

**Zeitschrift:** Verhandlungen der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Science Naturali

**Herausgeber:** Allgemeine Schweizerische Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften

**Band:** 22 (1837)

**Artikel:** Discours d'ouverture

**Autor:** Agassiz, L.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-89704>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

---

# DISCOURS

PRONONCÉ A L'OUVERTURE DES SÉANCES

DE LA

**SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES,**

A NEUCHÂTEL LE 24 JUILLET 1837,

PAR

**L. AGASSIZ, PRÉSIDENT.**

---

MESSIEURS, TRÈS-CHERS AMIS ET CONFÉDÉRÉS,

Depuis long-temps les membres de la section neuchâteloise de notre Société désiraient avec impatience voir arriver le moment où ils pourraient inviter leurs confrères de toute la Suisse à se réunir chez eux. Des circonstances indépendantes de leur volonté, et particulièrement la construction du nouvel édifice dans lequel nous sommes réunis et qui devait recevoir tout ce que la ville possède de collections scientifiques, les ont forcés à décliner l'honneur d'accueillir à Neuchâtel la Société Helvétique des sciences naturelles, jusqu'à ce qu'ils pussent le faire convenablement et mettre sous ses yeux au moins une partie des collections. Encore aujourd'hui, malgré toute l'activité qu'y a mise l'infatigable Directeur de notre Musée,

il n'y a qu'une faible partie des collections qui soient rangées; c'est même à la hâte qu'elles ont été déposées dans le local qui doit les recevoir et que les ouvriers n'ont pas encore quitté. Nous réclamons donc toute votre indulgence pour ce que vous verrez. Mais du moins, comptez sur le plaisir que nous avons à vous recevoir ici, et soyez persuadés que nous attachons un grand prix à vous voir chez nous. C'est du fond du cœur que je vous dis à tous : Soyez les bien-venus.

A pareil jour tout nous invite à rechercher quel est le lien qui unit les sciences dont s'occupe notre Société. Je ne crois pas me tromper en affirmant qu'une grande pensée domine tous les travaux qui tendent aujourd'hui à en étendre les limites. C'est l'idée d'un développement progressif dans tout ce qui existe, d'une métamorphose à travers différens états dépendant les uns des autres, l'idée d'une création intelligible, dont notre tâche est de saisir la liaison dans tous ses phénomènes. Ainsi voyez l'Astronomie, qui s'occupe maintenant de la formation des corps célestes; la Chimie, qui étudie les différens modes d'action des corps les uns sur les autres; la Physique, qui veut approfondir la nature des forces dont elle connaît l'action; l'Histoire naturelle, qui poursuit les phases de la vie de chaque être; la Géologie enfin, qui se hasarde à embrasser l'histoire de la terre, à en déchiffrer même les pages les plus anciennes, et à la représenter comme un grand tout, dont les révolutions ont toujours tendu vers le même but.

De tous ces progrès, sans doute, il sortira un jour

quelque chose de grand, de vraiment *humain*, qui fera rentrer l'étude des sciences naturelles bien plus directement dans le domaine de la vie habituelle de l'homme, que les avantages mêmes fournis à l'industrie et aux arts par les résultats obtenus dans les sciences, quelque immenses qu'aient été ces derniers.

Notre Société n'est point restée étrangère à ce grand mouvement; les noms de ses membres figurent honorablement à côté des coryphées de la science qui ont daigné s'associer à nos travaux. La réunion d'aujourd'hui, mieux qu'aucune autre peut-être, prouverait que mon assertion n'est point exagérée. Vous le savez, Messieurs, c'est notre petite société qui a servi de modèle à ces vastes associations dont l'Allemagne, l'Angleterre et la France se glorifient à tant de titres; et si les travaux qu'elle a entrepris ont paru moins brillants, à côté de ceux de sociétés plus vastes, elle n'en a pas moins donné l'élan, à plus d'une reprise.

Tout récemment encore, deux de nos collègues ont soulevé par leurs recherches des discussions d'une haute portée et dont les suites auront du retentissement. La nature de la localité où nous sommes réunis m'engage à vous entretenir de nouveau d'un sujet qui, je crois, trouve sa solution dans l'examen des pentes de notre Jura. Je veux parler des glaciers, des moraines et des blocs erratiques.

Tout le monde, en Suisse, connaît les glaciers et sait que leurs bords sont entourés de digues de blocs arrondis qu'on appelle des *moraines*, et qui sont continuellement poussées en avant ou abandonnées par les glaciers à mesure qu'ils avancent ou qu'ils se



retirent. Les habitans du Jura surtout sont familiers avec un autre phénomène qui est très-frappant dans nos montagnes, je veux parler des *blocs erratiques* ou de ces masses de granit et d'autres roches primitives qui sont éparses principalement sur les pentes de notre Jura. Ce que tout le monde ne sait cependant pas, c'est qu'il existe encore d'autres moraines que celles qui cernent de nos jours les glaciers. Ce sont MM. Venetz et de Charpentier, qui les ont fait connaître les premiers. On les observe principalement dans les vallées inférieures des Alpes. Mais il est un côté de cette question qui doit être contesté, c'est la liaison que l'on a cherché à établir entre les blocs erratiques et les glaciers que cernaient les grandes moraines dont on retrouve encore des traces sur les rives septentrionales du lac de Genève. C'est de ce dernier point que j'ai l'intention de vous entretenir en particulier.

Les *faits* observés par MM. Venetz et de Charpentier sont cependant définitivement acquis à la science; aussi importe-t-il d'en proclamer hautement l'exactitude; car de là dépend naturellement la validité de toutes les conséquences que l'on peut en tirer.

A des distances plus ou moins considérables des glaciers actuels, on remarque en effet à différentes hauteurs des moraines parfaitement semblables à celles qui cernent encore les glaciers. Elles sont également concentriques et forment des digues qui suivent les inégalités des flâncs des vallées. On en voit partout plusieurs étages, dont les plus élevés se trouvent à quelques cents pieds au-dessus du fond des vallées su-

périeures des Alpes où il n'y a plus de glaciers. Mais en descendant dans les vallées *inférieures*, on en trouve successivement à douze ou quinze cents pieds et même à plus de dix-huit cents pieds de hauteur ; il y en a encore d'assez distinctes à deux mille pieds au-dessus du lit du Rhône, dans les environs de St Maurice en Valais. On peut les poursuivre jusque sur les rives du lac de Genève. Il en existe encore de très-élevées au-dessus de Vevey et dans les environs de Lausanne, qui correspondent à celles de la rive méridionale du lac.

Si on ne les a généralement pas remarquées, c'est qu'elles sont beaucoup au-dessus des routes fréquentées, et que celles des parties inférieures des vallées ont généralement été disloquées par les torrens.

Il est toujours facile de distinguer ces anciennes moraines des digues formées par le débordement des eaux et des talus plus ou moins étendus, résultant des avalanches. Les digues sont très-irrégulières et s'étendent à de petites distances, en s'aplanissant ; les talus sont en forme de cônes très-aplatis, débouchant des vallées et se perdant dans la plaine ; tandis que les moraines sont des digues triangulaires continues et parallèles le long des deux flancs des vallées, formées de blocs arrondis évidemment triturés, pour ainsi dire en place, les uns contre les autres, comme cela a lieu sur le bord des glaciers actuels, qui s'étendent dans de longues vallées étroites. Les blocs des avalanches, au contraire, sont anguleux ; ceux des digues, charriés par les eaux, peuvent être arrondis, il est vrai, lorsqu'ils proviennent de moraines disloquées,

mais alors ils s'étendent en *nappes* irrégulières, et lorsqu'ils proviennent d'avalanches récentes, ils sont également anguleux, à moins qu'ils ne rencontrent dans leur trajet d'anciennes moraines qu'ils entraînent et avec lesquelles ils se confondent.

Pour se convaincre de l'exactitude de ces faits, il suffit de parcourir la vallée de Chamouni, en suivant les moraines les plus rapprochées des glaciers, ou de s'élever perpendiculairement sur les flancs de la vallée du Rhône entre St Maurice et Martigny, sur la rive gauche du Rhône, au-dessus de la Pissevache près du hameau appelée Chaux-Fleurie (Tsau-fria), ou vis-à-vis en montant au village de Morcles depuis les bains de Lavey. Les décombres des dernières débâcles de la Dent du Midi, les grandes avalanches dont on voit partout des traces et les nombreuses digues formées par le Rhône, feront d'ailleurs apprécier justement la différence qu'il y a entre ces divers accidens produits par des causes si différentes.

Les vallées latérales présentent les mêmes phénomènes, comme on peut le voir en remontant le cours de l'Avençon, jusqu'au glacier de Paneyrossaz.

En parcourant ces vallées, je n'ai pas été moins frappé de l'apparence polie que présentent les rochers sur lesquels les glaciers se sont mus; apparence que l'on remarque également dans toutes les vallées dont les flancs sont couronnés d'anciennes moraines, à quelque distance des glaciers actuels qu'elles se trouvent. C'est ainsi que les flancs de la vallée du Rhône sont entièrement polis jusque sur les bords du lac de Ge-

nève à plus d'une journée des glaciers, partout où la roche est assez dure pour avoir résisté aux influences atmosphériques.

L'explication que M. de Charpentier a donnée de ces faits, évidemment produits par de grandes masses de glaces, qui remplissaient jadis le fond de toutes les vallées alpines, ne me semble cependant pas embrasser toute la question, et le Jura présente une série de phénomènes qui la mènent plus loin.

Pour mettre plus de liaison dans ce que j'ai à vous dire là-dessus, je vous entretiendrai d'abord des surfaces polies que l'on remarque sur toute la pente méridionale du Jura et que nos montagnards appellent des *laves*, comme nous l'a appris M. Léopold de Buch, celui de tous les géologues qui le premier a le mieux étudié le Jura Neuchâtelois et à qui sont dus les plus grands travaux sur le sujet qui nous occupe.

La pente méridionale du Jura, qui est en face des Alpes, présente de ces *laves* jusque sur ses plus hautes sommités, depuis les bords du lac de Bienne jusqu'au delà d'Orbe; limites dans lesquelles j'ai constaté leur existence (1). Ce sont des surfaces polies, complètement indépendantes de la stratification des couches et de la direction de la chaîne du Jura; elles s'étendent sur toute la surface du sol, suivant ses ondulations, passant également par dessus le terrain néocomien et le terrain jurassique, pénétrant dans les dépressions qui forment de petites vallées, en s'élevant sur les

(1) Elles s'étendent cependant bien au-delà, comme nous l'apprend une lettre de M. Schimper, reçue le 25 juillet et insérée à la page 38 de ces actes.

crêtes les plus isolées et présentant un poli aussi uni que la surface d'un miroir, partout où la roche a été mise récemment à découvert, c'est-à-dire, débarrassée de la terre, du gravier et du sable qui la recouvrent généralement. Ces surfaces sont tantôt planes, tantôt ondulées, souvent même traversées de sillons plus ou moins profonds et sinueux, ou de bosses longitudinales très-arrondies, mais qui ne sont jamais dirigés dans le sens de la pente de la montagne; au contraire, comme les gibbosités, ces sillons sont obliques et longitudinaux; direction qui exclut toute idée d'un courant d'eau comme cause de ces érosions. Un fait très-curieux, que l'on ne saurait non plus concilier avec l'action de l'eau, c'est que ces polis sont uniformes, alors même que la roche se compose de fragmens de différente dureté, et les coquilles qu'elle contient sont tranchées comme dans des plaques de marbre polies artificiellement. On remarque, en outre, sur les surfaces très-bien conservées de fines lignes semblables aux traits que pourrait produire une pointe de diamant sur du verre, et qui suivent en général la direction des sillons obliques. Les localités les plus intéressantes où l'on peut les observer dans les environs de Neuchâtel, sont le Mail, du côté du lac, à la surface du terrain néocomien et le Plan, à l'endroit où l'ancienne route joint la nouvelle. Les plus remarquables sont cependant à quelque distance de la ville, par exemple, au dessus du Landeron, à la surface du portlandien sur la lisière des vignes et de la forêt, dans les environs de St Aubin et au-dessus de Concise. Dans quelques localités on remarque de larges excavations et même des

espèces de puits qui ne peuvent avoir été produits que par des cascades tombant entre les fentes de la glace. Pour quiconque a examiné dans les Alpes le fond des anciens glaciers, il est évident que c'est la glace qui a produit ces polis, comme ceux de la vallée du Rhône dont il a déjà été question. Il est digne de remarque que ces polis ne se retrouvent nulle part dans le fond des petites vallées longitudinales formées par les abruptes des différentes ceintures de couches dont se composent nos chaînes, ni sur l'escarpement même de ceux de ces abruptes qui sont tournés vers la montagne, tandis que j'en ai remarqué sur plusieurs abruptes tournés vers les Alpes, par exemple, le long de la route neuve entre St Aubin et le château de Vauxmarcus. Il importe également de signaler les différences qui existent entre ces *laves* et d'autres surfaces polies avec lesquelles on ne saurait cependant les confondre, mais qui peuvent leur ressembler dans quelques circonstances. Je veux parler des surfaces polies produites par les failles ou par le glissement des couches les unes sur les autres. Les premières pénétrant verticalement ou obliquement à travers plusieurs couches, ne sont à découvert que là où l'un des côtés de la roche en rupture s'est enfoncé; elles ne sont jamais à découvert sur de grandes surfaces comme les laves; les secondes présentent quelquefois des surfaces assez étendues, lorsque les couches supérieures au glissement ont été enlevées; mais alors les rainures ou les sillons produits par le glissement, sont dans le sens de la pente, ce qui ne se voit nulle part à la surface des laves. Les surfaces polies par l'action des eaux ont également un ca-

ractère particulier, soit qu'elles aient été produites par des eaux courantes ou par des masses d'eau plus considérables contenues dans un bassin. Dans le premier cas, ce sont des sillons sinueux descendant toujours, tandis que les sillons et les gibbosités des laves montent et descendent suivant les accidens de la roche polie. Dans le second cas, les eaux mues sur les rivages par les vents, et poussées au-delà de leur niveau habituel, rentrant toujours en équilibre, forment des sillons inégaux plus ou moins profonds, qui suivent généralement la ligne de plus grande pente, à moins que des accidens locaux ne leur donnent une direction particulière. Il en est de même lors de la hausse et de la baisse du lac au printemps et en automne. On peut étudier toutes ces différences dans les environs de la ville, en comparant les surfaces polies *du Mail* avec les érosions produites par le lac dans le prolongement des mêmes couches, ou avec les sinuosités qui ont été produites par le Seyon dans ses gorges. D'ailleurs les surfaces polies par l'action de l'eau ne sont jamais aussi lisses que les laves ou que les surfaces polies par les glaciers. Que l'eau charrie du sable et du limon ou non, les effets sont les mêmes, seulement ils sont plus lents dans ce dernier cas. Je n'ai pas encore eu occasion d'étudier particulièrement les effets des grandes masses d'eau charriant des glaces; je ne pense cependant pas qu'elles produisent des effets différens de ceux de l'eau liquide. Ce qu'il y a de certain, c'est que dans les lits de nos rivières et sur les bords de nos lacs ces effets se confondent; et puis il est évident que la glace flottante ne saurait avoir d'action sur le fond de l'eau qui la

connaître, s'étendant peut-être une fois jusqu'au Jura et même au-delà ?

Le niveau des moraines des bords du lac Léman, qui sont à 2500' au-dessus de la mer, et la nature des surfaces polies du Jura semblent l'indiquer ; il suffit même de marquer sur une carte de nivellement les hauteurs des moraines débouchant dans les différentes parties de la chaîne des Alpes, pour se convaincre que les glaces ont une fois recouvert toute la plaine de la Suisse et atteint la pente du Jura (1).

En effet, la différence de niveau entre l'élévation des moraines des bords du lac de Genève aux environs de Vevey et sur la côte de Savoie, et celle des surfaces polies que l'on observe au-dessus des rivages du lac de Neuchâtel jusque sur le sommet de Chaumont, est telle que la nappe de glace qui remplissait l'espace compris dans ces limites, a pu avoir une certaine inclinaison, puisque le niveau du lac de Neuchâtel n'est que de 1344 pieds au-dessus de la mer, celui de la zone

(1) M. Rod. Blanchet, qui s'est aussi occupé de cette question, a fait dès lors la remarque que le sommet du Pélerin (montagne qui domine Vevey en face de l'ouverture du Valais, élevée de 3301 pieds de France au-dessus de la mer), composé de poudingue à gros grain, est poli sur sa pente, dans un endroit où il n'y a pas d'eau capable de former un petit ruisseau, ni de sentier, ni aucune des causes polissantes que l'on pourrait mettre en avant.

C'est donc à 3300 pieds au moins que l'on peut porter le niveau des glaces qui remplissaient le bassin du lac de Genève, dont la surface n'est maintenant qu'à 1145 pieds. Sur le sommet du Pélerin c'est le *fond* de la glace dont le niveau était de 3300 pieds au-dessus de la mer ; mais rien ne nous indique quelle était son épaisseur dans ce point.



porte. Il n'y a donc que les grandes masses de glaces se mouvant immédiatement sur des masses solides, qui puissent produire des effets semblables au poli que l'on remarque sur les bords des glaciers en retraite. Ce dernier phénomène est du reste parfaitement semblable à celui que présentent les laves du Jura.

Par cette ressemblance seule on pourrait déjà être porté à penser que des causes semblables ont produit des effets aussi semblables entr'eux. Mais il est d'autres considérations qui nous permettent de lier plus directement ces deux phénomènes, et qui forceront, même ceux qui voudraient y voir des agens différens, à les envisager sous un seul et même point de vue.

Nous avons vu des moraines jusques sur les bords du lac de Genève, sur les deux rives à la même hauteur; nous avons par-là la certitude qu'il fut un temps où le lac de Genève était gelé jusqu'au fond, et où cette glace s'élevait à une hauteur très-considérable au-dessus de son niveau actuel.

Mais nous savons également que toutes les moraines qui restent en place sont celles que les glaciers laissent sur leurs bords en se retirant. Depuis l'époque donc que je viens de signaler et où les glaciers débouchaient encore dans les vallées inférieures de la Suisse, ils sont allés en diminuant et en se retirant dans des vallées de plus en plus élevées.

Ici une question se présente tout naturellement. Ceux de ces glaciers qui ont eu la plus grande extension, sont-ils descendus du sommet des Alpes? ou bien y aurait-il eu un moment où les glaces se seraient formées naturellement au-delà des limites que nous venons de leur re-

de Pierre-à-Bot, le long de laquelle on trouve le plus grand nombre de blocs, de 2150 pieds; le sommet même de Chaumont n'a que 3619 pieds.

Cela étant, nous sommes non-seulement en droit d'attribuer à l'action des glaces toutes ces surfaces polies de la pente du Jura, mais encore de les envisager comme un indice assuré de l'étendue plus considérable qu'ont eue les glaces à une époque plus reculée, tant dans le Jura que dans les Alpes.

M. de Charpentier pense que ces glaces étaient des glaciers qui se sont formés sur le sommet des Alpes et qui sont descendus dans la plaine pour s'élever jusqu'à la hauteur où on en trouve des indices, poussant devant eux les blocs qui sont sur le Jura. Mais un fait bien frappant s'oppose à cette explication : c'est que les blocs du Jura sont généralement moins arrondis et même plus grands que ceux que l'on trouve dans les moraines du bord des glaciers actuels (1). Si nos blocs avaient été roulés ainsi au bord d'un glacier depuis les Alpes jusqu'au Jura, ils seraient généralement plus ronds et plus petits, et il y aurait d'immenses moraines adossées au Jura, ce qui n'est pas (2).

(1) Ces faits ne s'accordent point du tout avec ceux que M. Elie de Beaumont a décrits pour la vallée de la Durance.

(2) Je ne me suis point attaché à décrire la distribution des blocs erratiques sur les pentes du Jura, parce qu'elle est assez connue depuis la publication des recherches de MM. Léop. de Buch, Escher de la Linth, de Luc, sur ce sujet. Je ferai seulement remarquer que leur accumulation sur différens points ne s'accorde pas avec les théories que l'on a avancées pour expliquer leur transport. Ainsi les plus grandes accumulations que j'en con-

L'opinion généralement reçue attribue le transport de ces blocs à d'immenses courans d'eau ou à des glaces flottantes.

Les plus grandes difficultés que présente cette manière de voir, pour n'en indiquer que quelques-unes, sont d'abord d'expliquer l'origine de ces courans et de la vitesse qu'on doit leur attribuer pour qu'ils aient pu transporter des masses aussi énormes, si toutefois l'on admet qu'ils ont été charriés *après* le soulèvement des Alpes, comme tout semble l'indiquer. Car dans ce cas, ces courans auraient dû partir des *crêtes* qui séparent les vallées, puisque le phénomène des blocs se présente dans toutes les vallées alpines et sur les deux versans de la chaîne; c'est-à-dire, que pour suffire aux exigences des faits, ils auraient dû jaillir de toutes ces crêtes<sup>(1)</sup> avec assez d'impétuosité pour ne plus laisser tomber les blocs au-dessous du niveau où ils se trouvent dans le Jura et dans les vallées alpines où il n'y a plus de glaciers, puisqu'on nie même encore l'existence des grandes moraines, pour attri-

naisse se trouvent à peu de distance l'une de l'autre près du sommet du mont Auber, et dans le fond de Noiraigue, à des niveaux très-différens, et qui ne sont point sur une ligne ascendante dont le sommet serait à Chasseron. Au contraire, c'est en général sur le bord des différens gradins du Jura qu'on en voit le plus, et en particulier sur la lisière que forme tout le long du Jura neuchâtelois, la dépression des couches supérieures du portlandien, entre le château de la Neuveville, Fontaine-André, Pierre-à-Bot, Troirod, Châtillon, Fresens, Mutruz, etc.

(1) Les systèmes de barrage et de débâcles que l'on pourrait imaginer, n'expliqueraient jamais des faits communs à tant de vallées à la fois.

buer aussi la déposition de ces blocs aux mêmes courans. Mais comment des cours d'eau ayant à peine quelques lieues de long (je parle ici des vallées latérales débouchant dans les vallées principales) auraient-ils maintenu de grands blocs à plus de mille pieds de hauteur? D'ailleurs le fait que les blocs des différentes vallées ne sont pas les mêmes et qu'ils se répandent *en éventail* à une certaine distance des Alpes, exclut cette idée d'une extrême vitesse qu'on a voulu accorder aux courans, uniquement pour expliquer le transport des blocs, sans penser qu'ils auraient dû produire en même temps d'autres effets dont on ne retrouve aucune trace. Ce fait exclut à plus forte raison l'idée d'un grand courant diluvien passant sur toute la Suisse, quelque direction qu'on veuille lui assigner. Si c'est *avant* le soulèvement des Alpes qu'on suppose que le phénomène a eu lieu, je demande comment il se fait que les lignes que ces blocs forment dans les Alpes n'ont pas été disloquées par le soulèvement? car dans ce cas les digues continues et parallèles de blocs que l'on voit *sur les deux flancs* de toutes les vallées alpines et qui en suivent tous les accidens, quelles que soient leur direction et leurs sinuosités, restent inexplicables, l'eau suivant un cours rectiligne dans les différentes anfractuosités du lit qu'elle parcourt, tandis que la glace seule agit avec la même énergie sur tous les points des bassins qu'elle remplit.

Les objections que l'on peut faire contre la théorie des courans, sont toutes applicables jusqu'à un certain point à la théorie de M. Lyell, d'un charriage par des glaces flottantes. On peut bien faire arriver par des

radeaux de glaces des blocs anguleux jusque sur le Jura ; mais les autres particularités de ce grand phénomène ne s'expliquent pas plus par là, qu'à l'aide des courans, dût-on même admettre avec M. Elie de Beaumont que leur eau provenait de la fonte des glaciers.

Une autre objection d'un très-grand poids faite à cette théorie par M. Schimper, c'est l'état actuel des lacs et de la grande vallée suisses. Si les blocs ont été charriés par des courans depuis les Alpes au Jura, ces courans ont naturellement passé par dessus les lacs et les vallées longitudinales et transversales qui se trouvent entre deux. Comment se fait-il alors que ces lacs et ces vallées n'ont point été comblés ? et comment expliquer les escarpemens anguleux de leurs bords ?

Quelque violens, quelque rapides, quelque profonds que l'on suppose ces courans, eussent-ils même, contre toutes les lois de la physique, porté des blocs de granit d'environ 50,000 pieds cubes, comme celui de Pierre-à-Bot, ils ont dû se ralentir une fois, et alors les dernières traînées auraient encore dû combler quelques-unes de ces inégalités. Cependant on voit peu de blocs entre les Alpes et le Jura.

Si dans une autre hypothèse on les fait marcher lentement sur des masses de limon et de décombres assez épaisses pour les porter, comment se fait-il que ces masses du moins n'ont pas comblé toutes les inégalités de la Suisse ? Les blocs seuls se seraient-ils peut-être déposés après être arrivés sur le Jura, et les masses qui avaient pu les apporter jusques là se seraient-elles alors écoulées pour les laisser en place ?

D'autres considérations s'opposent encore à l'admission de tous ces courans.

Les blocs erratiques du Jura reposent partout sur des surfaces polies, à moins qu'ils n'aient été poussés au-delà des crêtes de nos montagnes, et qu'ils ne soient tombés dans le fond des vallées longitudinales, comme on le voit dans toute la vallée du Creux du Vent. Mais ce n'est pas *immédiatement* sur les surfaces polies qu'ils sont gisant. Partout où les cailloux roulés qui accompagnent les grands blocs n'ont pas été remaniés par des influences postérieures, on remarque que les petits blocs, des galets de différente grandeur, forment une couche de quelques pouces et quelquefois même de plusieurs pieds, *sur* laquelle les grands blocs anguleux reposent. Ces cailloux sont de plus très-arrondis, même polis et entassés de manière à ce que les plus gros soient dessus les plus petits qui passent souvent à un fin sable au fond, immédiatement sur les surfaces polies. Cet ordre de superposition, qui est constant, s'oppose à toute idée d'un charriage par des courans; car dans ce dernier cas, l'ordre de superposition des cailloux arrondis serait inverse. La présence d'un fin sable à la surface des roches polies, prouve en outre qu'aucune cause puissante n'a agi, ou qu'aucune catastrophe importante n'a atteint la surface du Jura, depuis l'époque du transport de ces roches alpines, ou en d'autres termes, que les surfaces polies lors du transport des blocs n'ont pas été disloquées depuis. Mais comme ces surfaces forment en grande partie la rive septentrionale des lacs de Neuchâtel et de Bienne, elles prouvent, pour eux du moins, que les lacs suisses exis-

taient déjà; et la continuité des moraines sur les deux rives du lac de Genève, prouve que ce bassin aussi est antérieur au transport des blocs, puisqu'il a précédé la formation des moraines, comme on le verra bientôt.

En considérant la liaison intime des différens faits qui viennent d'être décrits, il est évident que toute explication qui ne rendra pas compte en même temps du poli de la surface du sol, de la superposition et de la forme arrondie des cailloux et du sable qui reposent immédiatement au-dessus des surfaces lisses, et de la forme anguleuse des grands blocs superficiels, est une explication inadmissible pour les blocs erratiques du Jura; et c'est le cas de toutes les hypothèses sur le transport des blocs que je connais.

Voici quelle est l'explication de tous ces phénomènes que je crois maintenant la plus plausible. Elle est le résultat de la combinaison de mes idées et de celles de M. Schimper sur ce sujet. En effleurant plusieurs questions générales qui s'y rattachent, pour chercher à l'établir, je n'ai point l'intention de les traiter à fond maintenant. Je veux simplement faire voir par là que le sujet qui nous occupe touche aux plus grandes questions de la géologie.

L'étude des fossiles porte depuis quelque temps des fruits bien inattendus, surtout depuis qu'elle a pris un caractère physiologique, c'est-à-dire depuis que l'on a entrevu qu'il existe un développement progressif dans l'ensemble des êtres organisés qui ont vécu sur la terre, et que l'on a reconnu des époques de renouvellement dans leur ensemble. Ceux qui ont compris ce progrès ne doivent pas craindre maintenant

d'en poursuivre les conséquences jusques dans leurs dernières limites, et l'idée d'une diminution uniforme et constante de la température de la terre, telle qu'elle est admise, est tellement contraire à toute notion physiologique, qu'il faut la repousser hautement pour faire place à celle d'une diminution de température accidentée en rapport avec le développement des êtres organisés qui ont paru et disparu les uns à la suite des autres à des époques déterminées, se maintenant à une moyenne particulière pendant une époque donnée, et diminuant à des époques fixes.

Comme le développement de la vie individuelle est toujours accompagné de celui de la chaleur, que sa durée établit un certain équilibre plus ou moins durable, et que sa fin produit un froid glacial, je ne crois donc pas sortir des conséquences que les faits permettent de déduire, en admettant que sur la terre les choses se sont passées de la même manière : que la terre, en se formant, a acquis une certaine température très-élevée, qui est allée en diminuant à travers les différentes formations géologiques; que pendant la durée de chacune d'elles, la température n'a pas été plus variable que celle de notre globe depuis qu'il est habité par les êtres qui s'y trouvent, mais que c'est aux époques de disparition de ses habitants qu'a eu lieu la chute de la température, et que cette chute a été au-dessous de la température qui signale l'époque suivante et qui s'est relevée avec le développement des êtres apparaissant nouvellement.

Si cette manière de voir est vraie, et la facilité avec laquelle elle explique tant de phénomènes inexppli-



cables jusqu'ici me fait penser qu'elle l'est ; si cette manière de voir, dis-je, est vraie, il faut qu'il y ait eu à l'époque qui a précédé le soulèvement des Alpes et l'apparition des êtres vivant maintenant, une chute de la température bien au-dessous de ce qu'elle est de nos jours. Et c'est à cette chute de la température qu'il faut attribuer la formation des immenses masses de glace qui ont dû recouvrir la terre partout où l'on trouve des blocs erratiques avec des roches polies comme les nôtres. C'est sans doute aussi ce grand froid qui a enseveli les Mammouths de Sibérie dans les glaces, congelé tous nos lacs, et entassé de la glace jusqu'au niveau des faîtes de notre Jura qui existaient avant le soulèvement des Alpes.

Cette accumulation de glace au-dessus de tous les bassins hydrographiques de la Suisse se conçoit aisément quand on pense que les lacs une fois gelés jusqu'au niveau de leurs débouchés, les eaux courantes ne s'écoulant plus, et celles du ciel accrues par les vapeurs des régions méridionales qui, dans des circonstances pareilles devaient se précipiter abondamment vers le Nord, en ont rapidement augmenté l'étendue et rehaussé le niveau jusqu'à la hauteur qui a été constatée par les faits déjà énoncés. L'hiver de la Sibérie s'était établi pour un temps sur une terre jadis couverte d'une riche végétation et peuplée de grands mammifères, dont les semblables habitent de nos jours les chaudes régions de l'Inde et de l'Afrique. La mort avait enveloppé toute la nature dans un linceul, et le froid arrivé à son plus haut degré, donnait à cette masse de glace, au maximum de tension, la plus grande dureté qu'elle puisse acquérir.

Lorsqu'on a été fréquemment témoin de la congélation d'un lac, on sait combien la glace est résistante dans cet état, et à quelle immense distance des corps durs jetés à sa surface peuvent y glisser par suite même d'une faible impulsion.

L'apparition des Alpes, résultat du plus grand des cataclysmes qui ont modifié le relief de notre terre, a donc trouvé sa surface couverte de glace, au moins depuis le pôle Nord, jusque vers les bords de la Méditerranée et de la mer Caspienne. Ce soulèvement, en rehaussant, brisant, fendillant de mille manières les roches dont se compose le massif qui forme maintenant les Alpes, a également soulevé les glaces qui le recouvraient; et les débris détachés de tant de fractures et de ruptures profondes se répandant naturellement sur la surface inclinée de la masse de glace appuyée contre elles, ont glissé sur sa pente jusqu'aux points où ils se sont arrêtés, sans s'arrondir, puisqu'ils n'éprouvaient aucun frottement les uns contre les autres et qu'en se heurtant ils se repoussaient facilement sur une pente aussi lisse; ou bien après s'être arrêtés, ils ont été portés jusques sur les bords ou dans les fentes de cette grande nappe de glace, par l'action particulière et les mouvemens propres à l'eau congelée, lorsqu'elle subit les effets des changemens de température, de la même manière que les blocs de rocher tombés sur des glaciers sont poussés sur leurs bords par suite des mouvemens continuels qu'éprouve leur glace en se ramollissant et en se congelant alternativement aux différentes heures de la journée et dans les différentes saisons. Ces effets devraient être décrits

en détail, mais comme ils sont en partie connus, je ne m'y arrête pas (1). Je me borne à dire que la puissance d'action qui en résulte pour la glace est immense; car ces masses se mouvant continuellement sur elles-mêmes et sur le sol, broient et arrondissent tout ce qui y est mobile, et polissent les surfaces solides sur lesquelles elles reposent, en même temps que leurs bords poussent devant eux tout ce qu'ils rencontrent, avec une force irrésistible. C'est à ces mouvemens qu'il faut attribuer la superposition étrange des cailloux roulés et du sable, qui reposent immédiatement sur les surfaces polies; et c'est sans doute à la pression de ce sable sur les surfaces polies que sont dues les fines lignes qui s'y trouvent gravées, et qui n'existeraient pas si le sable avait été mu par un courant d'eau: car ni nos torrens, ni l'eau fortement agitée de nos lacs, ne produisent rien de semblable sur les mêmes roches. Quant à la direction longitudinale de ces fines lignes et des sillons que l'on remarque sur les surfaces polies, je ferai observer qu'elle a dû résulter de la plus grande facilité que devait avoir la glace à se dilater dans le sens de la grande vallée suisse, plutôt que transversalement, encaissée comme elle l'était entre le Jura et les Alpes; ce phénomène n'ayant dû commencer qu'avec le retrait de la glace, à une époque où les Alpes étaient déjà debout. Je ne mets pas en doute, que la plupart des phénomènes attribués à de grands courans diluviens, et en particulier ceux que M. Seefström a fait

(1) M. Schimper a fait un beau travail sur les effets de la glace, auquel je renverrais mes lecteurs s'il était publié.

connaître récemment, n'aient été produits par les glaces.

Lors du soulèvement des Alpes, la surface de la terre s'est réchauffée de nouveau, et la chaleur dégagée de toutes parts a dès-lors commencé à faire fondre ces masses de glaces, qui se sont successivement retirées jusques dans leurs limites actuelles. Des crevasses se sont formées d'abord dans les endroits où la glace était le plus mince, c'est-à-dire sur le sommet des montagnes et des collines qui en étaient recouvertes, puis le long des points les plus saillans de la plaine; des vallées d'érosion ont alors été creusées au fond de ces crevasses, dans des localités où aucun courant d'eau ne pourrait couler sans être encaissé dans des parois congelées; et quand la glace eut complètement disparu, les grands blocs anguleux qui couvraient sa surface, ou qui étaient tombés dans ses fentes, se sont trouvés sur un lit de petits cailloux arrondis, sous lesquels on trouve encore ordinairement un sable plus fin. En baissant de niveau, la glace a nécessairement dû occuper plus long-temps les dépressions du sol, les petites vallées longitudinales formées par les différentes ceintures des couches du Jura et le fond des lacs; et c'est sans doute à ce fait qu'il faut attribuer la position bizarre de tant de blocs perchés à peine en équilibre sur les pointes les plus éminentes des rochers, et leur absence constante dans les enfoncemens, où on n'en trouve du moins que là où de nouvelles dilatations momentanées de la glace en retraite a pu les y précipiter.

Aussi long-temps que le niveau des glaces dans le

Jura ne fut pas tombé au-dessous de la ligne de Pierre-à-Bot, les blocs qui étaient encore répandus sur toute sa surface, purent continuer à être poussés contre le Jura; mais bientôt après les glaces devenant fort minces sur toute la plaine suisse, durent en disparaître promptement et ne plus laisser que des taches dans les vallées profondes et dans les bassins des lacs, c'est-à-dire, qu'elles se trouvèrent bientôt resserrées dans les vallées inférieures des Alpes.

En réfléchissant à ce qui a dû se passer pendant cette retraite des glaces, on est naturellement porté à penser que le transport des cailloux roulés de la vallée du Rhin et la déposition du Löss en ont été un des premiers effets, d'autant plus que ces cailloux sont les mêmes que ceux qui se trouvent avec nos blocs, et que le Löss est évidemment le résultat du détritüs de la molasse. De fréquentes débâcles ont pu alors seulement charrier aussi des blocs sur des radeaux de glaces à de très-grandes distances, ou même en entraîner quelques-uns plus loin dans leur courant.

La fonte et la macération des glaces et leur congélation réitérée dans les jours froids, ont produit beaucoup d'autres effets géologiques difficiles à expliquer par d'autres causes. Sans rappeler les vallées d'érosion, je pourrais citer ces sillons profonds qui ne sont pas des fissures et qui sont dominés par de grandes étendues de plaines; ou bien ces petits lacs qui se forment quelquefois sur le bord des glaciers, et qui remanient les roches menues accumulées sur leurs bords, de manière à leur donner une apparence stratifiée; ou bien les phénomènes analogues que l'on observe sur


les limites des différentes stations où les grandes nappes de glace ont dû s'arrêter successivement dans leurs retraites, ou bien la dispersion des os des mammifères de l'époque diluvienne, sans qu'ils soient ni roulés, ni brisés, etc., ou encore une foule d'autres particularités qui ne peuvent avoir d'intérêt que lorsqu'on a embrassé l'ensemble de la question.

Dès ce moment la surface de la terre a dû être soumise de nouveau aux influences du cours régulier des saisons ; ce fut alors le premier printemps des animaux et des plantes qui vivent de nos jours ; les glaces s'étaient retirées jusqu'aux pieds des Alpes, du sommet desquelles il commençait à leur venir de nouveaux renforts. Mais bientôt elles subirent leurs dernières retraites en oscillant toujours, gagnant tantôt en étendue et poussant des blocs devant elles, tantôt se retirant dans des limites de plus en plus étroites. A chaque pied de terrain qu'elles abandonnaient, elles laissaient derrière elles, comme les glaciers actuels en retraite, quelques-unes de ces longues digues de blocs qui dominent encore les vallées alpines. Bientôt les lacs se dégelèrent aussi, les eaux prirent leur cours actuel, les vallées des Alpes furent balayées, et il ne resta plus de glace des frimats passés que sur les sommets de nos blanches montagnes.

Ce serait donc une grave erreur de confondre les glaciers qui descendent du sommet des Alpes, avec les phénomènes de l'époque des grandes glaces qui ont précédé leur existence.

Le phénomène de la dispersion des blocs erratiques ne doit donc plus être envisagé que comme un des ac-

ciens qui ont accompagné les vastes changemens occasionnés par la chute de la température de notre globe avant le commencement de notre époque.

Admettre une époque d'un froid assez intense pour recouvrir toute la terre à de très-grandes distances des pôles d'une masse de glace aussi considérable que celle dont je viens de parler, est une supposition qui paraît en contradiction directe avec les faits si connus qui démontrent un refroidissement considérable de la terre depuis les temps les plus reculés. Rien cependant ne nous a prouvé jusqu'ici que ce refroidissement ait été continu, et qu'il se soit opéré sans oscillations ; au contraire, quiconque a l'habitude d'étudier la nature sous un point de vue physiologique, sera bien plus disposé à admettre que la température de la terre s'est maintenue sans oscillations considérables à un certain degré, pendant toute la durée d'une époque géologique, comme cela a lieu pendant notre époque, puisqu'elle a diminué subitement et considérablement à la fin de chaque époque, avec la disparition des êtres organisés qui la caractérisent, pour se relever avec l'apparition d'une nouvelle création au commencement de l'époque suivante, bien qu'à un degré inférieur à la température moyenne de l'époque précédente ; en sorte que la diminution de la température du globe pourrait être exprimée par la ligne suivante : 

Ainsi l'époque de grand froid qui a précédé la création actuelle, n'a été qu'une oscillation passagère de la température du globe, plus considérable que les refroidissemens séculaires auxquels les vallées de nos Alpes sont sujettes. Elle a accompagné la disparition des

animaux de l'époque diluvienne des géologues, comme les *Mahmouths* de Sibérie l'attestent encore, et précédé le soulèvement des Alpes et l'apparition des êtres vivans de nos jours, comme le prouvent les moraines et la présence des poissons dans nos lacs. Il y a donc scission complète entre la création actuelle et celles qui l'ont précédée; et si les espèces vivantes ressemblent quelquefois à s'y méprendre à celles qui sont enfouies dans les entrailles de la terre, on ne saurait cependant affirmer qu'elles en descendent directement par voie de progéniture, ou, ce qui est la même chose, que ce sont des espèces identiques.

Partant de ce qui précède, on parviendra aussi un jour à déterminer quelle est l'époque géologique à laquelle le soleil a commencé à exercer une influence assez considérable sur la surface de la terre, pour y produire les différences qui existent entre ses zones, sans que ces effets fussent neutralisés par l'action de la chaleur intérieure, à laquelle la terre a dû pour un temps une température très-uniforme sur toute sa surface.

Cette manière de voir, je le crains, ne sera pas partagée par un grand nombre de nos géologues qui ont sur ce sujet des opinions arrêtées; mais il en sera de cette question comme de toutes celles qui viennent heurter des idées reçues depuis long-temps. Quelque opposition qu'on puisse lui faire, toujours est-il que les nombreux faits nouveaux relatifs au transport des blocs que je viens de signaler, et que l'on peut étudier si facilement dans la vallée du Rhône et aux environs de Neuchâtel, ont amené la question sur un autre terrain que celui sur lequel elle a été débattue jusqu'à présent.



Quand M. de Buch affirma pour la première fois, en face de l'école formidable de Werner, que le granit est d'origine plutonique, et que les montagnes se sont élevées, que dirent les Neptunistes? — Il fut d'abord seul à soutenir sa thèse, et ce n'est qu'en la défendant avec la conviction du génie qu'il l'a fait prévaloir. Heureusement que dans les questions scientifiques, les majorités numériques n'ont jamais décidé de prime abord aucune question.

La forme que j'ai donnée aux observations que je viens de présenter, éloignera, je l'espère, d'ici toute discussion sur ce sujet, à moins qu'on ne réclame qu'il en soit autrement. Cependant, comme je ne saurais espérer d'avoir convaincu de la vérité de ces vues ceux qui viennent de les entendre pour la première fois, je pense que la section de Géologie sera la réunion la plus convenable pour discuter ces questions, s'il y a lieu. Là je me ferai un devoir de répondre à toutes les objections que l'on voudra bien me faire, et que je sollicite même vivement dans l'intérêt de la vérité.

---

*P.S.* Cette exposition a été accompagnée de démonstrations graphiques qui ne peuvent être reproduites ici, mais que je publierai ailleurs.

---