

des dépôts qu'elles auraient détruits, si elles avaient pu les atteindre à un moment quelconque.

Conclusions.
Les formations erratiques sont toujours recouvertes par des dépôts alluviens.

H. 29. Les faits, les preuves sont donc pour nous; les traces de l'action glaciaire sont visibles et profondément marquées sur le sol de nos contrées; et le terrain erratique de la vallée du Rhin, des Vosges et de la Forêt-Noire est aussi nettement caractérisé, aussi incontestable que les moraines en voie de formation dans la région actuelle des glaciers: les formations erratiques *sont toujours recouvertes par les dépôts alluviens*, constituant, autrefois comme aujourd'hui, l'étage supérieur des comblements, et nulle part on ne voit de traces de ce diluvium antérieur aux moraines anciennes et actuelles, récemment introduit sans nécessité, sans utilité et sans preuves dans l'échelle des terrains superficiels.

Le 15 mai 1851.

H. HOGARD.

DÉPÔTS ERRATIQUES DE LA VALLÉE DE LA MEUSE.

Introduction.

H. 30. En 1848 je n'avais encore aperçu aucune trace certaine de l'intervention des glaciers dans la formation des dépôts superficiels de la région occidentale des Vosges, où l'on rencontre des comblements anciens ou récents offrant tous les caractères de nappes d'alluvions ou de sédiment, et sur lesquels viennent s'établir les cônes de déjection formés par les ruisseaux torrentueux.

Terrain de comblement.

H. 31. Dans le fond des vallées, les eaux continuent à augmenter graduellement la puissance de ces nappes par des additions successives de nouvelles couches de sédiment; à chaque crue elles débordent jusqu'aux talus des deux rives et déposent les détritiques entraînés dans les bassins par les eaux pluviales. Ce travail incessant des cours d'eau, sur des plans inclinés dont la pente est très-faible, explique la formation de ces amas boueux renfermant quelques lits sableux et très-rarement des débris de roches, qui constituent, sans exception, la couche superficielle des nappes de comblement des vallées de l'ouest des Vosges.

¹ H. Hogard, *Coup d'œil sur les terrains erratiques des Vosges*, 1848.

La puissance de cette couche superficielle doit être assez considérable, à en juger d'après l'inclinaison des talus bordant les bassins ; mais il n'est pas facile de la constater, et jusqu'ici je n'ai pu recueillir des renseignements assez précis pour les déterminer.

Les rivières ne sont pas assez profondément encaissées, les coupures que l'on rencontre quelquefois sur leurs rives sont trop peu élevées, et les eaux étant presque constamment, ou à peu de chose près, au niveau de la surface des nappes, il n'est pas possible de pousser des fouilles assez loin pour reconnaître l'épaisseur du comblement alluvien et la base sur laquelle il repose ; aussi, à cet égard, on ne peut aujourd'hui que former des conjectures.

Il est probable cependant que sous les couches boueuses superficielles existent des accumulations de galets, de véritables moraines profondes, dont nous allons retrouver des traces hors du département des Vosges, en suivant le cours de la Meuse jusque dans les Ardennes, après avoir constaté, dans une vallée supérieure, celle du Mouzon, l'existence de dépôts évidemment erratiques, dont la présence est une preuve de l'action glaciaire dans toute l'étendue de la vallée, à l'époque de la plus grande extension des glaciers du système des Vosges¹.

H. 32. Vers le mois de mai 1849 j'ai eu occasion de faire ouvrir une tranchée sur le flanc d'un coteau bordant la rive gauche de Mouzon (Vosges).
 des rochers escarpés masqués en partie par des amas de terres et de débris provenant d'éboulements anciens. Les parois de ces rochers s'élèvent presque verticalement et forment un redan, vers le milieu du plan incliné à environ 45 degrés du coteau. Elles offrent, sur quelques points, des traces évidentes d'usures et quelques sillons, des karren résultant de l'action des eaux².

Dans un pli, ou sorte d'enfoncement latéral, à 15 mètres au-dessus du niveau du Mouzon, on a rencontré un amas de sables et de galets arrondis, ou offrant des surfaces planes et parfaitement polies, le tout disposé par couches irrégulières dans l'ordre suivant, du haut en bas (pl. 4, fig. 1) :

¹ D. A. A une certaine époque, qui n'était pas celle de la plus grande extension.

² Ces karren sont de l'époque erratique et analogues à ceux des rochers de Saint-Mihiel, dont il sera parlé plus loin.

a) Blocs anguleux imparfaitement arrondis ou frottés, enveloppés d'une terre argileuse.	1 à 2 ^m
b) Argile jaunâtre et rouge	0 ^m ,20
c) Sable calcaire (ou fragments très-petits de calcaires usés et frottés) mêlé d'argile et de sable ferrugineux.	0 ^m ,40
d) Galets polis, arrondis et anguleux, libres ou réunis, sur quelques points, par un ciment ou tuf calcaire	1 à 2 ^m

Dans un autre pli, situé à quelques mètres de distance, on a rencontré un dépôt analogue, et le rocher formant une saillie, entre les deux amas, offrait des surfaces polies contre lesquelles j'ai trouvé plusieurs blocs parfaitement polis, dont l'un avait plus d'un mètre cube.

Ossements
et dents d'éléphants
dans des cavernes.

II. 33. Dans le courant de la campagne suivante (1850), des travaux ont été exécutés, à l'amont de Rebeuville, sur un éperon (*Ab-schwung*) que contourne le Mouzon, près du moulin de Villars, au confluent du ruisseau du Bany, et qui se rattache aux proéminences séparant ces deux cours d'eau A (pl. 4, fig. 3). Le chemin de Circourt, franchissant cet éperon, est établi entièrement en déblai, et de chaque côté de la tranchée, dont la profondeur est d'environ 3 mètres, on voit un dépôt de sables, de galets et de lehm ferrugineux renfermant des grains arrondis de fer hydroxydé, des *ossements et des dents d'éléphant, d'ours des cavernes* etc. ; dans le fond de la fouille le calcaire constituant l'éperon est mis à découvert, et sa surface inégale offre plusieurs relèvements verticaux dans le dépôt superficiel élevé de 20 mètres moyennement au-dessus du niveau du Mouzon.

On remarque ici, comme à Rebeuville, une sorte de stratification, et quoique les galets forment des lits interrompus, renflés et irréguliers, il ne saurait y avoir de doute sur l'intervention de l'eau dans l'arrangement de ce dernier dépôt, auquel on s'est empressé d'attribuer une origine diluvienne.

La coupe (pl. 4, fig. 3) fera comprendre que le dépôt dont il s'agit forme une calotte au sommet d'un mamelon calcaire recouvrant des roches moutonnées, et non une accumulation remplissant une de ces fentes si communes dans la région du calcaire jurassique.

Si l'on attribue à ce dépôt une origine diluvienne, et si l'on veut expliquer le transport et le dépôt de l'amas argileux et des fossiles qu'il renferme par l'action des eaux, il faudra rechercher les causes d'une élévation extraordinaire du Mouzon et du ruisseau du Bany, non-seulement jusqu'à 20, mais encore jusqu'à 30 mètres, puisque les débris transportés se retrouvent au-delà du point que franchit le chemin en remontant le plateau; avec cette hauteur, le courant aurait eu de 5 à 6 mètres de vitesse par seconde et, pour une section de 1800 mètres seulement, aurait débité environ 9000 mètres cubes dans le même temps. Au confluent il aurait éprouvé latéralement un ralentissement qui aurait permis aux galets, aux ossements et surtout au lehm de s'arrêter sur l'éperon.

Mais les galets ne forment pas un étage distinct dans le dépôt: ils y sont intercalés en lits irréguliers et à différentes hauteurs; ils auraient donc été transportés et abandonnés sur le plateau en même temps que le lehm et sous l'influence du même courant, animé d'une vitesse suffisante pour opérer un charriage de galets et d'ossements lourds et volumineux, mais évidemment trop forts pour permettre au lehm de se déposer, les sédiments boueux ne se produisant que dans les bassins où les eaux sont stagnantes.

Les galets sont *roulés, usés, frottés et polis*. Ce sont des calcaires compactes, des *quartzites* et des grès durs du lias.

Les ossements fossiles n'offrent aucune trace de frottement, et cependant ils ne sont ni à la surface, ni dans une fente remplie postérieurement; mais ils sont à diverses hauteurs, et principalement vers la base du dépôt, mêlés et associés à des galets, souvent agglomérés sous forme de poudingue osseux par un ciment ferrugineux.

Ossements fossiles
n'offrant aucune trace
de frottement.

Les uns et les autres, ayant été transportés et remontés à 20 mètres au-dessus du fond de la vallée, et s'étant arrêtés au sommet de l'éperon, sans tomber à ses pieds, devraient offrir les mêmes traces de chocs ou de frottements, mais il n'en est rien, et j'arrive tout naturellement à cette conclusion: que les galets et les ossements abandonnés sur le plateau de Villars n'ont pas été roulés jusqu'à ce gisement par des courants faibles ou violents; la parfaite conservation des uns en offre une preuve évidente, et leur présence dans des amas de galets roulés et polis, de roches triturées et étran-

gères à la localité prouve en outre qu'au moment où le dépôt s'est constitué, le mélange des matériaux dont il se compose s'est effectué lentement et dans le calme le plus complet, sans aucun mouvement de translation, conditions absolument nécessaires pour assurer la conservation la plus complète des fossiles et permettre aux galets de s'arrêter et au lehm de se déposer sur l'éperon.

On le voit donc, en admettant l'intervention d'un courant passant à 20 ou 30 mètres au-dessus du fond de la vallée, et ayant assez de force pour opérer le transport et le mélange des fossiles et des matériaux réunis sur ce point, il n'est pas possible d'expliquer les faits observés, et l'on n'arriverait pas à une solution plus satisfaisante si l'on revenait à l'hypothèse d'une inondation générale de la contrée ; dans un lac aux eaux chargées de détritiques, le lehm aurait pu certainement se déposer, et sur d'autres points où il n'en existe pas de traces aussi bien que sur l'éperon de Villars, et envelopper des ossements d'animaux accidentellement amenés ou détruits au confluent des deux vallées ; mais évidemment les galets roulés n'auraient pu remonter jusqu'à la hauteur où ils se trouvent aujourd'hui.

A l'égard du dépôt de Rebeuville on arrivera nécessairement aux mêmes conclusions.

Les galets y sont usés et polis ; une surface du rocher offre des traces évidentes de frottements ; l'étage supérieur est formé de blocs anguleux ou imparfaitement arrondis, et d'un volume assez considérable ; des blocs d'un mètre cube, antérieurement frottés et polis, sont relevés à plus de 15 mètres au-dessus du niveau du Mouzon, et sous ce premier étage se trouvent des lits de sables très-fins.

Les eaux, d'abord assez calmes, auraient donc déposé sur la rive gauche de la vallée, soit contre des escarpements, soit sur un plan incliné à 45 degrés moyennement, des matériaux réduits à l'état sableux, des galets arrondis de faibles dimensions ; puis en s'élevant et en acquérant plus de force, elles auraient recouvert ces sables d'argiles mélangés de gros blocs, et sans détruire la base extrêmement meuble sur laquelle ces blocs reposent ? Enfin, lors de leur retraite, le dépôt, qui offre des traces évidentes d'une forte compression latérale, n'aurait pas été miné à sa partie inférieure offrant si peu de consistance qu'elle glisserait et croulerait infailli-

blement si, pendant quelques instants, elle se trouvait, non pas exposée à l'action d'un courant qui la détruirait immédiatement, mais seulement imbibée et pénétrée par le plus mince filet d'eau.

Ces deux amas sont pour moi deux dépôts erratiques ; ce dernier, une portion de moraine latérale, et celui de Villars un dépôt lacustre placé au confluent de deux glaciers dans un petit lac, analogue à celui qui existe au pied de l'Abschwung, à la jonction des glaciers du Finster-Aar et du Lauter-Aar ⁴.

Dans un petit lac, des déjections boueuses ont pu s'accumuler et se mêler aux galets rejetés latéralement et principalement par le glacier du Mouzon ; s'arrêter sur ce plateau sans déborder la ceinture de glace enveloppant le bassin ; des ossements abandonnés au pied de l'Abschwung, ou sur les rives des glaciers ont pu y tomber et se mêler au lehm et à des galets arrivant tout façonnés, tout roulés et frottés au même point, comme cela a lieu journellement dans les lacs glaciaires, où l'on *retrouve*, dans les mêmes conditions, des ossements de chamois, de marmottes, de chèvres et de moutons de l'époque actuelle.

A Rebeuville, la portion de moraine appliquée contre et dans les enfoncements des escarpements du calcaire jurassique, a pu rester en place après la disparition du glacier ; des matériaux plus volumineux ont pu être rejetés sur des sables de trituration ; et ce dépôt glaciaire, distribué dans un ordre inverse de celui que l'on observerait dans une déjection alluvienne, n'a pu se maintenir que parce qu'évidemment il n'a jamais été atteint par les eaux du Mouzon.

La présence de ces premières traces incontestables de l'*action glaciaire* dans une des vallées affluentes du bassin de la Meuse, ne pouvait manquer de me faire comprendre la nécessité de rechercher l'origine des comblements de la partie inférieure de cette grande vallée, et par quelle voie des matériaux évidemment vosgiens auraient été entraînés jusque dans la basse Meuse et rejetés sur diverses proéminences à partir du bassin de la Moselle, vers les Ardennes.

⁴ D. A. Ce lac, cité par l'ami *Hogard*, très-temporaire, n'existe plus depuis grand nombre d'années.

Terrain erratique
dans les vallées de la
Meuse
et des Ardennes.

H. 34. « On sait que sur les bords de la Meuse ¹ le sol contient une *grande quantité* de cailloux roulés de toutes grosseurs ; tantôt ces cailloux sont disséminés, tantôt ils sont réunis par un ciment peu consistant ; à cet état ils forment des massifs de rochers qui affluent dans plusieurs localités ; on rencontre ces brèches sur les hauteurs de Saint-Privas (près Verdun etc.) ; les mêmes terrains se montrent aussi dans l'arrondissement de Commercy.

« En examinant attentivement la forme de ces fragments roulés, leur nature, on est porté à les reporter au système vosgien..... et la parfaite ressemblance que la plupart ont avec les poudingues vosgiens, *ne permet pas de contester leur origine.*

« La présence de ces dépôts (décrits sous la dénomination d'*alluvions anciennes*) sur les hauteurs qui bordent la Meuse près de Verdun peut, selon l'auteur, être expliquée par un volume d'eau plus considérable.....

Mouzon et Frenois.

Plateaux
de Létanne et de
Beaumont.

Dans les Ardennes ², des cailloux de la grosseur d'un œuf et au-dessus, *qui proviennent des roches des Vosges*, couvrent l'affleurement du calcaire ferrugineux, des marnes du lias et même le bord de l'oolithe inférieur sur la rive gauche de la Meuse, à 100 et 150 mètres au-dessus de son lit actuel. Ces produits *diluviens* se rencontrent surtout entre Mouzon et Frenois ; ils forment aussi de petits coteaux subordonnés aux collines latérales et qui s'élèvent de 30 à 40 mètres au-dessus de la rivière..... On les retrouve encore sur les plateaux surbaissés de Létanne et de Beaumont, à 50 et 60 mètres au-dessus de la vallée, et assez loin de celle-ci ; ils alternent par lits avec du sable et présentent *les caractères d'un dépôt tranquille.* Enfin on a cru remarquer les traces d'un courant qui, du bassin de la Meuse, aurait jeté sur les plateaux de Saint-Georges et dans la vallée de l'Aire des galets provenant du *diluvium* de la Meuse, en franchissant un col entre Cunel et Saint-Juvin.

Diluvium
des plateaux dans le
département de la
Meurthe.

Dans le département de la Meurthe, le *diluvium des plateaux* a pour caractère général ³ d'être composé d'une argile jaune d'ocre, jaspée de blanc, et de renfermer des cailloux arrondis, *exclusive-*

¹ M. Gaulard, *Description géologique du département de la Meuse.* Verdun 1836.

² *Statistique des Ardennes*, par MM. Sauvage et Bouvignier, 1842.

³ *Aperçu de la constitution géologique de la Meurthe*, par M. Levallois. *Mémoires de la Société des sciences, lettres et arts de Nancy*, 1850.

ment *quartzeux*. On le trouve couronnant des plateaux élevés, jusqu'à l'altitude de 400 mètres, c'est-à-dire dominant les vallées de 200 mètres.

« Cette même argile se trouve cependant aussi dans le fond des vallées, mais mêlée alors, non pas seulement de *cailloux quartzeux*, mais de *cailloux granitiques ou autres, propres à ces vallées*; dans ces conditions le terrain superficiel a reçu la dénomination de *diluvium des vallées*.

H. 35. Tels sont les faits sur lesquels nous sommes tous d'accord, et qui ont été constatés et vérifiés à diverses reprises. On sait donc que des cailloux provenant des Vosges se retrouvent dans les vallées de la Meuse et de ses affluents, ainsi que sur des plateaux élevés; que dans la Meuse et sur les plateaux jusqu'à la Moselle, ces cailloux sont exclusivement *quartzeux*, tandis que dans le fond de cette dernière vallée, et dans toutes celles qui viennent s'y jeter, les cailloux représentent toutes les roches propres à ces vallées, les quartzites, les granits, les diorites etc. Enfin que sur la rive droite de la Moselle, aussi bien que sur les plateaux qui dominent la Meuse on remarque des dépôts d'argiles mêlées de cailloux exclusivement quartzeux.

Aussi a-t-on divisé ces dépôts en deux étages, l'un nommé *diluvium des plateaux*, et l'autre *diluvium des vallées*.

H. 36. Les cours d'eau actuels n'exécutent aucun travail analogue; les matériaux qu'ils déplacent ou qu'ils charrient et déposent, sont tous *confusément entassés et mélangés*; et la Moselle d'aujourd'hui, parcourant une contrée dont la constitution géologique n'a pas varié depuis l'époque dite *diluvienne*, n'a pas la propriété de séparer les cailloux provenant de la destruction du grès vosgien, de les rejeter seuls sur ses rives, et de ne conserver dans les limites de son lit que les galets granitiques et toutes les autres roches cristallines du bassin. Que sa puissance et sa force viennent à augmenter, et elle exécutera sur une grande échelle ce qu'elle produit en petit, en raison de sa force actuelle; et qu'elle parvienne à s'élever à l'altitude de 400 mètres et à transporter des galets sur les plateaux des environs de Toul, de Verdun et des Ardennes, ou dans le bassin de la Meuse, ses déjections alluviennes offriraient un mélange de toutes les roches d'amont.

Conclusions.

Des cailloux provenant des Vosges se retrouvent dans les vallées de la Meuse et de ses affluents, ainsi que sur des plateaux élevés.

Action
des cours d'eau.

Cette différence essentielle entre les dépôts des plateaux et ceux des vallées, sur le versant de la Moselle, et l'identité des uns et des autres, dans le bassin de la Meuse, sont des caractères qui révèlent, d'une manière certaine, le mode de production de ces prétendues alluvions, et la nature de l'agent sous l'influence duquel elles ont eu lieu.

Col de Foug
ou du val d'Ane
(Vosges).

Un courant diluvien franchissant le col de Foug ou du val de l'Ane, passages les plus déprimés entre la Moselle et la Meuse, aurait eu une puissance et une vitesse très-grandes pour agir encore dans la basse Meuse; et cependant les dépôts dont il s'agit, ainsi que l'ont fort bien fait remarquer les auteurs de la statistique géologique des Ardennes, ont l'aspect de *dépôts tranquilles*. Sur les plateaux, les cailloux sont associés à des argiles qui n'auraient pu s'accumuler sur des lieux élevés, si elles avaient été entraînées ainsi que les galets par des courants violents.

S'il y avait eu inondation du bassin de la Moselle, et seulement déversement du trop-plein dans la Meuse, un lac d'une très-grande étendue aurait existé à l'amont de Toul; à partir des environs d'Igney, dans les Vosges, les eaux auraient été stagnantes, et le transport des matériaux de la région du grès des Vosges n'aurait pas été possible au travers des eaux tranquilles du lac, et jusqu'aux plateaux élevés de ses rives (pl. 4, fig. 7).

Épinal.

A Épinal même, le courant aurait dû s'élever à la cote de 468 mètres, puisque l'on rencontre sur les plateaux voisins de cette ville, à cette hauteur, des dépôts de galets quartzeux transportés, c'est-à-dire à 168 mètres moyennement au-dessus du lit actuel de la Moselle; à droite et à gauche, sur toutes les proéminences qui bordent cette vallée, on retrouve ces mêmes dépôts, tandis que les galets granitiques constituent le comblement inférieur; enfin un courant aurait entraîné hors du bassin de la Moselle un mélange de tous les matériaux constituant le comblement, jusqu'à la hauteur de Toul ou de sa dérivation présumée vers la Meuse.

J'ai déjà eu occasion de signaler les différences qui existent entre les dépôts du fond de la vallée et ceux qui couronnent les plateaux, en suivant le cours de la Moselle au-dessous d'Épinal, et d'insister sur la nécessité de chercher une autre cause à leur formation, à la translation et au triage des matériaux qui les constituent.

En jetant les yeux sur la carte géologique des Vosges, on voit que la région granitique ou des montagnes est séparée des formations calcaires et des contrées où les galets quartzeux se retrouvent exclusivement, par le grès des Vosges formant une large ceinture autour de ces montagnes, et qui s'étend au loin à droite et à gauche des vallées de la Moselle et de la Meurthe.

Cependant aucune des coupures ou vallées secondaires ouvertes dans cette masse arénacée n'est en communication directe avec la Meuse et n'a pu fournir les éléments des comblements qu'on y observe; tous les cours d'eau aboutissant à la Moselle mêlent à cette rivière leurs eaux et leurs alluvions, et ce n'est que hors des limites des plus hautes crues que l'on aperçoit ces bandes parallèles de galets, constituant les terrains de transport, offrant un triage que les eaux auraient troublé et non produit.

H. 37. Sur cette carte, et suivant les limites tranchées de chacun des dépôts, si l'on rétablit les *anciens glaciers des Vosges*¹, d'abord jusqu'aux accumulations de blocs erratiques les plus anciens, jusqu'aux premières moraines frontales, on comprend le mécanisme de la formation et du transport des différentes parties des terrains superficiels.

Anciens
glaciers des Vosges.

Le glacier² sortant de la région granitique jusqu'à la rencontre des premiers lambeaux de grès, ne transportait que des débris de roches cristallines, dont les moraines frontales, latérales et profondes sont exclusivement formées dans la haute vallée, tandis que, dans la région arénacée et au-dessous, des galets quartzeux sont venus s'y ajouter.

Mais les glaciers latéraux provenant des vallées du grès des Vosges, joignant le glacier principal et cheminant latéralement avec lui, ne pouvaient fournir que des débris de ce grès, et mélanger aux argiles et aux marnes provenant de la destruction des calcaires, que des galets quartzeux, les mêmes dispositions, les mêmes causes, dans diverses vallées, ont dû produire les mêmes effets; et c'est ce que l'on observe dans le bassin de la Meurthe, et dans tous ceux qui ont leur origine dans la région granitique, aussi bien que dans celui de la Moselle.

¹ D. A. A une certaine époque.

² D. A. Toujours à une certaine époque, où ils n'étaient pas au maximum de leur puissance.

La moraine profonde du glacier principal, que ne pénétraient et ne pouvaient pénétrer les glaciers secondaires, comprend un mélange de tous les matériaux d'amont : aussi la différence signalée entre les comblements des plateaux et ceux des vallées est-elle parfaitement motivée.

Que ce glacier se soit étendu au loin, jusqu'aux limites extrêmes de la nappe de comblement et des déjections latérales sur les plateaux, on ne saurait en douter, si l'on veut tenir compte de l'ordre et de la distribution des dépôts.

A la hauteur des premiers plateaux couronnés de cailloux quartzeux, les glaciers latéraux se sont déversés sur les proéminences bordant le bassin, et ceux de la rive gauche ont pu franchir ces mamelons aussi bien que les cols pour se répandre dans la Meuse, et entraîner au loin avec eux les débris dont ils sont chargés, et consistant exclusivement en sables, en galets quartzeux mélangés à la boue glaciaire et aux détritits argileux et calcaires provenant de la trituration des formations locales.

La boue glaciaire s'est alors déposée soit dans le fond des vallées sur les moraines profondes, soit sur les plateaux ou sur les flancs des coteaux. Dans le premier cas elle constitue des nappes sédimentaires produites dans des bassins inondés ; et dans le second, des amas qui n'offrent plus les caractères des dépôts lacustres et de sédiment.

La boue glaciaire ou le lehm qui se dépose journellement dans les lacs alimentés par des courants sortant de la région des glaciers en activité, peut aussi s'accumuler sur certains points sans le concours des eaux ; on voit, à chaque pas, dans les Alpes, des exemples de déjections ou de coulées boueuses, sur des plans inclinés, dans l'intérieur et jusque sur les crêtes des moraines anciennes et actuelles, dans des défilés, où des courants ayant acquis une excessive vitesse s'ils étaient sortis de leurs lits actuels, ne l'auraient pas laissée en place.

Les faits observés dans la vallée de la Meuse, loin de révéler l'intervention de courants diluviens, semblent donc prouver l'action d'anciens glaciers dans la production des dépôts superficiels, de ces accumulations de sables et de galets placés *lentement et successivement* sur des plateaux élevés, où ils n'auraient pu s'arrêter s'ils

avaient été charriés avec une certaine vitesse, qu'il faudrait bien admettre dans l'hypothèse diluvienne.

Des glaciers seuls ont pu favoriser la production du dépôt de Villars, au sommet d'un mamelon situé au confluent de deux vallées; déposer sur les escarpements de Rebeuville des galets, des blocs et des sables de trituration; fournir les éléments des nappes stratifiées de lehm et en même temps des amas de détritiques identiques sur les lieux élevés.

Les eaux auraient pu détrempier les formations argileuses et calcaires d'amont, charrier et abandonner, sur les plaines basses, dans des circonstances données, les éléments d'un lehm diluvien; mais celui des plateaux non-seulement ne se serait pas déposé et mêlé à des galets entraînés des faîtes secondaires des Vosges, mais il eût été infailliblement entraîné avec ces galets si, à une époque quelconque, des courants avaient atteint les sommets qui en sont recouvertes; et faut-il encore répéter que des courants auraient encombré le lit de la Meuse et les terrains submergés de toutes les roches de la haute vallée de la Moselle indistinctement; que nulle part, dans le régime des rivières, on n'observe un seul fait, un seul exemple à invoquer à l'appui des opinions que je cherche à réfuter, tandis que, dans la région des glaciers en activité on retrouve une foule d'exemples des effets produits autrefois dans les Vosges et dans la Meuse, et l'indication précise, formelle, de la seule, *de la véritable cause à laquelle ils doivent être rapportés?*

Dans la formation de la partie superficielle des comblements des vallées de la Meuse on ne saurait nier l'intervention de l'eau; et les nappes superficielles, ainsi, que je l'ai dit, continuent encore à s'élever graduellement; mais les sédiments anciens sont recouverts par les déjections torrentielles qui s'étalent à leur surface; tandis que les bases de ces cônes s'unissent aux alluvions modernes et récentes, et marquent, par leur réunion, la limite des formations de l'époque erratique.

Les eaux ont aussi laissé des traces visibles de leur action, pendant cette dernière époque, en dehors des nappes sédimentaires recouvrant, selon toute probabilité, des accumulations plus ou moins puissantes de graviers.

En sortant de Saint-Mihiel, on aperçoit plusieurs rochers cal-

caires faisant saillie et coupés verticalement sur le flanc du coteau bordant la rive droite de la vallée. Ces rochers offrent des traces évidentes d'usure, de véritables karren que les eaux seules ont dû produire (pl. 4, fig.).

Rochers couronnés par un chapeau formant saillie. La base défilée par les agents atmosphériques.

H. 38. Ces rochers sont presque tous couronnés par un chapeau formant saillie, une sorte de corniche séparée du surplus de la masse par un sillon arrondi, plus ou moins profond, résultant non de l'action d'anciens courants, comme on l'avait présumé, mais de la décomposition d'une couche moins résistante et que les agents atmosphériques continuent d'attaquer et de corroder. Comme ces sillons paraissent être horizontaux ou peu inclinés parallèlement au cours de la Meuse, on aurait pu penser qu'ils avaient été creusés par les eaux de la Meuse, élevées extraordinairement à l'époque diluvienne.

Mais en examinant attentivement les sillons, on voit qu'ils suivent rigoureusement le parallélisme des couches calcaires ; que ces couches ne sont pas exactement dans le prolongement l'une de l'autre suivant un plan incliné régulier, et qu'il y a eu déviation par suite de légers plissements. Ainsi le rocher le plus éloigné de Saint-Mihiel, au sommet duquel on remarque un chapeau en forme de table (table du diable) posée sur un pied qui semble s'amincir tous les jours davantage, offre, sous cette table, un sillon incliné de un degré vers l'amont ; au troisième rocher, en remontant, le sillon plonge de 4 degrés à l'aval ; celui du quatrième de 1 degré seulement, tandis qu'au sixième l'inclinaison est de 1 degré à l'amont. Enfin les sillons que l'on remarque en outre sur les faces de ces rochers, à diverses hauteurs, ne sont plus parallèles à ceux de la partie supérieure, et ils ont au premier rocher, et vers l'aval, comme les couches dans lesquelles ils sont ouverts, 8 à 12 degrés d'inclinaison (pl. 4, fig. 6).

Mais sur divers points on voit d'autres sillons irréguliers et diversement inclinés dont les parois offrent des traces d'usure, et l'on remarque, principalement sur les faces verticales regardant le talus du coteau, des cavités circulaires nombreuses creusées plus ou moins profondément, ayant tous les caractères des karren et des marmites, et qui prouvent que les eaux ont exercé leur action sur ces rochers (pl. 4, fig. 5).

Serait-ce donc une indication d'inondations extraordinaires, et doit-on admettre que, si les eaux ont touché, comme cela paraît évident, les rochers et les coteaux bordant le bassin de la Meuse, près de Saint-Mihiel, la vallée a été autrefois envahie par un courant diluvien ? Je ne le pense pas.

Un courant aurait pu corroder les couches les moins résistantes de ces rochers et y tracer des sillons inclinés comme ces couches elles-mêmes ; mais il aurait entraîné et détruit les amas de sables appliqués sur les flancs des coteaux et dont on voit des exemples à l'amont, avant et après Commercy ; de plus il aurait rejeté dans la vallée les galets et les argiles des plateaux.

H. 39. *Les cavités circulaires* creusées sur les faces verticales accusent un travail plus ou moins prolongé de galets mis en mouvement par les eaux, et toujours les trous forés dans les rochers submergés sont ouverts de haut en bas, verticalement ou suivant diverses inclinaisons ; tandis que les érosions latérales ne s'observent que sur des massifs anciennement et actuellement touchés par des glaciers, comme celles de la vallée de Hasle, de Meyringen au glacier de l'Aar, offrant à la fois des *stries glaciaires*, des *karren* et des *trous circulaires* de la plus parfaite conservation.

Cavités circulaires
creusées dans la roche
par des galets mis en
mouvement par les
eaux.

On comprend que sur une paroi verticale touchée et pressée par le glacier, un courant chargé de galets puisse produire ces perforations ; que des galets mis en mouvement par un filet d'eau, tombant contre cette paroi en suivant une cavité ouverte dans la glace, ne puissent être entraînés et soient continuellement maintenus ou remplacés pendant un certain temps ; et que les déviations latérales de l'eau, coulant à la surface des glaciers ou dans les crevasses, laissent des traces de leur passage et de leur action sur les parois vers lesquelles elles sont projetées.

Mais dans un courant, dans un fleuve, des galets charriés suivant une même direction et parallèlement à la pente de la vallée, ne s'arrêtent pas ou ne restent pas suspendus aux flancs des rochers escarpés pour les corroder plus ou moins profondément et pour y produire des érosions latérales.

Les trous circulaires de Saint-Mihiel offrent donc les caractères des cavités résultant de l'action des eaux, de petits courants séparés, dirigés et maintenus dans des canaux débouchant contre les

parois des rochers, et non d'un cours d'eau puissant qui, agissant en toute liberté, aurait laissé des traces différentes de son passage; et il faut encore reconnaître ici le concours de l'action glaciaire, et admettre qu'au moment où ces perforations ont eu lieu, ces rochers étaient enveloppés par la glace qui transportait dans la Meuse les galets vosgiens.

Aussi, d'après les motifs que je viens de rappeler et d'exposer sommairement, je rapporterai aux formations erratiques les dépôts de matériaux provenant des Vosges que l'on rencontre dans la Meurthe, dans la Meuse et dans les Ardennes. Je considérerai comme des karren de l'époque glaciaire les cavités qu'offrent les rochers de Saint-Mihiel, de Rebeuville, et ceux qui s'élèvent, sur divers points, au-dessus du niveau des plus hautes eaux de la Meuse.

H. 40. En suivant le cours de cette vallée, on rencontre des dépôts analogues à ceux que les glaciers ont formés dans les régions où leur existence, à une époque reculée, ne saurait plus être révoquée en doute; on y constate en même temps des traces évidentes, irrécusables de l'action des eaux. L'observation consciencieuse des faits conduit à l'appréciation rigoureuse des limites dans lesquelles l'eau et la glace ont séparément ou simultanément concouru à la production des terrains superficiels, des caractères propres aux alluvions et aux terrains erratiques; mais elle conduit aussi à faire voir que ces deux causes, réduites même à leur puissance actuelle, ont pu suffire pour produire à une autre époque les effets que je viens de noter, et sans qu'il soit besoin, pour les expliquer, de les attribuer à ces inondations extraordinaires, dont les traces ne se retrouvent nulle part.

5 novembre 1851.

H. HOGARD.

MORAINE PROFONDE DU GLACIER DE L'AAR.

Introduction.

H. 41. La nappe de sables et de galets qui s'étend, à partir du glacier inférieur de l'Aar (Unter-Aar) jusqu'au pont de l'Aar-Boden, et qu'on retrouve dans les cirques du Grimsel, de Ræderischboden, dans le haut de la vallée, à Im-Grund, à la sortie de la gorge de Hasle, de Meyringen au lac de Brienz, entre ce dernier bassin et le