînés par les eaux. Cette décomposition marche de la périphérie au centre et rend, à mesure qu'elle avance, la surface de chaque fragment de plus en plus friable. On peut facilement observer sur une cassure fraîche les effets et la marche de cette altération progressive, disposée comme une zone autour du centre intact du caillou ou du fragment de roche. Plusieurs fragments n'offrent pas cependant sur toute leur surface une altération également avancée, ce qui dépend évidemment d'une fragmentation survenue depuis le moment où les agents extérieurs ont commencé à agir. Or, pour les roches vosgiennes, nées avant l'époque houillère, la transformation argileuse et la friabilité qui en est la conséquence ont commencé immédiatement après leur naissance, époque où la fragmentation, favorisée par les fissures de retrait et l'existence probable de pics élevés, a dû amonceler des quantités prodigieuses de débris qui sont ainsi restés exposés aux agents destructeurs pendant toutes les périodes géologiques successives jusqu'au moment où, à la fin de l'époque tertiaire, les agents de transport reprenant tous ces matériaux les ont déposés comme on les trouve aujourd'hui. Les moraines ne contiennent que le centre non altéré des fragments, tandis que la périphérie, c'est-à-dire les angles et les arêtes de ces mêmes fragments ont été entraînés à l'état d'argile et de sable que l'on trouve dans les plaines en couches plus ou moins distinctes, ou bien mélangés à des débris plus volumineux pour former les vastes épaisseurs de conglomérat qui constituent la majeure partie du terrain de transport.

D'après ce qui précède, il me paraît légitime de conclure que l'état d'usure des débris morainiques vosgiens a été amené par des altérations chimiques antérieures à l'époque glaciaire, et qui ont rendu extrêmement friables la superficie ainsi que les angles et les arêtes de chaque fragment, les portions de la surface qui sont relativement moins altérées correspondant à une fragmentation survenue pendant la période de transport.

Ainsi s'explique facilement un fait, dont la cause jusqu'ici me paraît avoir été complètement méconnue.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de feu M. de Boucheporn :