

quand le glacier se heurte à un obstacle, la glace étant cassante se fend et se brise, mais l'énorme pression de la masse qui glisse derrière la resserre de nouveau, et le regel soude immédiatement les cassures. Le glacier se conforme donc aux irrégularités de son lit, non en vertu d'une plasticité réelle, mais en étant tour à tour liquéfié et congelé. On peut en effet, en employant les moyens convenables, modeler la glace à volonté, comme si elle possédait une plasticité réelle, et nul doute que la nature n'exécute une opération semblable.

En glissant vers le bas de la vallée, le glacier transporte de niveaux élevés à des niveaux inférieurs tous les débris qui peuvent tomber sur sa surface. Il y a, dans le voisinage des glaciers, des fragments de roches que les agents atmosphériques minent sans cesse et ces fragments tôt ou tard s'écroulent sur le glacier. C'est ainsi que chaque côté d'un glacier est frangé de débris et parfois quelques-uns des blocs éboulés pèsent plusieurs milliers de kilogrammes. On désigne ces accumulations de débris sous le nom de *moraines*, et, comme celles que nous sommes en train de décrire se rencontrent sur les deux bords du fleuve de glace, on les appelle *moraines latérales*. A mesure que le glacier s'avance, les matières formant les moraines sont entraînées en avant jusqu'à ce qu'elles atteignent finalement l'extrémité du glacier; des fragments de roche peuvent être transportés de la sorte des hauteurs supérieures jusqu'au fond de la vallée. L'eau que produit la fonte de la glace à l'extrémité du glacier est impuissante à entraîner cette charge de pierres déposée par la glace; aussi trouve-t-on généralement en travers de l'extrémité inférieure du glacier une masse confuse de gravats connue sous le nom de *moraine frontale*. Quand deux fleuves de glace viennent à se confondre, les moraines latérales se confondent aussi,

comme le montre la figure 44 dans laquelle A B C D représentent les quatre moraines latérales des deux glaciers. Il est évident qu'après la rencontre des deux fleuves de glace, les moraines extérieures A et D continueront à occuper les bords du glacier principal, tandis que les deux moraines intérieures s'uniront à la bifurcation E et ne formeront qu'une rangée unique de débris qui dériveront au fil du courant au milieu du grand glacier. On distingue des précédents cet alignement de pierres

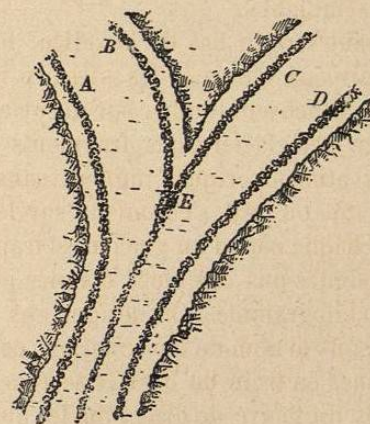


FIG. 44. — Moraines latérales et médiane.

placées au centre sous le nom de *moraine médiane*. Si un glacier reçoit dans son cours un grand nombre de ces affluents latéraux, chacun lui apportant ses moraines, la surface entière de la glace peut finir par être jonchée de gravats.

Un glacier ressemble à un fleuve non seulement par le pouvoir qu'il a de transporter ainsi des matériaux solides de haut en bas, mais aussi en ce qu'il opère comme un agent direct de dénudation. Un fleuve ronge ses rives et son lit; ainsi fait la glace des bords et du



fond de la vallée le long desquels elle chemine. Si la glace rencontre un coin saillant ou une brusque déclivité, elle se crevasse nécessairement et c'est ainsi que se produisent dans les glaciers des gouffres béants parfois de plusieurs centaines de mètres de profondeur. On appelle *crevasses* ces vastes déchirures (fig 46 et 47). Des



FIG. 45. — Le glacier d'Unteraar avec sa moraine médiane.

pierres, souvent de dimensions énormes, s'engloutissent avec fracas dans ces abîmes, et, arrivées au fond du glacier, se congèlent et adhèrent à sa base. A mesure que le glacier marche, les pierres pressées par le poids des glaces supérieures strient et entaillent le lit de la roche dans la direction du courant de glace; puis serrées entre la glace et son lit, elles sont écrasées à leur tour, et, quand elles sont débarrassées de leur charge à la moraine



FIG. 46. — La mer de glace avec ses crevasses.



terminale, il arrive parfois qu'elles sont aussi striées de sillons semblables.

En même temps les fragments moins considérables arrachés aux roches par le passage du glacier arrivent en bas à l'état de fin gravier, de sable et de limon assez légers pour être portés en suspension par le courant d'eau qui flotte sur le lit du glacier. Car il faut noter que



FIG. 47. — Crevasse dans un glacier.

la couche inférieure de glace, comprimée par le poids des couches supérieures et frottée contre le sol, est généralement à l'état de dégel; en outre l'eau se fraye un chemin de la surface au fond à travers les crevasses. Il en résulte qu'un petit courant liquide sépare la dernière couche de glace du lit de la roche; à l'extrémité du glacier, cette eau s'échappe non pas en une source transparente et limpide, mais en un ruisseau trouble tout chargé de déblais. On peut faire remonter le Rhin, le

Rhône, le Pô, le Gange et une foule d'autres fleuves considérables aux ruisseaux boueux qui s'échappent des glaciers. Les détritits très fins que l'eau charrie ainsi dans son cours polissent la surface de la roche sur laquelle elle coule. L'action d'un glacier est donc double: le sable fin polit la surface que les pierres plus grosses sillonnent de



FIG. 48. — Roches moutonnées, Colorado.

rayures ou de stries, comme si une main gigantesque avait poli la surface de la roche avec de la poudre fine d'émeri et en même temps l'avait râpée avec une lime immense.

Toutes les aspérités sur le chemin d'un glacier sont ainsi aplanies et les angles vifs ramenés aux proportions de bosses arrondies. Les amas à dôme aplati ainsi formés s'appellent *roches moutonnées* (fig. 48), parce que, vus à distance, ils présentent quelque ressem-



blance avec un troupeau de moutons. Aussi le passage d'un glacier dans une région donne lieu à une configuration physique particulière que ne produit aucun autre agent de dénudation, et, grâce à ces traits distinctifs, on peut affirmer avec certitude que la glace a été à l'œuvre dans un pays où il n'y a peut-être pas trace de glace au jour présent. Ainsi dans nombre de vallées suisses, désertées aujourd'hui par les glaciers, les roches arrondies, polies et striées, témoignent que les glaciers de la Suisse ont dû être jadis de proportions gigantesques et qu'ils s'étendaient bien au delà des limites où sont enfermés leurs successeurs actuels.

On trouve, en s'avancant vers le nord, que la limite des neiges perpétuelles ne cesse de s'abaisser jusqu'à ce qu'elle descende dans les régions arctiques au niveau même de la mer. Voilà comment dans ces régions la surface entière du sol peut être enveloppée d'un manteau de glace. Cette croûte de glace glisse en bas vers le rivage jusqu'à ce que ses pans inférieurs finissent par entrer dans la mer. D'énormes masses de glace se détachent alors et s'en vont à la dérive : ce sont les *icebergs*. Ces montagnes de glace affectent parfois les formes les plus fantastiques et leur masse énorme produit un tel abaissement de température dans l'air avoisinant, que, quand elles sont entraînées dans l'Atlantique, elles sont d'ordinaire dérobées par un voile de brume. Les icebergs comme les glaciers sont chargés de fragments de roches arrachés à la terre sur laquelle la croûte de glace a cheminé ; à leur arrivée dans des eaux plus chaudes ils se fondent et se débarrassent alors de leur cargaison de pierres et de terre souvent ainsi entraînées bien loin de leur point de départ. Quand des masses rocheuses sont charriées par une eau courante, pierres et débris s'arrondissent sous le frottement auquel ils

sont soumis ; mais un fragment de roc transporté par un iceberg peut conserver son apparence anguleuse et être précipité presque intact sur le fond de la mer. Les déblais les plus fins qu'emporte l'iceberg se délayent dans l'eau au milieu de laquelle la glace se fond et les courants peuvent les entraîner au loin jusqu'aux latitudes méridionales. Si un glacier vient à descendre sur le bord d'un lac, on voit se reproduire exactement ce qui se passe dans la formation d'un iceberg. Une langue de glace est poussée dans l'eau, des icebergs s'en détachent et flottent en dérive, emportant leur cargaison de débris de moraines destinés à se répandre sur le fond du lac lors de la fonte de la glace flottante. Si le fond du lac ou de la mer se soulevait jamais et exposait au regard le limon et le gravier apportés par les icebergs avec les blocs angulaires et les fragments de roc striés par la glace, la présence de ces débris témoignerait de l'œuvre de la dénudation glaciaire dans des pays qui ne connaissent maintenant rien de semblable aux glaciers ou aux icebergs.

Un autre témoignage de l'action de la glace est fourni par la position singulière de larges blocs de pierre angulaires placés sur le bord même d'un précipice ou se tenant en équilibre sur une simple pointe. Ces masses, connues sous le nom de *perched blocks* ou *blocs perchés*, ne peuvent guère s'être placées dans cette position étrange en roulant sur elles-mêmes ni y avoir été amenées par la force de l'eau courante ; mais il est facile de voir qu'un iceberg a pu les laisser tomber à cette place ou qu'elles ont pu y demeurer échouées à la suite de la fonte graduelle du glacier sur lequel elles étaient primitivement assises.

Il y a aujourd'hui plus de quarante ans que M. Agassiz, le sagace observateur de l'œuvre de la glace en Suisse, visita l'Angleterre, et qu'avec le docteur Buckland il si-



gnala des traces évidentes de l'antique action de la glace dans nombre de régions de la Grande-Bretagne. Celui qui voyage en Écosse, en Irlande, dans le Cumberland ou le nord du Pays de Galles, n'a pas de peine à découvrir des roches moutonnées, des blocs perchés et parfois des restes d'anciennes moraines ; et même çà et là, aux endroits où les roches ont été protégées, le poli et les striures de la glace ont été préservés. De tels témoignages établissent d'une manière concluante que la glace doit avoir recouvert jadis la surface de ce pays. On croit même qu'à une période de l'histoire géologique, celle que l'on désigne du nom de *période glaciaire*, la Grande-Bretagne dut être ensevelie sous un vaste linceul de glace semblable à celui qui recouvre maintenant le Groënland.

Sur les sommets du Jura, à 800 et 900 mètres de hauteur, on trouve d'énormes blocs de rochers venus certainement des Alpes. Des blocs analogues, provenant des Alpes de Scandinavie et de l'Oural, se rencontrent dans la grande plaine de sable de l'Allemagne du Nord, en Prusse et en Pologne, à plus de 1000 kilomètres de leur point de départ. On leur donne le nom de *blocs erratiques*. On a proposé bien des théories pour expliquer le déplacement de telles masses et à de telles distances ; on a imaginé de vastes courants de boue, des mouvements ondulatoires de la croûte terrestre se soulevant et s'affaissant tour à tour. Mais la seule qui rende compte d'une manière satisfaisante de ce transport bizarre est celle qui en fait remonter la cause aux glaciers. La terre aurait subi, immédiatement après l'apparition des Alpes, un refroidissement considérable qui aurait donné naissance à de gigantesques glaciers « sur la surface desquels auraient glissé, jusqu'à de grandes distances, comme sur un plan incliné, les blocs arrachés aux sommets des hautes montagnes ». Ailleurs la glace a joué son rôle en

râpant, pulvérisant et polissant la surface de la terre. M. Ramsay a même suggéré l'idée qu'un grand nombre des bassins rocheux qui contiennent les lacs anglais ont été creusés par l'action d'énormes masses de glaces mouvantes. Ce ne sont pas là d'ailleurs les seuls effets de la glace que l'on puisse voir gravés sur les roches de la Grande-Bretagne ou de la France. Pendant une partie de la période glaciaire, les deux pays durent être immergés au-dessous des eaux d'une mer de glace ; les icebergs dérivant du nord semaient alors leurs cargaisons de déblais sur la roche dont un soulèvement postérieur fit un sol desséché. Même dans le voisinage immédiat de Paris, dans le limon qui recouvre le banc de grès de Fontainebleau, on a trouvé d'innombrables cailloux striés. « Leur forme polyédrique, les traces de frottement, leurs stries nombreuses, les font ressembler à s'y méprendre aux cailloux d'une moraine profonde<sup>1</sup>. » Qu'on attribue ces stries aux glaciers ou aux glaces flottant à la surface des immenses cours d'eau de l'époque, ces cailloux n'en sont pas moins les témoins lointains d'un âge où la glace joua son rôle comme agent de dénudation dans les limites mêmes du bassin de la Seine.

<sup>1</sup> Julien, *Bull. de la Soc. géologique*, 2<sup>e</sup> série, 1870, t. XXVII, p. 550, cité par M. St. Meunier dans la *Géologie des environs de Paris*.