

E 3.947  
309 W

ერეკლიძე



სახელი	№
გვარი	№
დაბადების	№
მისამართი	№
ფაქსი	307

*E. Reichenow*

# ETUDES

SUR LES

GLACIERS ACTUELS ET ANCIENS DU CAUCASE

par

H. Abich.

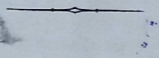
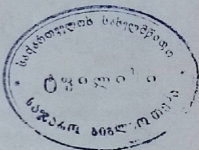


[754]

3249  
30910  
M608

PREMIERE PARTIE

avec deux Planches.



237  
294

TIFLIS

L'Imprimerie de l'administration civile au Caucase.

1870.

42, 113 p. 123 enc. ill. (27 x 11) 610

551. 324(479)+911.2(23.05)

3135 Ind. Dyblyb



909

STUDIES

FOR THE

MEMBERS OF THE HOUSE OF REPRESENTATIVES

AND

COMMITTEES

PREMIERE PARTIE

11/10/05



## INTRODUCTION.

Le glacier, qui s'étend du côté Nord-Ouest du cône du Kasbek et qui descend jusque dans la vallée de Devdoraki, laquelle se réunit à la vallée du Térék à quatre kilomètres au dessous de la station de Kasbek, se rompt périodiquement et à des époques assez éloignées l'une de l'autre. Le souvenir presque effacé des dangers et des obstacles que de pareils évènements amènent pour la communication dans la vallée du Térék, se réveilla, lorsque je fis remarquer en 1861, que le glacier de Devdoraki accumulait des masses extraordinaires de glace à son extrémité inférieure, masses qui augmentaient d'après l'observation des montagnards, qui croient y reconnaître le présage d'une catastrophe prochaine. Des levées du glacier ont été faites depuis à plusieurs reprises par les officiers d'Etat Major, levées qui constataient le fait d'une augmentation irrégulière et qui va toujours croissant. L'administration des ponts et chaussées a fait une disposition pour noter de quinze jours en quinze jours tous les changements du glacier.



Le voyage que je fis au Kasbek en septembre 1867 et qui forme l'objet des communications suivantes avait pour but d'examiner l'état du glacier tel qu'il se présentait alors, de le comparer à celui de 1861 et d'examiner surtout l'augmentation extraordinaire du glacier qui avait eu lieu pendant l'année 1866 et qui venait de raviver, au plus haut degré, les craintes de la rupture prochaine du glacier. Je désirais encore continuer mes recherches antérieures sur les phénomènes de glacier des époques anciennes surtout par rapport à la vallée du Terek. Je résumerai par conséquent le résultat de mes recherches en deux parties.

## I.

### *L'état du glacier de Devdoraki en 1867 comparé avec celui de 1861.*

Je pouvais baser cette première partie de mes recherches. 1) sur les notes qui j'avais recueillies en 1861, accompagnées de plusieurs dessins et mesures retraçant l'ensemble de la vallée glaciaire avec ses parties. 2) sur une levée de la vallée glaciaire faite par l'Etat Major Impérial en 1863 et, 3) sur un plan détaillé, levé par les topographes du même corps, qui retrace la physique du glacier tel qu'il était depuis le mois d'août 1866 jusqu'à la fin d'août 1867.

Ces documents permettaient de contrôler d'une manière précise le développement successif et l'étonnant changement du glacier. En 1861 le glacier se formait par la réunion de deux affluents dont chacun découlait selon toute apparence de son propre réservoir de névé et déversait dans l'écouloir commun avec une

égale vitesse une quantité de glace proportionnée à ses dimensions considérables. L'affluent droit qui part de la base septentrionale du cône du Kasbek même paraît avoir entièrement perdu depuis 1861 sa communication ancienne avec le glacier principal. Il s'est divisé; sa partie supérieure reste suspendue en écharpe sur la pente escarpée de l'écouloir et sa partie inférieure détachée, étant descendue jusqu'au dessous du niveau de l'ancien point de réunion de ce glacier latéral avec le glacier principal, paraît entièrement absorbée par celui-ci.

Ce dernier s'est de son côté considérablement accru dans son écouloir supérieur, d'où il descend beaucoup plus large qu'il n'était autrefois. Conservant son ancienne direction, le glacier s'est redressé contre la partie gauche de la vallée glaciaire en poussant les arêtes de son bord escarpé jusqu'à une hauteur qui se trouve actuellement à un niveau supérieur à la ligne des plus anciennes traces de moraines d'à peu près 25 pieds.— La partie inférieure du glacier s'est de beaucoup avancée et se trouve comme appuyée à un rocher qui fait saillie sous forme de promontoire, en causant un rétrécissement notable de la vallée. Le glacier en contournant cet obstacle se tord pour ainsi dire sur lui même. Il s'en suit que la portion riveraine du glacier reste ici considérablement en arrière tandis que celle du milieu continue d'avancer avec une vitesse plus grande, ce qui est prouvé par un système de crevasses profondes et nombreuses dirigées dans le sens de l'axe de la vallée. Par cette raison le bord de l'escarpement terminal du glacier est loin d'être tranchant et uni, comme je l'ai vu en 1861, mais il s'est fendu en beaucoup d'endroits et ne présente pour ainsi dire qu'une réunion de grosses

masses prismatiques très irrégulières, séparées par de larges fentes dans lesquelles se jettent les eaux superficielles qui ruissellent à la surface du glacier, en contribuant énergiquement à leur agrandissement. Une grande partie du glacier, partant du point de réunion des deux anciens affluents, est entièrement couverte de blocs et de débris anguleux de roches cristallines et schisteuses, parmi lesquelles les représentants de la formation lavique et de conglomérats trachytiques du cône d'éruption du Kasbek l'emportent de beaucoup sur tous les autres. Il est évident, que des roches trachytiques en masses sont descendues par la vallée escarpée, occupée autrefois entièrement par la branche étroite du glacier. Ce changement considérable dans la nature physique de la partie supérieure de la vallée glaciaire de Devdoraki s'explique par la disposition géognostique des masses qui forment les bords supérieurs de la vallée, en servant de base aux champs de névé qui alimentent le glacier.

Des roches laviques à base de Trachyte avec leurs conglomérats et leurs masses scorifiées, engendrées à l'époque de la formation éruptive du cône du Kasbek recouvrent dans ces hauteurs le terrain cristallin schisteux.

Il arrive, que les bases des hautes parois verticales et des masses pyramidales composées de roches plus ou moins fragmentaires, sapées par les infiltrations énergiques pendant les chaleurs estivales s'affaiblissent et cèdent. Il y a des cas où leur écroulement a été suivi de changements considérables même dans la physique du glacier. Il va sans dire que le simple recouvrement de ces débris rocheux doit déjà essentiellement affaiblir les effets de l'ablation de celui-ci.



Après cet aperçu passons à quelques données sur la progression et les dimensions du glacier. Pour la mesure du mouvement de progression je me suis servi d'un petit Théodolite de Kater, placé sur le même rocher qui fut un des points de départ principaux pour les dernières opérations trigonométriques de l'Etat Major. L'instrument de mire était une planche divisée en carrés de la grandeur d'un Verschok ou de 44,4 mm. que l'on fait monter ou descendre dans un support en une seule pièce ronde, qui est fortement enchassée dans la glace au moyen d'un perceur de la même grosseur que le support en bois, de sorte que le tout fixé, le mouvement d'un millimètre de la table peut-être mesuré avec exactitude, si le fil en croix dans la lunette du Théodolite est ajusté avec précision sur le point de croisement des lignes qui servent de division sur la planche. Les jours qui précédèrent mon arrivée au glacier, le 28 septembre vers le soir, étaient froids et brumeux; ils amenèrent quelques légères chûtes de grésil. C'est probablement en suite de ces circonstances météorologiques, qui rallentirent la marche du glacier, que le 26 le mouvement de la table pendant quatre heures fut presque imperceptible. Toute la journée du 29 septembre était belle et le soleil n'était pas obscurci par des nuages. Le lendemain du 30 septembre, l'instrument constatait pendant trois heures d'observation pour le mouvement de progression, un Verschok, ou 44,44 mm. en donnant en même temps pour l'abaissement du glacier un tiers de Verschok ou 1,44 mm. Le point de croisement des fils de la lunette du Théodolite étant marqué sur la table à l'endroit où il se projeta à la fin de l'observation, on n'a qu'à tirer de ce point une ligne jusqu'au point d'où partait l'observation, pour obtenir dans l'angle que cette ligne



forme avec les horizontales, tracées en couleur foncée sur la planche de mire blanche, l'expression exacte de l'inclinaison qu'a le lit du glacier à l'endroit de la mesure par rapport à l'horizon. Cet angle était de 17 degrés. D'après ces données le glacier se mouvait le 30 septembre pendant 24 heures, d'un pied et de 2 pouces ou 355 mm. en se dénivellant en même temps de 4,8 pouces ou de 189 mm. au dessous de la ligne de niveau au commencement de l'observation.

En comparant entr'elles les cartes, faites en 1863 et en 1867, on voit que le mouvement de progression total du glacier est distribué pendant le cours des quatre dernières années de la manière suivante: Marche depuis

1863—1866	par an	116 p.	par jour	97 mm.
de 1866—1867	„ „	434 p.	„ „	366 mm.

Comparant ces mesures avec celles qui furent faites dans les Alpes on trouve que la mer de glace de Chamonix par exemple se meut environ de 485 pieds ou de 147,9 mètre par an, c'est à dire de 1,3 pied ou 390 mm. par jour. Monsieur Tyndal trouve pour ce mouvement 17 pied ou 518 mm. Le chiffre qui exprime le mouvement du glacier de Devdoraki aurait été suivant ces données moindre que la vitesse habituelle pour la mer de glace.

Les dimensions comparatives de la largeur et de la longueur du glacier, à juger d'après les deux cartes de 1863 et de 1867 sont les suivantes. Largeur en 1863 à l'endroit de mes mesures indiquées plus haut (point C du profil) était de 777 pieds. En 1867 elle était de 1155 pieds.

L'accroissement longitudinal du glacier pendant ces deux époques de trois années et d'une année était donc



en somme totale de 782 pieds et il s'effectuait dans la proportion de 1:1,20.

J'adopte pour l'inclinaison du glacier en chiffre moyen de mes mesures 10 degrés et demi. Quant à la détermination de l'épaisseur de la masse de glace nommément à l'extrémité frontale du glacier, il n'y avait pas moyen de répondre à cette question par voie de mesures ou de recherches directes et tout ce que je peux dire sous ce rapport se base sur un petit nombre d'observations barométriques et sur les évaluations inductives qu'elles permettaient de faire.

Pour établir ces dernières je renvoie aux Lettres du profil Tab. I et à la liste suivante des hauteurs absolues qui ce rapportent à la vallée glaciaire de Devdoraki et à d'autres points, dont il sera encore question plus tard. Ces mesures hypsométriques se basent en partie sur les observations correspondantes horaires, faites à l'observatoire physique de Tiflis, qui se trouve 1343 p. a. au dessus du niveau de la mer; d'autres sont calculées d'après les observations correspondantes des instruments à Vladikavkas.

1. Nouvelle station de Kasbek. Balcon de l'étage premier ..... 5860 p.
2. Niveau du Térék près du pont au dessous de la nouvelle station de Kasbek..... 5604 „
3. L'extrémité du glacier de second ordre de Stepan-Zminda sur le versant méridional du Kasbek vis-à-vis de la station..... 9504 „
4. Niveau du Térék 4,7 kilom. en aval de la station au dessous du village des Kistes, „Goletti“ près du pont..... 4730 „
5. Niveau du Térék au point de sa jonction avec le torrent de Devdoraki..... 4345 „

6. Hauteur de l'extrémité de la moraine d'éboulement du glacier de Devdoraki, qui surmonte le point du Numéro précédent	
7. Point de jonction des eaux glaciaires de Devdoraki et de Tschotschoui, au fond du couloir de 250 p. de profondeur.....	5992 p.
8. Maisonnette A. sur la rive droite de la gorge du glacier de Devdoraki .....	7374 „
9. Fond de la gorge au dessous de la maisonnette A en B. ....	6912 „
10. Point de l'emplacement du Théodolite C.	7847 „
11. Niveau de la planche de mire sur le glacier.....	7871 „
12. Hauteur de l'extrémité du glacier de Devdoraki E.....	7864 „
13. Bord gauche du glacier fortement redressé F.....	8241 „
14. Sur les roches polies et striées de schistes métamorphiques de l'éperon rocheux au point de jonction des deux affluents glaciaires G.....	8350 „
15. Niveau du Terek au dessous du pont à la sortie de la gorge de Darial.....	3768 „
16. Niveau du Terek près de la pierre de Jermolof, un demi kilom. en aval de la nouvelle station de Lars.....	3531 „
17. Niveau du Terek près de l'ancienne station de Lars 3 kilom. en aval de № 16.....	2879 „
18. Niveau du Terek à la sortie de la grande vallée en plaine de la forteresse de Djérak	2657 „
19. Niveau du Terek près de la fabrique d'esprit de vin, 2 kilom. en amont de Vladikavkas.....	2392 „



- |  |         |
|--|---------|
| 20. Grande place au milieu de la ville de Vladikavkas .....  | 2250 P. |
| 21. Niveau du Térék 7 kilom. en aval de Vladikavkas près de la colonie allemande   | 1992 „  |
| 22. Niveau de la stanitza d'Ardon 30 kilom. au NO. de la ville de Vladikavkas .....  | 1727 „  |
| 23. Niveau de la rivière de Bjelaja, affluent du Térék 41 kilom. au NO. de Vladikavkas près du pont sur la grande route de Stavropol et deux kilom. à l'Ouest du Térék.....  | 1108 „  |
| 24. Niveau du Térék à la sortie de la vallée du Minaret, 50 kilom. de Vladikavkas et 4 kilom. de la stanitza de Sméjefka....   | 1063 „  |
| 25. Partie la plus élevée de la chaîne de collines de formation quaternaire, couvertes de Tschornoi Ziem pur; chaîne traversée par le Térék entre Sméjefka et Nikolajefka.   | 2418 „  |
| 26. Plus grande élévation dans la prolongation orientale de cette même chaîne, qui se compose ici de collines de formations tertiaires et quaternaires entre Nasran et Mohamet Yourt, également couvertes de Tschornoi Ziem..... | 2449 „  |
| 27. Dernière limite des dépôts de Tufs trachytiques sur les flancs des dites collines en № 26.....   | 2272 „  |
| 28. Forteresse de Nasran.....  | 1609 „  |
| 29. Niveau de la rivière de Sounja au dessous de la forteresse .....   | 1492 „  |
| 30. Niveau de la petite rivière de Kambléja 10 kilom. au NNE. de Vladikavkas; du côté Ouest de la légère intumescence du   |         |

sol qui sépare les affluents du Térék et du  
Sounja..... 1860 p.

L'épaisseur de la glace à l'extrémité inférieure du glacier a été évaluée de la manière suivante.

La hauteur de la partie droite de la gorge glaciaire est donnée par la différence des hauteurs absolues des deux niveaux A et B c'est à dire  $7374 - 6912 = 462$ . Conformément à la levée de l'année 1867 de l'Etat Major, la ligne de AC a une longueur de 2300 pieds. Celle de la ligne CQ est égale à la différence entre les hauteurs absolues des points A et C c'est à dire  $7847 - 7374 = 473$  p. Comme la distance entre les points B et J est de 1860 pieds il va sans dire que le chiffre qui donne l'épaisseur de la glace entre E et H n'est qu'une résultante de l'amplitude de l'angle H B J.

La mesure directe de cet angle ne pouvait pas se faire à cause de la chute des pierres qui ne cessaient pas de se détacher du talus d'éboulement devant l'extrémité du glacier qui paraît arrêter la marche de celui-ci. Les quelques mesures par lesquelles j'ai essayé de déterminer cet angle au fond de la gorge en amont du point B m'ont conduit à  $18^\circ$ . Voyant cependant que la pente du fond de la gorge augmente encore vers le point N, je crois approcher de la vérité en m'arrêtant à 20 degrés pour l'inclinaison de la pente de N à B.

D'après la loi que chaque glacier se moule dans son lit de rocher, l'aspect tourmenté et redressé du glacier à son extrémité trahit la proéminence que le profil indique dans le point H. Comme il est peu probable que la pente de  $20^\circ$  subisse un changement notable en amont, jusqu'à ce point H, le calcul donne pour l'épaisseur du glacier entre H et E 301 pieds. La ré-

duction de cet angle pour deux degrés =  $18^{\circ}$  augmenterait cette épaisseur jusqu'à 373 pieds.

Les zones transversales et parfois paraboliques de profondes crevasses, de lames et de prismes que l'on rencontre à différentes reprises en remontant le glacier, indiquent des changements brusques dans le relief du sol de la vallée. Quelle que soit la nature de la pente de ce sol jusqu'au point de l'ancienne jonction des deux branches du glacier en aval des roches polies et moutonnées en G, toujours faut-il supposer un certain parallélisme entre les contours inférieurs et supérieurs du glacier, dont la surface retrace les inégalités du fond de l'écouloir. Adoptant donc l'épaisseur de 301 pieds pour l'extrémité du glacier et 250 à 200-pieds pour les parties moyennes et supérieures, l'on base sur une forte vraisemblance.

Si le glacier de Devdoraki appartenait à la classe des glaciers de premier ordre, qui ne surpassent guère l'inclinaison de 10 degrés en se distinguant par la longueur et la largeur de leurs cours, ce chiffre n'aurait rien d'extraordinaire, mais l'épaisseur de 301 pieds à l'extrémité inférieure d'un glacier de second ordre comme celui de Devdoraki est une circonstance trop exceptionnelle qui mérite d'être prise en considération comme indice de la probabilité d'une rupture prochaine.

J'étais à même de vérifier d'une manière indirecte la justesse de cette évaluation de l'épaisseur du glacier.

Lors de ma première visite au glacier en 1861 je dus me borner d'en faire le dessin à un endroit au bas de la paroi escarpée droite de la gorge, endroit comparativement peu élevé au dessus du fond de la vallée, mais que je dus choisir pour ne pas être surpris, en montant plus haut, par les brouillards qui menaçaient

d'envelopper le haut de la vallée. La petite vue se trouve reproduite dans l'estampe N<sup>o</sup> 1. En 1867 je fis un autre dessin du même glacier, choisissant cette fois comme point de départ la maisonnette A. Cette vue est représentée dans l'estampe N<sup>o</sup> 2. En descendant vers le fond de la gorge le hasard me fit retrouver l'endroit d'où j'avais pris la première vue. Muni de ce dessin je n'avais qu'à le comparer avec l'état présent du glacier pour apprécier d'un coup d'oeil le degré de l'accroissement extraordinaire du glacier.

Les contours de l'escarpement terminal frontal du glacier s'étaient tellement accrus, tant en longueur qu'en largeur, que la moitié de l'arrière fond de la vue en 1861 n'était plus visible; elle était absolument cachée par l'énorme hauteur de la masse de glace en saillie dans l'avant fond. Je n'avais donc qu'à introduire la ligne ponctuée en rouge dans le dessin de 1861 pour gagner par la comparaison de ces deux lignes de contour la certitude, que la masse du glacier s'est augmentée à son extrémité dans le cours de six années de plus du double de son volume en 1861. Je cite en cet endroit encore un phénomène curieux, qui se présente sur la pente rapide de l'escarpement terminal du glacier, phénomène qui est en liaison évidente avec un accroissement subit du glacier pendant l'époque indiquée de six ans. On remarque presque à la moitié de la hauteur de la paroi de la glace en question une bande foncée à moitié noircie enclavée entre les couches stratifiées de glace formées par la superposition de diverses couches hivernales de chaque année. Cette bande formée par des morceaux des mêmes roches dont les débris recouvrent aujourd'hui même une partie notable de la surface du glacier représente un





véritable „dirtband“ qui n'était pas visible dans l'intérieur de la glace lors de ma première visite en 1861. Sa présence au milieu de cette énorme masse de glace pure du glacier sert de document d'un évènement anormal, survenu pendant l'époque des dernières six années dans la marche du développement des phénomènes qui produisent les glaciers et qui président aux oscillations de volume auxquelles ils sont sujets. Je suppose des chûtes réitérées de grandes avalanches de neige et de névé qui étaient probablement contemporaines de la rupture et de l'éboulement de la sudite branche droite du glacier dont les effets réunis et superposés ont beaucoup contribué à agrandir celui-ci; les neiges et les roches amenées par les éboulements extraordinaires s'étant incorporées peu à peu dans la masse de la rivière de glace principale. La facilité et la fréquence d'éboulement de cette nature tiennent au caractère géognostique du sol couvert de neiges perpétuelles dans le haut de la vallée glaciaire. Une grande partie de ce terrain non stratifié composé de roches métamorphiques et de schistes cristallins comme il a été dit déjà plus haut est couverte de laves trachytiques et de déjections scorifiées incohérentes produites par les éruptions du Kasbek. Ces dépôts se reconnaissent très bien depuis le fond de la vallée dans le haut des parois abruptes où ils se distinguent au dessous de la calotte de neige par leur distribution horizontale et par leur couleur brune rougeâtre. C'est en partie dans un tel terrain que se trouvent encaissés les récipients des névés qui nourrissent le glacier et il se conçoit que le mécanisme qui fait marcher celui-ci, menace constamment la stabilité pour ainsi dire du soubassement incohérent du dépôt neigeux. Il me paraît, que des forces

destructives agissent ici d'une manière lente, identiques à celles qui ne cessent de miner les fondements qui supportent les masses glaciaires dans l'intérieur et au bout de la vallée d'Argouri au centre de l'Ararat.

Si de l'ensemble des faits observés pendant ces courtes explorations, dont la fin fut dictée par les rigueurs d'une saison déjà trop avancée pour ces hauteurs, je dois déduire une opinion sur le degré de la probabilité d'une catastrophe prochaine par rapport au retour si dit périodique de la rupture du glacier de Devdoraki; je trouve qu'il est impossible de préciser par des raisons valables la réalisation prochaine d'un tel événement; ni de soutenir généralement parlant la nécessité qu'il doive avoir lieu. Sans le secours de longues études préalables et comparatives sur l'histoire du développement de ce glacier, sans doute l'un des plus bizarres qui se trouvent au Caucase et sans la connaissance pour ainsi dire de ses moeurs, on s'exposerait à de graves erreurs en voulant interpréter les phénomènes de l'état actuel qu'il présente dans le sens de symptôme quelconque, ou de présage d'un événement du genre redouté.

L'accroissement actuel du volume du glacier à son extrémité n'a évidemment aucune valeur comme présage, car la probabilité que cette masse suspendue pour ainsi dire, sur le bord d'un gradin au fond de l'écouloir cédant à la pesanteur, soit prête à se détacher du corps principal du glacier, est contrebalancée par le fait que le glacier, au lieu de descendre le long de la pente rapide du côté droit de la vallée où il ne trouve pas le moindre obstacle, s'est dirigé en ligne moyenne de sa marche du côté gauche vers un promontoire rocheux où ses masses se redressent énormément et après avoir contourné cet obstacle au lieu de se détacher par frag-

ments, elles paraissent s'étendre de nouveau en long et en large. Si l'on voulait invoquer en faveur de la probabilité d'une rupture du glacier la déclivité croissante du fond de l'écouloir en aval du promontoire au point de rétrécissement de la vallée, qui selon toute probabilité approche de 20 degrés, l'on n'a qu'à rappeler ici l'exemple du glacier de Grunsberg, affluent du glacier de l'Aar qui descend sur une pente de 30 à 50° avec une vitesse de 22 mètres seulement par année. Ignorant les causes qui produisirent jadis les ruptures du glacier de Devdoraki, il me semble qu'en faveur de la sûreté publique sur la grande route de Tiflis à Vladikavkas, il faut à l'avenir faire observer avec attention et faire enregistrer sur les lieux tous les détails de sa marche ultérieure.

Quittant le glacier de Devdoraki je repris mes études antérieures qui avaient pour objet la vallée de Térék et la recherche des traces, que la période glaciaire pouvait avoir laissées.

## II.

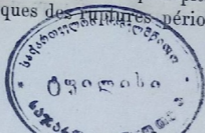
Cette étude présente bien des difficultés dans une vallée, exposée comme l'est celle du Térék aux effets des éboulements et des débauches de torrents de boue, qui déplacent avec la plus grande facilité des blocs de plusieurs mètres et les charrient à des grandes distances. Par les effets de la rupture périodique du glacier de Devdoraki les matériaux erratiques des différentes époques géologiques furent remaniés dans toute l'étendue de la vallée. Ces événements violents durent contribuer puissamment à modifier et à effacer les traces du passage des anciens glaciers. Cette dernière circonstance,

et un nombre d'autres faits que j'observai dans les principales vallées du Caucase relativement aux glaciers anciens, m'abstinrent jusqu'à présent à me prononcer sur le rôle échu à cette chaîne pendant l'époque glaciaire. Je fus encouragé dans cette réserve, je l'avoue par mes observations sur les phénomènes d'éboulements modernes dans la vallée d'Argouri sur le versant nord de l'Ararat. Ce fut en 1840 que l'on pouvait y observer le dernier accident d'un éboulement de ce genre, par lequel une immense masse de pierre et de glace, détachée de la cime de l'Ararat par de fortes secousses de tremblement de terre, vint s'abîmer dans la vallée d'Argouri. A la vue de l'accumulation extraordinaire de blocs gigantesques de 200 à 300 pieds de circonférence, charriés à une distance de 10 kilomètres de leur gîte primitif au dessous des glaces perpétuelles de la montagne, un glacialiste convaincu, ignorant la catastrophe du tremblement de terre de 1840, et ne sachant rien de ce qui s'était passé alors en quelques minutes, trois jours plus tard au milieu de la vallée, en suite de la rupture d'une digue de matières d'éboulements, qui déboucha un courant boueux de dimensions énormes, ne tarderait pas à reconnaître dans les blocs accumulés et dans les moraines apparentes de la vallée les traces les mieux conservées de l'ancienne extension du même glacier que l'on voit descendre actuellement à l'extrémité supérieure de la vallée du haut de l'Ararat jusqu'au fond du cirque à un niveau de 9,000 pieds de hauteur absolue. Des phénomènes semblables à ceux qui surviennent de temps en temps au cirque glaciaire d'Argouri qui présente beaucoup d'analogie avec les hautes vallées circonscrites et encaissées entre les deux chaînes principales du Caucase se reproduisent



dans les cataclysmes périodiques de la vallée de Devdoraki. Ces analogies étaient de nature à entretenir des doutes non seulement par rapport à la manière de laquelle le terrain de transport s'est répandu dans les vallées et sur les plaines en dehors des montagnes, mais aussi sur l'étendue des effets de l'époque glaciaire jusqu'aux latitudes du Caucase. Les doutes qui entouraient longtemps pour moi cette importante question étaient principalement soutenus par l'absence apparente des blocs erratiques, analogues à ceux des Alpes. Des preuves suffisamment caractéristiques pour l'ancienne présence des glaciers se trouvent dans les moraines, les roches moutonnées et polies, et les cailloux frottés et rayés dans le voisinage et dans le pourtour immédiat du glacier de Devdoraki. Comme documents de premier ordre de l'époque glaciaire on remarque ici trois grandes moraines latérales, disposées en gradins les unes au dessus des autres. Prenant leur origine commune dans le haut de la gorge glaciaire, elles se développent sous forme de terrasses à pentes abruptes et étagées régulièrement, en se trainant sans discontinuité à des hauteurs considérables sur les contreforts de la vallée. Les masses de la moraine inférieure se confondent évidemment avec les grandes accumulations confuses de matières et de blocs erratiques, que l'on trouve entassés à l'extrémité inférieure de la vallée glaciaire et surtout à l'endroit de sa jonction avec celle du Térék, où ces masses s'élèvent à la hauteur de trois cents pieds au dessus de ce fleuve. C'est en ces lieux que le cours du Térék, à été déjà tant de fois intercepté à des époques inconnues par de nouvelles accumulations qui se précipitent du haut de la vallée aux époques des ruptures périodiques du glacier.

1894  
369W  
1894  
1887





En examinant les roches granitiques qui forment les parois escarpées du côté droit de la vallée du Terek en face de l'embouchure de la vallée latérale de Devdoraki, l'on s'aperçoit qu'elles ont des surfaces arrondies unies et parfois striées. L'interprétation de ces faits n'offrirait pas de difficultés dans une localité exposée aux effets d'éboulement, qui suivent la rupture périodique d'un glacier, car les traces de ces agents puissants doivent être plus prononcées sur les parois de la vallée qui reçoivent le premier choc ou assaut des masses précipitées. Les restes des dépôts erratiques que l'on voit éparpillés en aval du Terek et les différentes hauteurs dans lesquelles se trouvent leurs traînées, adossées aux contreforts de la vallée, témoignent en faveur d'une très ancienne étendue d'un puissant terrain de transport glaciaire et alluvien à la fois; mais ces faits géognostiques ne servent d'aucun appui à l'idée de l'ancienne extension des glaciers du Kasbek qui datent de l'époque glaciaire.

Les premiers signes irrévocables et caractéristiques de cette extension se présentent à 1 kilom. et demi au dessous de la réunion des deux vallées en question. Ce sont des magnifiques roches polies de Granit, qui se trouvent en place à la hauteur de plus de 180 à 200 pieds au dessus du niveau du fleuve, non loin du dernier promontoire ou contrefort de l'escarpement de la vallée qu'il faut passer pour apercevoir les ruines de l'ancienne forteresse de Darial et le défilé de ce nom. La découverte de ces documents remarquables de l'époque glaciaire du Caucase fut provoquée et favorisée par les travaux d'une nouvelle route par laquelle on veut soustraire la communication entre Tiflis et Vladikavkas une fois pour toute à l'influence redoutée

des grands phénomènes d'éboulements périodiques glaciaires. Des grands quartiers de roche que la mine fit crouler jusque sur la route postale, présentent aux yeux de l'observateur de larges surfaces polies jusqu'à plusieurs pieds carrés, couvertes de cannelures et de stries fines parallèles entr'elles. On trouve, à s'y méprendre dans ces roches luisantes par le poli glaciaire, les beaux granits alpins à gros cristaux d'Orthoclase et d'Oligoclase travaillés comme à l'émeri fin. Les signes de cette nature qui attestent si clairement les effets de l'action des glaciers anciens augmentent à mesure que l'on s'approche de la gorge de Darial. A part des traces incertaines de polissage et de striage au niveau de la grande route, on y observe une égalité remarquable de la surface des parois des contreforts de la gorge, égalité qui attire le regard surtout dans leurs parties supérieures jusqu'à des niveaux de 300 à 400 pieds. C'est cette nature usée et lisse imprimée sur de grandes distances aux parois rocheuses des grandes vallées glaciaires des Alpes, que les savants de la Suisse ont toujours considérée comme preuve de l'extension ancienne des glaciers. En aval de la gorge de Darial où le terrain granitique passe bientôt à celui des schistes, la nature plus altérable de ces dernières roches s'oppose à la conservation des surfaces polies et striées, mais les marques de ce genre d'effets de mouvement glaciaire, qui égalisent les surfaces assez larges des parois, continuent à être visible sur les parties de la roche en place qui sont tournées vers l'amont.

Le grand éperon schisteux au dessus de Lars, dans lequel l'escarpement gauche de la vallée du Terek fait considérablement saillie, en causant l'inflexion

de celle-ci sous un angle droit, présente des effets semblables encore plus prononcés. Ce promontoire offre un autre document plus convainquant de l'extension ancienne des glaciers du Kasbek, dans les restes des dépôts erratiques, que j'ai rencontrés sur le dos de cette proéminence, à une hauteur de plus de 200 mètres au dessus du niveau du fleuve. Ce terrain se compose d'une véritable boue glaciaire qui enveloppe surtout de gros fragments de trachytes du Kasbek à volume considérable. Les roches de transport dans ces hauteurs frappent par leur grande ressemblance avec les matériaux minéralogiques de même nature dans les moraines du glacier actuel de Devdoraki.

Les mesures barométriques que j'ai faites à des intervalles de quelques heures dans la gorge granitique de Darial et sur le promontoire de Lars prouvèrent la coïncidence de niveau de ces deux stations. Par manque d'observations réitérées je ne peux me prononcer sur les tracés des effets de polissage en grande échelle que je crois avoir reconnus sur les escarpements verticaux de la formation de calcaires compactes qui encaissent la vallée du Térék, à partir de la grande plaine de Djérah jusqu'à Balta et à Redante. Retournant à présent à la formation glaciaire composée par des blocs erratiques et des galets rayés, je m'arrête aux blocs seuls, par ce que je trouve que les galets striés et rayés ont peu de valeur en eux-mêmes comme preuves d'ancienne extension de glacier dans des terrains évidemment mixtes et remaniés. Les blocs erratiques de même nature que ceux que l'on trouve en très grand nombre sur les moraines dans la vallée de Devdoraki sont assez fréquents dans celle du Térék depuis sa jonction avec le torrent de Devdoraki jus-



qu'à la sortie de la gorge de Darial. En descendant dans la vallée les blocs de transport diminuent de plus en plus jusqu'à faire douter de leur origine. Comme on rencontre dans le terrain erratique des Alpes les plus grandes accumulations de blocs aux environs des points de jonction d'une vallée latérale avec la vallée principale, il en est de même à la sortie de la vallée de Devdoraki où les blocs sont entassés en énorme quantité autour du grand talus d'atterrissement provenu des ruptures du glacier. Ces blocs, analogues par leur dimension à ceux des Alpes, se trouvent dispersés en aval de la vallée sur les berges et jonchant sur la surface des terrasses fragmentaires des alluvions anciens à des hauteurs de 80 à 100 pieds au dessus du Terek. Une partie de ces blocs appartient à des espèces de roches cristallines que l'on ne trouve nulle part en place dans la vallée du Terek. Leurs surfaces présentent parfois des marques de polissage et de stries qui se croisent dans plusieurs directions. Ces circonstances servent de preuves qu'il faut chercher l'origine de semblables roches dans les arêtes au milieu desquelles surgit le cône du Kasbek et qui encaissent les récipients et les réservoirs de névés dont s'alimente le glacier de Devdoraki. Il faut ranger dans la cathégorie de ces roches les blocs de la belle qualité de brèche silicieuse verdâtre, connue sous le nom de Jaschma de Darial. On trouve les blocs de cette nature en très grand nombre à l'approche de la gorge de Darial même; ce sont tantôt des blocs polygonaux, tantôt des masses plus ou moins arrondies et portant des arêtes émoussées. Parmi les blocs de Jaschma il y en a qui ont parfois de 20 à 25 pieds de circonférence. Une grande quantité de blocs granitiques anguleux énormes qui se



trouvent entassés les uns sur les autres à la sortie de la gorge de Dariel provient des éboulements qui ont eu lieu dans le haut des escarpements granitiques presque verticaux qui dominent cette partie la plus rétrécie de la gorge.

Le bloc erratique le plus gros que l'on connaisse dans la chaîne du Caucase gît presque au milieu du lit du Térék à quelques kilomètres en aval du pont à la sortie de la gorge de Dariel, où la rivière perd son caractère de torrent impétueux au commencement de l'élargissement de la vallée en plaine entre la nouvelle station et le cantonnement de Lars. Le bloc a une forme prismatique large un peu comprimée à une extrémité et gonflée à l'autre. C'est une espèce de granit blanchâtre très compacte à grains fins et parsemé de petites paillettes de mica de couleur brune foncée. Ce genre de granit est évidemment le même dont se composent les roches cristallines de la chaîne, traversée par la gorge de Dariel. L'axe longitudinale du bloc en question qui coïncide avec la ligne médiane de la direction de la rivière a, d'après mes mesures, une longueur de 95 p. L'axe transversale peut être évaluée de 50 à 55 pieds et la hauteur du bloc, directement déterminée par mes mesures, est de 45 p. d'autant qu'il surgit hors de l'eau. La mesure directe donne pour la circonférence 280 p. Je n'insiste pas, faute de recherches suffisantes, à avoir reconnu sur la surface de ce bloc erratique, connu sous le nom de pierre de Jermoloff, les traces bien distinctes de polissage ou de rainures. L'intérêt qui se rattache à ce bloc gigantesque s'accroît par la circonstance qu'il est semblable par son volume, au plus gros bloc du groupe des blocs erratiques qui se trouvent à la hauteur absolue de

3260 pieds sur le versant septentrional de l'Ararat, échelonnés dans le prolongement de l'axe longitudinale de la vallée d'Argouri; le bloc de Jermoloff lui est parfaitement identique par ses dimensions. C'est ce même bloc erratique de trachyte résineux remarquable dont j'ai parlé à un autre endroit\*) qui, par l'éboulement susmentionné, en suite du tremblement de terre de 1840 fut détaché du haut de la région des neiges perpétuelles du vaste cirque, à l'extrémité supérieure de la vallée. Précipité avec le gros des autres masses ébouleées dans le fond de la vallée d'Argouri, ce bloc fut transporté de la manière déjà indiquée plus haut, par un courant boueux de pierres et de glaces avec une trentaine d'autres blocs énormes à 12 kilom. plus bas sur la pente doucement inclinée de l'immense talus d'éboulement de terrain de transport, qui s'étend devant le débouché de la sus-dite vallée. La comparaison de ces deux blocs géants du Caucase avec leurs pareils dans les Alpes démontre non seulement, qu'ils ne leur cèdent rien en grandeur, mais qu'ils les surpassent encore. Pour appuyer ce que je viens d'avancer j'énumère ici quelques uns de ces blocs étrangers, d'après les auteurs suisses:

*Le bloc monstre de Charpentier* a une longueur de 17 mètres, une largeur de 16, et une hauteur de 20 mètres. *Pierre des Marmottes*; longueur 20, largeur et hauteur 10 mètres. *La pierre de Bot* près de Neufchatel; longueur 16, Largeur 6, hauteur 13 mètres. Sur le versant méridional des Alpes le Bloc erratique serpentineux *il Rocco* a une longueur de 25 mètres, largeur de 17 et hauteur de 12.

---

\*) Geologische Beobachtungen auf Reisen in den Gebirgsländern zwischen Kur und Araxes. Tiflis 1867, pag. 24.

Ce dernier bloc fait partie de la moraine terminale de la Dora. En résumant tout ce qui précède il s'en suit que la réalité des preuves de la présence d'un grand glacier synchronique de l'époque glaciaire en Europe, tant qu'elles basent sur la présence des blocs de moraines et de roches moutonnées, n'est acceptable que pour la région de la vallée du Térék qui est comprise entre le débouché de la vallée de Devdoraki jusqu'à Lars. Au de là de Lars les véritables blocs erratiques proprement dits ne se présentent nulle part, et en examinant l'ensemble des représentants de l'époque quaternaire sur les larges vallées en plaine de Djerah et de Balta, vallées encaissées dans la grande zone des contreforts calcaires, on ne peut pas douter, que ce sont les eaux alluviennes seules et non les glaciers qui ont effectué la distribution de ces masses erratiques. Il me semble qu'il faut adopter ici la manière de voir, et la nomenclature de M. Alphonse Favre, dans son classique ouvrage: *Recherches géologiques de la Savoie*, en distinguant avec lui les deux derniers étages de la formation quaternaire, en alluvions modernes et en alluvions des terrasses. Les alluvions modernes comprennent les galets, les graviers et le limon erratiques, qui ont nivelé les fonds de ces vastes espaces qui reçoivent de deux côtés des affluents considérables. Il est évident, que ces masses qui forment le lit actuel de la rivière doivent être considérées comme un mélange de dépôts antérieurs remaniés. La formation des alluvions des terrasses que je considère avec quelques doutes comme postérieure à l'époque glaciaire, au moins pour le Caucase, se compose d'un mélange de graviers et de sables argileux qui enveloppent des galets et des cailloux roulés de roches cristallines schisteuses et

calcaires de grandeur médiocre. Les roches trachytiques paraissent y manquer\*). Les masses appartenant à cette formation ne se trouvent déposées qu'en terrasses qui s'adossent à différents niveaux, parfois assez considérables au dessus du Terek à la base des escarpements latéraux de la vallée. Ce terrain ne renferme pas de roches anguleuses considérables et il ne supporte nulle part des blocs erratiques. En aval de la plaine de Djerah dans la région où les parois calcaires des deux côtés de la grande vallée s'approchent réciproquement en formant le passage étroit entre Djérah et Balta, le terrain susmentionné des terrasses se montre adossé contre les escarpements rocheux perpendiculaires. A l'approche du dit défilé on remarque l'égalisation des parois de roches, pareille à l'entrée de la gorge de Dariel dont il a été question plus haut.

Ces effets de polissage glaciaire se retrouvent ici sur les parois calcaires jusqu'à la hauteur de plus de 500 pieds. J'insiste sur le fait que devant cette ouverture naturelle et rétrécie de la vaste enceinte de la plaine de Balta les dépôts accumulés dans les terrasses paraissent comme refoulés vers le côté gauche de la vallée. En aval de l'éperon calcaire que le bord gauche de celle-ci envoie vers le Nord-Est, où le Terek entre dans la large zone de basses collines qui se composent du véritable „alluvium alpin“ le mieux caractérisé, sans stratification distincte de ses masses, formation antérieure à l'époque glaciaire et marquant le passage de la si dite époque tertiaire à l'époque quaternaire, le caractère des dépôts des

\*) Par rapport à cette question comme à plusieurs autres qui se rattachent à l'important chapitre de „l'époque glaciaire au Caucase“ il reste encore plusieurs recherches à faire.



„alluvions des terrasses“ subit une modification très notable. Gagnant un grand développement en largeur, ces masses de transport s'étalent sous la forme saillante de terrasses divergentes sur la plaine doucement bombée et inclinée qui représente la surface du grand talus aplati des atterrissements, ou pour mieux dire, du „delta“ du Terek. L'inflexion prédominante de ce terrain, disposé en larges gradins surbaissés vers le Nord-Nord Ouest, se trouve dans un rapport important avec l'abaissement et la retraite rapide des collines diluviennes du côté gauche du débouché de la vallée. L'ensemble de ces terrasses sur la rive gauche du Terek, considérées d'après leur forme et leurs matériaux constitutifs, suggère l'idée de produits de moraines remaniées, mais cet ensemble pourrait aussi bien favoriser l'hypothèse de courants boueux doués d'une grande vitesse, qui auraient, en s'ouvrant en éventail, déposé leurs déjections sous forme d'un delta incliné. Ceci est vrai, surtout pour les masses de la terrasse supérieure qui est la plus en retraite des deux autres, car leurs gros matériaux sont arrondis, plus ou moins lisses, et ne dépassent pas quelques mètres en circonférence. Toutefois l'on voit se mêler aux galets et aux graviers du corps de la seconde terrasse de gros blocs de roches granitiques, trachytiques et calcaro-dolomitiques, en partie anguleux et munis d'arrêtes peu émoussées, analogues aux blocs des moraines. Pour la plupart, ces blocs en saillie, enfermés dans le sol que la route nouvellement construite vient d'entamer profondément, augmentent en nombre et en raison que la route s'approfondit jusqu'à la surface de la terrasse inférieure ou plus ancienne qui longe et borde immédiatement la rivière avec une fa-

laise abrupte de 80 pieds. Les masses de transport qui composent cette dernière terrasse dans laquelle les roches de Trachyte manquent, recouvrent, d'après mes observations faites au niveau du Térék, une formation d'argiles sablonneuses très fines et feuilletées, la même formation qui alterne dans la vallée de Tars à 7 kilomètres de distance du Térék vers l'Est avec des argiles sableuses bleuâtres à Mytils polymorphes. En poursuivant le niveau de cette terrasse de l'autre côté de la rivière, j'ai pu me convaincre que les matériaux de la seconde ou moyenne terrasse se sont entassés sur cella-là en forme de véritable moraine. A partir de l'endroit du bord escarpé de la rivière, où vient d'être établie la fabrique d'esprit de vin, jusqu'aux premières fortifications de la ville, la terrasse en question se présente comme une digue allongée de 40 à 50 pieds de hauteur, dont la pente abrupte est tournée vers le Térék et l'autre moins inclinée, vers la base de la dernière haute colline de formation quaternaire du côté droit de la vallée.

Des blocs erratiques de la même nature que ceux de la rive gauche de la rivière, se trouvent enclavés dans ce terrain de transport. Affleurant au jour et faisant haut relief en plusieurs endroits sur les deux versants de la digue, ils se trouvent dispersés sur la petite plaine allongée entre le bord escarpé de la rivière et la base occidentale de la moraine. Le terrain de la dernière terrasse du Térék recouvert par les masses dispersées de cette moraine s'étend sous toute la ville de Vladikavkas et se prolonge encore bien au delà en s'inclinant graduellement et en se confondant avec les alluvions récents de la rivière. Une partie de la dite moraine en digue, se repliant un peu du côté

droit recouvre, à partir de la tour octogonale de défense la falaise du sol diluvien qui domine la vallée du Térék vers l'Est jusqu'à ce que cette falaise se perde insensiblement dans la plaine. Il paraît que ni les fondations des grands édifices, ni les puits creusés jusqu'à des profondeurs de 70 pieds, n'ont jamais traversé le terrain ératique de la terrasse inférieure. Le nombre de gros blocs provenant de la seconde ou moyenne terrasse, dispersés sur l'espace du sol de la ville est très grand. Il y a des blocs de 10 à 25 pieds de diamètre qui font saillie en beaucoup d'endroits dans les caves et dans les cours des maisons, au milieu des rues même, d'où l'on n'est pas encore parvenu à les faire entièrement disparaître par la mine. On retrouve ces blocs erratiques dispersés sur la rive du Térék jusqu'à la colonie allemande, à 7 kilomètres de distance en aval de la ville vers le Nord. Loin de présenter une régularité dans leur distribution, l'on remarque pourtant un certain parallélisme des lignes directrices de leurs groupements avec le cours du Térék. Sur une distance de 300 pieds on trouve par exemple échelonnés en ligne droite du Sud au Nord, séparés entr'eux par des intervalles inégaux, huit grands blocs dont trois sont de granit, disposés très près l'un de l'autre sur un espace de trente pieds; les autres blocs de cette série se composent de trachyte et de calcaire dolomitique, ces derniers détachés évidemment des arêtes jurassiques des hauts contreforts calcaires du Mat-Khogh et d'Adai-Khogh, contreforts que la vallée du Térék traverse en angle droit à une distance de vingt kilomètres de Vladikavkas vers le midi. Dans le lointain, et presque dans la même direction, commence une série de blocs semblables, tournée un peu vers le Nord





Nord-Est. On trouve à deux cent-cinquante pieds de la première série, et plus près de la rivière, encore une autre série des pareils blocs. Le plus grand bloc que j'observai entre la ville et la colonie allemande avait trente deux pieds de longueur; il présente un granit analogue à celui de la pierre de Jermoloff. Le plus gros bloc de trachyte foncé à gros cristaux de Sanidine se présente fendu en travers, ayant 49 pieds de circonférence. Je ne pouvais reconnaître, à la surface des blocs de ces roches de différente dureté ni traces de polissage, ni stries ou rainures évidentes qui auraient pu parler pour le poli glaciaire. Il reste cependant à noter une particularité très importante relativement à la manière de gisement de ces blocs erratiques plus ou moins allongés, pour ne pas dire prismatiques, dispersés sur le bord droit du delta du Térék, qui consiste en ce que la position de chaque bloc est telle, que son plus grand diamètre se trouve orienté à l'angle droit dans la direction du cours du Térék, ou perpendiculaire à celui-ci. On ne peut se refuser de reconnaître l'importance de ce fait pour la discussion sur la nature et sur les particularités du mécanisme probablement très complexe qui a effectué le transport de ces blocs, détachés par une cause puissante qui agissait à la fois sur la chaîne centrale secondaire et sur les contreforts calcaires septentrionaux du système du Caucase, jusqu'à l'endroit du gisement actuel de ces blocs.

Tout ce que mes recherches préalables sur l'étendue et sur les limites de la distribution des blocs erratiques dans la plaine du Térék ont pu constater par rapport à la rive gauche, se résume dans les faits suivants: que les blocs ératiques y sont très inférieurs en

nombre comme en grandeur, comparativement avec leurs egaux de l'autre côté, et qu'ils paraissent manquer entièrement dans la direction de la ligne médiane du Delta alluvien du Térék. A trois verstes de la ville sur la grande route à Arkhon près du pieu № <sup>164</sup> VII 65 du télégraphe, j'observai un bloc prismatique de beau granit alpin à gros cristaux d'Orthoklase qui a une longueur de dix neuf pieds sur cinquante pieds de circonférence et sur neuf pieds de largeur. L'axe longitudinale de ce bloc est transversale à celle de la route qui suit l'allure du bord occidental du Delta d'atterrissement du Térék. Supposant que la présence d'un tel bord est accusée par un exhaussement léger mais étendu du sol dans cette localité je dirigeai mon attention sur les fouilles considérables que je remarquai à quelque distance du côté occidental de la route, fouilles faites pour les fondements de quelques cantonnements dans ces lieux. Je fus à même de reconnaître que cette intumescence du sol correspondait effectivement à l'accumulation très considérable de gros blocs arrondis à angles émoussés et de gros cailloux roulés de roches granitiques, empâtés dans un gravier argileux, le tout couvert d'une couche de terre végétale. Les blocs dont les plus gros avaient à peu près le diamètre de trois à quatre pieds portaient ici des traces évidentes de rainures et de frottements.

Je considère comme preuves plus concluantes encore pour l'existence et l'extension des glaciers du Caucase les faits géologiques à une distance de 3 kilom. à l'orient de la ville de, Vladikavkas dans la vallée de Kambléja. Cette petite vallée, traverse la dernière rangée de collines parallèles à la haute chaîne caucasienne, collines formées de puissantes couches de galets et de

graviers. Les roches qui entrent dans la composition de ces poudingues de l'époque quaternaire sont des calcaires et des grès compacts d'origine crétacée et tertiaire, le tout légèrement cimenté par un terrain argilo-sablonneux mélangé de gravier et très sujet à la désagrégation.

Il faut attribuer à ces causes les entassements d'un terrain d'atterrissement mélangé de galets et de terre végétale noirâtre comme le Tschornoi Ziem qui fait relief sous forme d'un ridement d'égale hauteur et sinueux à la lisière des dites collines, couvertes de forêts et passant insensiblement à la plaine. Le fond de cette vallée étroite de Kambléja est jonché de blocs erratiques, semblables à ceux qui sont enfouis dans le terrain des terrasses du Terek et dans le sol de la ville de Vladikavkas.

Les trachytes et les conglomérats trachytiques y forment les éléments prédominants. Au débouché de la vallée dans la plaine du Terek, un gros bloc de lave trachytique, provenant du Kasbek, et qui a 18 p. de longueur et 12 p. de largeur fait saillie au milieu de la route et il est remarquable que son axe longitudinale se trouve en angle droit sur celle de la vallée. En remontant celle-ci, le nombre des blocs de même nature augmente et l'attention est surtout appelée sur deux larges terrasses de 30 40 p. de hauteur. Ces terrasses, adossées à la partie inférieure des bords de la vallée se composent par préférence de sable, de gravier et de conglomérats trachytiques, présentant un terrain clastique et meuble qui enveloppe de nombreux blocs de toutes dimensions, parmi lesquels, après les trachytes, les représentants des schistes cristallins de granit occupent un rang inférieur, ainsi que les brèches

verdâtres silicieuses, roches analogues à celles de la gorge de Dariel. A l'approche de l'extrémité supérieure de la vallée, les terrasses des deux côtés augmentent tellement en volume et en largeur, qu'en se rapprochant, elles produisent l'effet d'une digue qui paraît fermer totalement la vallée. Le fleuve traverse cette formation puissante dans une gorge étroite au fond de laquelle on voit affleurer au jour des argiles bleuâtres à *Mytilus polymorphus* et des sables argileux, matières identiques à celles dont il a été question plus haut par rapport à la vallée du Térék. Je n'hésiterais pas à reconnaître ici une véritable moraine terminale provenant d'anciens glaciers si je parvenais à trouver des fragments de roches, portant les signes indubitables de stries et de frottements glaciaires.

Le terrain de transport en question n'a jamais rempli l'intervalle qui sépare en large plaine le grand contrefort calcaire et les collines d'origine diluvienne. Son recouvrement cesse devant la stanitza de Tars à une hauteur absolue de 2,517 pieds, sur la rive gauche de Kambleja, petite rivière qui descend du revers septentrional du contrefort calcaire. Facile à distinguer par ses caractères morphologiques, ce même terrain clastique contourne les collines diluviennes, auxquelles il reste adossé sous forme de terrasse, et en se repliant d'une manière inattendue vers l'Ouest, il parcourt en bande étroite une large vallée longitudinale de quelques kilom. de longueur par laquelle la plaine de Tars communique avec la vallée du Térék. Au débouché de ce conduit latéral, ces masses de transport à l'apparence glaciaire, se confondent avec celles des terrasses susmentionnées qui encaissent le lit profond du Térék. Partant de ce point de jonction des deux vallées, on

voit le terrain de transport de Kambléja s'identifier avec un ridement qui se présente comme le bord de la terrasse supérieure. Plus en aval ce bord relevé passe insensiblement à la forme d'arrête bien prononcée, qui développe, à une petite distance de Vladikavkas, comme il a été dit plus haut, les caractères complets de moraine.

On pourrait conclure de tous les faits géognostiques et topographiques qui précèdent, qu'un grand glacier ancien, descendant jadis du haut du Kasbek dans la vallée du Térék et gêné dans sa marche par le promontoire de Redante, grossit et dévia de son cours originaire vers le Nord au Nord Est. Trouvant ainsi libre accès dans la vallée en plaine de Tars, le glacier fit une bifurcation qui le divisa en deux branches dont la principale en aval du Térék et dont la branche secondaire pénétra jusque dans la vallée transversale de la Kambléja, en s'arrêtant à une distance de deux kilom. du débouché de cette dernière dans la plaine du Térék.

Les faits géologiques qui regardent les phénomènes glaciaires de la vallée du Térék dont je viens de donner l'aperçu parlent, il est vrai, en faveur de l'extension ancienne des glaciers du Kasbek, mais ils ne suffisent pas pour traiter avec succès l'importante question: quel à été le rôle échu à la chaîne du Caucase pendant la période glaciaire. Cette réponse exige l'analyse et la combinaison d'un nombre d'observations faites à différentes époques et en différents lieux, observations que je fus à même de poursuivre pendant plusieurs voyages. Je m'acquitterai bientôt de cette tâche dans une suite complémentaire de l'article présent.

### III.

Pour mettre le lecteur à même de juger du degré de confiance que méritent les valeurs hypsométriques dont je viens de donner la liste et de vérifier les résultats des calculs, faits d'après la formule de Gauss j'ajoute ce qui suit:

Mes mesures barométriques avaient pour base 1) les observations horaires à l'observatoire de Tiflis. 2) celles faites 3 fois par jour à Vladikavkas avec des instruments soigneusement comparés avec les miens, placés par moi-même à l'hôpital de la ville et recommandés aux soins du Dr. Heydeman.

Malgré les mesures qui ont été prises pour assurer l'exactitude de ces observations il ne faut pas se faire illusion par rapport à la valeur des résultats obtenus par le moyen de cette double correspondance.

La confiance accordée aux chiffres qui se rapportent aux annotations simultanées à Tiflis, doit faiblir devant la simple réflexion que la région où se trouvent les points barométriquement déterminés susmentionnés est séparée de Tiflis par la grande chaîne du Caucase et que la distance horizontale entre cette station et le glacier de Devdoraki est au moins de 115 kilom. Rappelons que cette chaîne de montagnes se trouve par son allure de SE. à NO. presque diamétralement opposée à la direction des deux vents principaux régnants sur l'isthme caucasien et qu'elle établit ainsi une des limites climatiques des plus prononcées. Ce grand trait physico-géographique équivaut pour ainsi dire à une diaphragme entre le climat oriental ou continental et le climat occidental ou maritime. De là

proviennent constamment des influences météorologiques d'ordre identique mais de signes contraires, qui ne cessent d'amener des perturbations totales dans l'équilibre des deux éléments atmosphériques: pesanteur et marche de la température diurne de l'air, dont les rapports, en raison des distances verticales des couches atmosphériques, ont trouvé une expression dans la formule hypsométrique de Laplace.

La discordance plus ou moins grande que l'on remarque parfois entre les expressions numériques des mêmes hauteurs, mesurées à différentes reprises par le procédé barométrique dans la région des hautes chaînes du Caucase, est un fait mieux connu et mieux étudié pour les lieux situés sur la grande route entre Tiflis et Vladikavkas, qu'en d'autres régions du Caucase. Mr. Moritz, directeur de l'observatoire physique de Tiflis a fait dans ses exercices hypsométriques, publiés à Tiflis 1869, le premier pas vers la recherche des lois qui président aux variations des valeurs numériques du genre indiqué au Caucase. Il a démontré que l'amplitude de ces variations est plus grande qu'on ne l'avait supposée d'emblée. En recherchant la véritable cause de ces différences, Mr. Moritz, s'appuyant sur une série de 159 observations faites pendant deux semaines, à des heures homonymes à l'ancienne station de Kasbek et à l'observatoire de Tiflis, s'est posé les questions suivantes: est-ce la direction des vents, est-ce l'état du ciel, ou est-ce l'heure de la journée qui est cause de ces variations? Après avoir trouvé une réponse négative à ces deux premières questions, il se prononce affirmativement par rapport à la troisième, en établissant le fait que les hauteurs calculées des observations barométriques et thermométriques d'après la formule de Laplace varient

régulièrement selon l'heure à laquelle les observations météorologiques sont faites.

La thèse des variations des hauteurs déterminées par le baromètre une fois établie, il reste à savoir de quelle loi physique cette loi elle dépend? y aura-t-il moyen de diminuer l'influence de l'heure sur la mesure barométrique des hauteurs par un coefficient quelconque, qui reste encore à fixer? Mr. Moritz promet les résultats de recherches ultérieures sur cette voie à la fin de son mémoire important. D'après ce qui précède il me semble du devoir de tout observateur qui apporte de nouvelles mesures hypsométriques faites sur le flanc Nord et en d'autres régions de la haute chaîne du Caucase, de les communiquer avec réserve et d'indiquer l'heure et la date de l'observation. Toutefois je pourrais alléguer en faveur de l'exactitude approximative des mesures faites par moi dans la région glaciaire de Devdoraki le fait que la plupart des mes observations barométriques coïncident pour le temps avec les heures matinales, auxquelles, d'après M. Moritz il faut faire par préférence les observations des instruments, si l'on veut calculer les différences des hauteurs les moins sujettes à l'influence des variations horaires.

De Luc, H. B. de Saussure et plus tard Rammond, Kämtz\*) et Plantamour\*\*) ont spécialement recherché l'influence, que l'heure de la journée exerce sur les résultats des mesures hypsométriques, faites à l'aide du Baromètre. Le résultat de l'ensemble de toutes ces recherches relève l'opinion de de Luc, qui trouve les

---

\*) Poggond. Ann. Tome 27, pag. 345.

\*\*) Résumé des observations thermométriques et barométriques faites à l'observatoire de Genève et au Grand. St. Bernhard. Genève 1851, 4, p. 44.





heures matinales les plus favorables pour les calculs des hauteurs absolues, comme méritant le plus de confiance.

Depuis qu'il a été prouvé, que la période diurne des phénomènes météorologiques subit des modifications, non seulement en raison de la différence de niveau des hauteurs absolues des endroits, mais aussi en raison de la nature et de la forme de ces derniers, il faut s'attendre à voir la loi de de Luc se modifier selon les différentes localités, loi qui s'explique par le simple fait de changement diurne des courants atmosphériques \*).

Un argument de nouveau poids pour la justesse de l'opinion de de Luc résulte actuellement des recherches de Mr. Moritz, qu'il vient d'appliquer à la chaîne du Caucase.

Je dois de même m'exprimer avec réserve relativement aux chiffres qui donnent les hauteurs indiquées dans ma liste, dont les calculs se basent sur les observations correspondantes à Vladikavkas. Il y a des raisons physico-géographiques, c'est vrai, qui favorisent l'idée que les erreurs probables qui découlent des influences sur lesquelles furent dirigées les recherches spéciales de M. Moritz, doivent s'amoinrir sur le flanc septentrional de la chaîne en raison de l'éloignement moins grand de l'endroit des observations correspondantes fixes à Vladikavkas, ville située à la base du même versant auquel se rapportent les points déterminés. Toutefois cette supposition doit être considérée comme gratuite, jusqu'à ce qu'elle aura formé l'objet de recherches spéciales.

Les mesures barométriques, dont je communique les

\*) Lehrbuch der Meteorologie von Dr. E. Schmidt. Jena 1860, § 909 et 910; 999 et 1000.

éléments dans le tableau suivant appartiennent à deux époques, celle de l'année 1867 et celle de l'année 1849.

L'exposé du tableau est arrangé de manière que les annotations des observations faites en route se trouvent toujours au dessous de la ligne qui renferme les observations correspondantes faites à la station inférieure fixe. Pour les observations en 1867 les indications du baromètre  $b$  sont en demi-lignes russes; pour celles de la période 1849 elles sont en lignes françaises. Les valeurs des thermomètres,  $T$  attaché, et  $t$  libre sont notées en degrés de Réaumur. Les différences de hauteur entre la station inférieure et l'endroit de l'observation en route exprimées en pieds russes, se trouvent dans la colonne  $\alpha$  et les hauteurs absolues dans celle de  $\beta$ . Les valeurs additives pour les chiffres en  $\alpha$  par rapport à la station de Tiflis sont de 1343 et par rapport à celle de Vladikavkas de 2250 pieds.

Les exposés des valeurs d'observation, marqués d'un astérisque, font exception à cette règle. Dans tous ces cas, le procédé de nivellement par station, ayant été employé, les chiffres de la colonne  $\alpha$  n'expriment que la différence des deux endroits d'observations comparés. Les chiffres en  $\beta$  expriment le rapport de niveau de l'endroit d'observation, avec l'hauteur absolue de la station mise en comparaison. Les chiffres en  $\alpha$  sont additifs ou substractifs, selon la position de la station normale, au dessous ou au dessus de l'endroit à déterminer.

Il est à remarquer encore que, des fautes de gravure par rapport à plusieurs chiffres, ayant échappé à la correction de la légende sur la Pl. I, les chiffres erronés se remplacent sur cette dernière comme il suit: A 7375; B 6921; C 7847; D 7867; E 7839; G 8350 p.

1) *Nouvelle station de Kasbek; balcon du premier étage; deux observations.*

	<i>b</i>	<i>T</i>	<i>t</i>	$\alpha$	$\beta$
28 sept. 1867. Tiflis	579,15	14,0	11,0	4509	5860
h. 7 a. m.	491,90	10,2	2,8		
28 sept. 1867. Tiflis	579,20	14,4	13,0	4526	
h. 9 a. m.	491,00	10,5	7,4		

2) *Niveau du Térék; au dessous de la nouvelle station de Kasbek; deux observations.*

7 août 1849. Vladikavkas	312,12	17,3	17,4	3320	5604
h. 9, 30 a. m.	277,18	12,7	12,9		
6 août 1849. Vladikavkas	311,90	17,1	17,8	3398	
h. 12	276,64	15,7	15,6		

3) *Maisonnette dans la gorge du glacier de Derdoraki; trois observations.*

28 sept. 1867 Tiflis	576,60	16,2	16,0	6042,3	
h. 5 p. m.	460,80	2,5	—0,3		
29 sept. 1867 Tiflis	577,08	13,6	12,2	6005,1	7374
h. 7, 40 <sup>m</sup> a. m.	460,60	0,0	—0,7		
29 sept. 1867 Tiflis	576,20	16,2	17,6	6045,5	
h. 3, 45 <sup>m</sup> p. m.	460,00	—0,2	—1,8		

4) *Fond de la gorge glaciaire; au dessous de la maisonnette.*

30 sept. 1867. Tiflis	580,70	14,6	12,4	5568,8	6912
h. 3	470,15	—2,3	—3,3		

5) *Niveau de la lunette du Théodolithe.*

29 sept. 1867. Tiflis	581,70	13,3	10,0	6504	7847
h. 9, 30 <sup>m</sup>	455,50	1,8	—0,2		

6) *Niveau de la planche du signal sur le glacier.*

Différence des deux observations.	455,50	1,8	—0,2	20	7867
	455,20	2,4	1,2		

7) *Extrémité inférieure du glacier; dans le haut.*

30 sept. 1867. Tiflis	581,70	13,6	10,4	} 6496	7839
h. 10, 45 <sup>m</sup>	455,85	1,8	1,8		

8) *Bord gauche du glacier.*

30 sept. 1867. Tiflis	581,25	14,0	12,0	} 6898	8241
h. 11, 40 <sup>m</sup>	449,75	6,1	1,0		

9) *Roches moutonnées; dans le haut de la vallée.*

29 sept. 1867. Tiflis	460,60	0,0—0,7	} 7007	8350
h. 1	442,65	4,0 0,8		

10) *Jonction des vallées glaciaires du Devdoraki et du Tschotschoui; dans le haut de la terrasse inférieure.*

30 sept. 1867. Tiflis	580,80	14,4	11,4	} 4700	6043
h. 4, 15 <sup>m</sup>	486,60—1,7—1,7				

11) *Point de réunion du Devdoraki et du Tschotschoui; en bas de la terrasse inférieure\*.*

h. 4, 45 <sup>m</sup> sur les lieux	492,60	0,0—0,2	} 310	5733
h. 4, 15 <sup>m</sup> du № 10	486,60—1,7—1,7			

12) *Hauteur absolue de l'extrémité de la moraine d'éboulement.*

5 août 1849. Vladikavkas	310,70	18,4	18,8	} 2498	4748
sur les lieux.	284,16	13,5	13,0		

13) *Niveau du Térék; jonction avec le torrent de Devdoraki\*.*

2 oct. h. 12 du № 16.	532,00	4,7	3,1	} 748	4506
h. 11 sur les lieux.	517,12	3,5	3,5		

14) *Niveau du Térék au dessous du village de Golleti. Endroit de l'observation à huit pieds au dessus de la surface de l'eau.*

28 sept. 1869. Tiflis	576,63	15,9	7,4	} 3377	4720
h. 3	510,20	11,0	8,2		

15) *Niveau du Térék près de la pierre de Jermoloff.*

2 oct. 1867. Tiflis	579,90	11,8	11,4	} 2184	3527
h. 1; sur les lieux.	536,93	6,8	5,9		



- 16) Niveau du Térék au dessous du pont de Dariel, dix pieds au dessus de l'eau \*.
- |                              |        |     |     |         |      |
|------------------------------|--------|-----|-----|---------|------|
| h. 1 du N <sup>o</sup> 15.   | 536,93 | 6,8 | 5,9 | } 227,5 | 3754 |
| 2 oct. h. 12; sur les lieux. | 532,00 | 4,7 | 3,1 |         |      |
- 17) Niveau du Térék; à l'extrémité de la vallée de Djérak \*.
- |                             |        |     |     |         |      |
|-----------------------------|--------|-----|-----|---------|------|
| 2 oct. h. 4; sur les lieux. | 554,52 | 5,3 | 4,9 | } 847,8 | 2679 |
| h. 1 du N <sup>o</sup> 15   | 536,93 | 6,8 | 5,9 |         |      |
- 18) Niveau du Térék; près du cantonnement de Lars.
- |                          |        |      |      |       |      |
|--------------------------|--------|------|------|-------|------|
| 7 août 1849. Vladikavkas | 307,76 | 18,1 | 18,6 | } 629 | 2879 |
| h. 4, 30 <sup>m</sup>    | 301,16 | 15,3 | 15,0 |       |      |
- 19) Niveau du Térék près de la fabrique d'esprit de vin; en amont de Vladikavkas.
- |                          |        |      |      |         |      |
|--------------------------|--------|------|------|---------|------|
| 5 oct. 1867. Vladikavkas | 558,30 | 10,2 | 13,2 | } 142,6 | 2392 |
| h. 4, 15 <sup>m</sup>    | 555,53 | 11,3 | 8,9  |         |      |
- 20) Colonie allemande; en aval de Vladikavkas.
- |                          |        |      |      |         |      |
|--------------------------|--------|------|------|---------|------|
| 3 oct. 1867. Vladikavkas | 322,76 | 13,0 | 13,0 | } 258,2 | 1992 |
| h. 5 p. m.               | 319,38 | 8,4  | 4,6  |         |      |
- 21) Stanitza Ardon.
- |                          |        |      |      |         |      |
|--------------------------|--------|------|------|---------|------|
| 6 oct. 1867. Vladikavkas | 568,61 | 12,7 | 12,6 | } 523,3 | 1727 |
| h. 2, 40 <sup>m</sup>    | 557,75 | 10,0 | 14,2 |         |      |
- 22) Niveau de la rivière Bjelaja; près du pont sur la grande route.
- |                          |        |     |     |          |      |
|--------------------------|--------|-----|-----|----------|------|
| 7 oct. 1867. Vladikavkas | 579,85 | 3,0 | 3,1 | } 1142,6 | 1108 |
| h. 8 a. m.               | 556,40 | 9,0 | 7,5 |          |      |
- 23) Sortie de la vallée du Minaret vers Sméjefka.
- |                          |        |     |     |        |      |
|--------------------------|--------|-----|-----|--------|------|
| 7 oct. 1867. Vladikavkas | 581,75 | 6,3 | 6,9 | } 1187 | 1063 |
| h. 9                     | 557,00 | 8,7 | 5,3 |        |      |
- 24) Hauteur de la chaîne; du côté gauche de la vallée du Minaret.
- |                          |        |      |      |       |      |
|--------------------------|--------|------|------|-------|------|
| 7 oct. 1867. Vladikavkas | 555,60 | 10,0 | 11,0 | } 168 | 2418 |
| h. 4, 40 <sup>m</sup>    | 552,42 | 11,7 | 11,2 |       |      |



25) *Elévation majeure de la chaîne entre Grosnaja et Mouhamet Yourt.*

4 oct. 1867. Vladikavkas	562,65	10,2	15,0	} 244 2494
h. 2, 30 <sup>m</sup>	557,31	8,8	9,0	

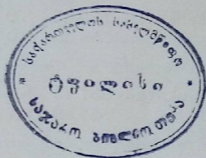
26) *Dernière limite des dépôts de Tufs trachytiques sur les flancs des chaînes des № 24 et 25.*

4 oct. 1867 Vladikavkas	562,65	10,2	13,2	} 123 2127
h. 4, 15 <sup>m</sup>	564,88	8,0	8,2	

27) *Extrémité inférieure du glacier de Stepan-Zmindu; vis-à-vis de la station de Kasbek.*

4 août 1849 Vladikavkas.	311,73	17,6	17,9	} 7255 9505
h. 4. 20 <sup>m</sup>	239,50	7,2	6,0	

La différence entre les valeurs des № 10 et 11 dans la colonne  $\beta = 6043 - 5733$ , donne pour la hauteur de la terrasse inférieure, sur ce gradin élevé de la vallée de Devdoraki, 310 pieds. La différence entre les valeurs des № 12 et 13, 4748—4506, donne pour l'épaisseur du talus d'éboulement 242 pieds.





ERRATA.

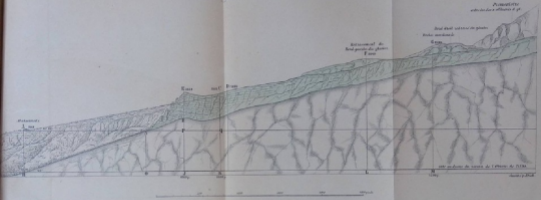
Pag. 7, ligne 31,	au lieu de	4730	lisez	4720.
» 7, » 33,	»	4345	»	4506.
» 8, » 6,	»	5992	»	5733.
» 8, » 23,	»	3768	»	3751.
» 8, » 26,	»	3531	»	3527.
» 8, » 30,	»	2657	»	2679.
» 9, » 24,	»	2449	»	2494.
» 9, » 27,	»	2272	»	2127.



f-4470 ✓



# Profil du glacier de Devdoraki en Octobre 1867



Reproduction de l'original de l'Institut de 1867



Fig. 1.

Tab. II.



*Le glacier de Devdoraki pris du fond de la vallée glaciaire à l'hauteur absolue de 7199' en été de 1861.*

Fig. 2.



*Le glacier de Devdoraki pris de la maisonnette A à l'hauteur absolue de 7361 p. en Octobre 1861.*

