

| | |
|---------------------|--|
| Zeitschrift: | Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali |
| Herausgeber: | Schweizerische Naturforschende Gesellschaft |
| Band: | 37 (1852) |
| Artikel: | Mémoire sur les phénomènes erratiques de la Suisse comparés à ceux du nord de l'Europe et de l'Amérique |
| Autor: | Desor, E. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-89838 |

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: 11.01.2026

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

4.

MÉMOIRE

SUR LES

phénomènes erratiques de la Suisse comparés à ceux du nord de l'Europe et de l'Amérique.

Par E. DESOR.

Il y a bientôt vingt ans qu'un grand élan fut imprimé à l'étude des phénomènes erratiques par un petit mémoire lu au sein de cette société (en 1834), par l'un de ses membres les plus illustres, que nous nous réjouissons de voir encore au milieu de nous à cette heure. Il s'agissait d'expliquer par une théorie nouvelle l'un des phénomènes les plus curieux des Alpes, le transport des blocs erratiques. Nous nous souvenons tous des discussions animées et pleines d'intérêt qu'elle suscita partout au sein des sociétés suisses et qui ont eu un si grand retentissement à l'étranger. Aussi bien faut-il avoir assisté au mouvement scientifique du dehors pour apprécier toute l'étendue des services rendus à la science par les recherches de nos savans confrères.

La théorie de l'ancienne extension des glaciers une fois admise pour les Alpes, il était naturel que ses auteurs songeassent à l'appliquer aussi aux autres

chaînes de montagnes qui présentent des phénomènes semblables. En conséquence on admit d'emblée et avec un peu trop de précipitation peut-être que les mêmes actions avaient dû se produire dans le Nord de l'Europe, où, comme en Suisse, la surface du sol se trouve jonchée de blocs étrangers au sol. Le fait que les rochers, le long des côtes de la Scandinavie et sur une foule de points de l'intérieur sont frottés et marqués de rainures parallèles comme dans les Alpes semblait en outre confirmer cette manière de voir. Enfin il n'y avait pas jusqu'à ces singulières collines de sable de la Suède, les *Osars* ou chaussées de géant que l'on invoquait à l'appui de la nouvelle théorie, les revendiquant comme des moraines, par cela seul qu'elles sont composées de sable et de gravier.

Il eut été heureux pour la science qu'on s'en fût tenu là. Mais comme toutes les doctrines nouvelles, la théorie des glaciers a eu ses exagérateurs.

On ne se contenta plus d'une simple extension des glaciers existants; on imagina une calotte de glace qui aurait recouvert à différentes reprises une grande partie de l'hémisphère boréal, et comme l'étude des causes physiques ne pouvait justifier une pareille hypothèse, on en appela tout simplement aux influences mystérieuses des forces physiologiques, en supposant que la terre avait dû avoir de temps en temps des frissons séculaires, pendant lesquels elle se serait recouverte d'un manteau de glace, qui aurait enseveli comme dans un linceul toute la création existante.

Cependant la théorie de M. de Charpentier reposait sur des bases assez solides pour résister même aux exagérations de ses partisans trop enthousiastes ou trop ambitieux. Aussi l'avons-nous vue grandir

et se développer au milieu des luttes qu'elle a eu à soutenir de tous côtés; et si par suite des recherches récentes elle a dû se modifier ou se restreindre dans son application à d'autres contrées, il n'en est pas moins vrai que pour la Suisse elle demeurera l'un des beaux monuments du génie investigator de ce siècle.

Partisan de la théorie glaciaire dans des limites rationnelles, je me réjouissais d'en trouver la confirmation dans les régions du Nouveau Monde que je pourrais être appelé à parcourir. Cet espoir était d'autant plus légitime que les travaux de M. Hitchcock venaient de signaler dans les États du Nord de l'Union, des phénomènes tout-à-fait identiques, selon lui, avec ceux des Alpes, savoir des blocs erratiques, de grandes surfaces de roches frottées et striées, et même jusqu'à des moraines.¹⁾

Pour mieux apprécier ce que l'Amérique pourrait offrir de nouveau à ce point de vue, j'entrepris, avant de m'embarquer pour les Etats-Unis, un voyage en Scandinavie, en vue de comparer préalablement les phénomènes erratiques de ce pays avec ceux des Alpes que j'avais étudiés de concert avec plusieurs naturalistes Suisses et Français pendant une série d'années consécutives. Le détail de mes observations sur la Scandinavie ayant été publié dans le Bulletin de la Société géologique de France (1846), je puis me dispenser de les reproduire ici, et me borner à en indiquer sommairement les principaux résultats.

(1) On verra par la suite que ces soi-disant moraines n'ont rien de commun avec les moraines de nos glaciers, mais sont au contraire de la nature des Osars de la Suède.

En ce qui concerne les roches polies, moutonnées et striées de la Scandinavie, elles sont de tous points semblables à celles de la Suisse. Le contraste entre le côté choqué (Stossseite) et le côté protégé (Leeseite) y est même plus marqué, surtout sur les côtes de Norvège. Les rainures y ont le même caractère qu'en Suisse; elles suivent certaines directions constantes indépendantes des accidents secondaires du sol, et souvent même sans se laisser influencer par des reliefs ou des pentes considérables, ainsi dans le Tyrie-fiard, elles remontent les rochers escarpés de Kongs-Outsigt (vue du roi), au lieu de se contourner à l'ouest avec le fiard. En observant ces faits sans préjugé, il est impossible de ne pas se convaincre que les sillons et les polis des rochers de la Scandinavie, comme ceux des rochers du Jura et des Alpes ont du être tracés par un instrument doué d'un mouvement lent et continu et d'une résistance suffisante pour maintenir sa direction en dépit des obstacles qu'il rencontrait sur son chemin.

Les blocs erratiques dont la surface entière de la Scandinavie est jonchée sont, comme en Suisse, généralement étrangers au sol. Ils sont souvent anguleux, excepté lorsqu'ils sont enterré dans du gravier, comme c'est le cas dans les îles du Danemark et dans le nord de l'Allemagne. Dans ce cas ils sont généralement arrondis et souvent striés.

Quant aux collines allongées de sable et de gravier que l'on désigne sous le nom d'Osars et qui sont surtout fréquentes sur la côte orientale de la Suède (aux environs de Stockholm, d'Upsala etc.), on ne saurait disconvenir qu'elles ne présentent dans leur forme extérieure quelqu'analogie avec les moraines des glaciers. Mais la ressemblance n'est qu'extérieure, comme il est facile de s'en convaincre en examinant

une coupe quelconque à travers l'une ces collines. Aussi ne cacherai-je pas que je fus quelque peu désappointé quand je vis combien je m'étais trompé en espérant trouver dans les Osars d'anciennes moraines. Quand j'arrivai à Stockholm plusieurs des savans de cette ville qui s'étaient intéressés aux débats soulevés par la théorie glaciaire, me proposèrent de visiter avec eux l'Osar de Stockholm. Cet Osar est orienté du nord au sud, et comme c'est aussi à peu près la direction des cannelures sur cette partie de la côte, on aurait pu se prévaloir de ce fait pour y voir une moraine médiane. Mais il est une particularité de ces collines qui ne peut manquer de frapper tous ceux qui sont familiers avec la structure des dépôts morainiques, c'est qu'elles sont stratifiées. Il est vrai que cette stratification est souvent obscure et quelquefois complètement effacée, mais il suffit qu'elle soit bien distincte sur un seul point de l'Osar pour exclure toute idée de formation glaciaire. Aussi quand, de retour de notre excursion, M. Berzelius me demanda si je reconnaissais dans l'Osar de Stockholm une moraine, je n'hésitai pas à répondre négativement.¹⁾

(1) On voudra bien m'excuser de rapporter ce fait quelque peu personnel, en vue de corriger une erreur qui en est résultée dans l'esprit de certaines personnes. En déclarant que les Osars ne sont pas des moraines, je n'entendais nullement m'inscrire en faux contre la théorie glaciaire, ni surtout nier que les roches polies et rayées fussent le résultat d'une action glaciaire. C'est M. Berzelius qui en a tiré cette conclusion dans sa lettre à M. de Léonhard, ce dont je ne saurais être responsable, mon but ayant au contraire été, comme je l'ai indiqué dans mon mémoire, simplement de montrer que le phénomène erratique de la Suède n'était pas le résultat d'une action momentanée, ni le produit d'un agent unique.

L'Osar d'Upsala est sous ce rapport encore plus significatif, puisqu'on trouve à sa base des coquilles marines; empatées dans une argile très fine, indiquant par conséquent un dépôt lent et tranquille. Or comme cette argile est surmontée de couches de sable et de gravier, il faut bien admettre que ces couches se sont déposées postérieurement; en d'autres termes, il y a eu succession de dépôts, ce qui est contraire à l'idée de moraine qui suppose que la masse entière a été transportée tout d'une pièce. Maintenant il est bien connu de tous les géologues que les Osars sont couronnés de blocs erratiques épars en plus ou moins grand nombre à leur sommet et qui doivent de toute nécessité avoir été déposés là en dernier lieu. Ceci admis, il s'en suit par conséquent que leur transport ne peut être, comme en Suisse, contemporain du phénomène du burinage et du polissage des rochers, mais doit en être séparé par une période considérable (par tout le temps qu'il a fallu pour déposer les argiles de la base de l'Osar et les sables et graviers stratifiés qui les recouvrent). Or comme dans l'hypothèse des glaciers le polissage des rochers et le transport des blocs sont des phénomènes simultanés, il s'en suit que les blocs du sommet des Osars n'ont rien de commun avec les blocs qui couronnent quelquesfois le sommet de nos moraines Suisses.

Le même raisonnement s'applique aux dépôts de

(1) Ce n'est pas ici le lieu de rechercher quelle est l'origine des Osars. C'est une question que j'ai traitée d'une manière succincte dans mon mémoire sur la Scandinavie et sur lequel je me propose de revenir dans un travail prochain.

Mon but pour le présent est simplement de prouver que les Osars ne sont pas des moraines.

sable et de gravier qui recouvrent une grande partie des plaines de la Scandinavie et du nord de l'Allemagne. Dans la théorie glaciaire, on devait naturellement les envisager comme représentant la moraine profonde ou couche de boue du grand glacier Scandinave. Le fait qu'ils sont plus ou moins régulièrement stratifiés n'était pas un obstacle dans les yeux des glaciéristes, puisque les moraines profondes de nos glaciers actuels montrent assez fréquemment des traces de stratification.

Mais la difficulté devient réelle du moment que les dépôts erratiques renferment des débris fossiles. Or l'erratique de la Scandinavie en contient une assez grande quantité sur nombre de points et jusqu'à une hauteur considérable¹), et comme ce sont exclusivement des fossiles marins, on est forcément conduit à en conclure que les dépôts qui les renferment ont dû être déposés ou au moins façonnés par les eaux, et par conséquent que la Scandinavie a été recouverte par la mer jusqu'à la hauteur où l'on trouve des coquilles marines. Que si l'on objectait que ces fossiles sont fréquemment mutilés et pourraient par conséquent se trouver là à l'état remanié, il me suffirait de rappeler qu'il existe près d'Uderalla des preuves irrécusables de la présence de la mer dans les Balanes que M. Brongniart y trouva attachées à la surface des rochers, à 200 pieds au-dessus de la mer, et que près de Christiania on en voit de superbes adhérentes à la roche polie à 170 pieds au-dessus du fiard.

Le phénomène erratique de la Scandinavie diffère par conséquent de celui des Alpes en ce qu'il em-

(1) jusqu'à 600 pieds d'après M. Kailhau.

brasse une période considérable dans laquelle on peut distinguer plusieurs grandes phases ou époques très-marquées, savoir :

- 1^o l'époque du polissage des rochers, pendant laquelle la Scandinavie était probablement exondée comme à présent;
- 2^o l'époque des Osars pendant laquelle la Scandinavie s'est trouvée recouverte par les eaux de la mer jusqu'à une hauteur considérable;
- 3^o l'époque du transport des blocs superficiels qui termine la période des Osars, et à la suite de laquelle la Scandinavie s'est de nouveau émergée et a pris ses contours actuels.

En Suisse, au contraire, on est habitué à envisager les divers phénomènes erratiques comme l'œuvre d'un seul agent (soit d'un courant, soit d'un vaste glacier), qui aurait tout à la fois poli les rochers, en-tassé les dépôts erratiques et transporté les blocs dans leur position actuelle.

La différence au point de vue erratique étant ainsi établie entre la Suisse et la Scandinavie, il n'était pas sans intérêt de s'enquérir à laquelle des deux catégories les phénomènes de l'Amérique du Nord appartenaient. Ma curiosité à cet égard était d'autant plus grande qu'il avait même été question de moraine, surtout dans la Nouvelle-Angleterre. L'aspect du pays est, en effet, tel qu'on ne saurait y méconnaître l'action des agens erratiques. Mais en même temps je pus me convaincre (même avant d'entrer dans aucun détail) que j'avais sous les yeux une répétition non pas de l'erratique des Alpes, mais de celui de la Scandinavie. Les environs de Boston me rappellèrent à tous égards ceux de Stockholm, ce sont les mêmes formes arrondies et émoussées des collines,

les mêmes contours sinueux du littoral, la même physionomie accidentée du paysage.

Les roches polies sont très fréquemment marquées de sulcatures qui se présentent tantôt sous la forme de sillons larges et profonds, tantôt sous celle de petites stries parallèles comme en Suisse et en Scandinavie.

La direction des sulcatures est en général assez constante dans un même district. Ainsi, nous savons par les recherches de M. Hitchcock que dans la Nouvelle-Angleterre et le Bas-Canada elles courent généralement du nord-ouest au sud-est. Mais on a eu tort d'en conclure que telle était leur direction dans toute l'étendue des Etats-Unis. Ainsi que je l'ai indiqué dans mon rapport sur le terrain erratique du Lac Supérieur, cette direction ne s'étend guères au-delà de la Nouvelle-Angleterre. Déjà aux chutes du Niagara elle cesse, et les stries qui sont ici admirablement conservées sur le calcaire compacte (calcaire du Niagara ou Silurien supérieur) qui forme la cascade courent du nord au sud. Enfin plus loin, sur les bords des lacs Michigan et Supérieur, les stries ainsi que les sillons sont (à quelques exceptions locales près) tous orientés du Nord-Est au Sud-Ouest, juste en sens inverse de ceux de la Nouvelle-Angleterre et du Bas-Canada, ensorte que vu dans son ensemble le réseau de stries de l'Amérique du Nord représente une sorte d'immense éventail. Jusqu'à présent on n'a offert aucune explication de ce singulier phénomène qui paraît propre au continent américain.

J'ai vainement cherché dans les Montagnes-Vertes, dans les Montagnes-Blanches et dans les collines du Lac Supérieur un point central d'où les sulcatures rayonnassent dans toutes les directions, comme

c'est le cas dans les Alpes et même en Scandinavie. Il n'existe aucun grand massif auquel on puisse les rattacher. Même là où elles atteignent leur maximum de hauteur (à 5000 pieds dans les Montagnes-Blanches) leur direction est la même que dans la plaine voisine. Quelle ne doit pas avoir été la persistance d'un mouvement qu'un massif de montagnes de 5000 pieds de hauteur ne pouvait pas faire dévier de son cours ?

Quant aux prétendues moraines du Massachussets, qui ont leurs semblables dans diverses autres parties de l'Union, je ne tardai pas à me convaincre qu'elles n'ont rien de commun avec les moraines des glaciers. Ce sont des collines irrégulières tantôt allongées, tantôt circulaires ou ellipsoïdes, mais généralement composées de matériaux stratifiés, et souvent couronnées de blocs. En un mot ce sont de vrais Osars. Aussi les utilise-t-on, comme en Suède, pour des routes et l'opinion générale les envisage aussi ici comme des monuments élevés par les Indigènes, de là leur nom d'*Indian Ridges*, comme en Scandinavie on donne souvent aux Osars le nom de chaussées de géant.

La seule différence qu'on puisse signaler entre ces *Ridges* ou Osars d'Amérique et ceux de Suède, c'est qu'on n'a pas encore trouvé des fossiles dans les premiers.

Mais, de ce que les Osars d'Amérique n'ont pas encore fourni des fossiles, il ne faudrait pas en conclure que tous les dépôts erratiques américains en sont dépourvus. Il y a longtemps qu'on a signalé dans le sable et les argiles de la vallée de St.-Laurent des coquilles marines d'espèces vivantes et identiques avec celles du diluvium de la Scandinavie. Si, malgré cela quelques auteurs ont persisté à représenter l'erratique américain comme dénué de fossiles

les, c'est par suite de l'habitude qu'on avait contractée d'envisager les dépôts de St.-Laurent et du lac Champlain comme tertiaires, partant sans doute de l'idée que la grande formation diluvienne connue sous le nom de *Drift*, que l'on envisageait comme plus récente, devait être dépourvue de fossiles, par cela seul que dans la Nouvelle-Angleterre et le Bas-Canada elle se présente sous la forme d'un dépôt très-hétérogène. Ce qui semblait encore venir à l'appui de cette opinion, c'est que le *Drift* renferme dans bon nombre de localités une quantité de galets striés. Or, l'on sait qu'au point de vue glaciériste la présence de galets striés fut pendant un temps envisagée comme un indice certain que le dépôt qui les renfermait était d'origine glaciaire.

Depuis lors on s'est assuré non-seulement que les dépôts argileux avec coquilles des bords du St.-Laurent et du lac Champlain appartiennent à l'époque quaternaire, mais on a en outre découvert les mêmes espèces de coquilles dans des dépôts très grossiers renfermant bon nombre de galets striés entre autres à Brooklyn près de New-York.¹⁾ Nous avons ainsi acquis la preuve que les galets striés n'excluent pas la présence de fossiles et ne sont, par conséquence, pas incompatibles avec un dépôt sédimentaire.

Cependant il existe dans le nord de l'Amérique de vastes dépôts qui paraissent bien être dépourvus de fossiles et que l'on désigne dans la Nouvelle-Angleterre et le Bas-Canada sous le nom de *Coarse Drift* ou *Drift grossier*. Ce qui les distingue, en outre, à part leur structure informe, c'est le fait qu'ils s'élèvent à une hauteur considérable (jusqu'à 2400 pieds

(1) Voyez ma lettre à M. de Verneuil dans le Bulletin de la Soc. géol. de France, Tom. 5, p. 89.

dans les montagnes du Vermont), tandis que les dépôts stratifiés fossilifères sont limités aux vallées. On a ainsi été conduit à conclure non seulement que les dépôts stratifiés sont plus récents que le Drift grossier, mais de plus qu'ils sont composés des matériaux remaniés de ce dernier. Le Drift grossier dans cette hypothèse représenterait le dépôt primitif, tel que l'aurait déposé l'agent qui a façonné, poli et strié la roche sousjacente.

Quoiqu'il en soit, la distinction des deux terrains une fois admise et le fait étant reconnu que les dépôts fossilifères ne sont pas tertiaires comme on l'avait supposé d'entrée, il devenait important de désigner ces derniers sous un nom propre. Considérant qu'ils sont surtout développés dans la vallée du St.-Laurent, j'ai proposé le nom de *terrain Laurentien*, nom qui a reçu la sanction des géologues américains. Le terrain Laurehtien peut donc se définir ainsi : Un terrain sédimentaire, marin, postérieur au phénomène du polissage des rochers et probablement aussi au Drift grossier, comprenant presque tous les dépôts stratifiés de la Nouvelle-Angleterre et du Canada et s'étendant au sud jusqu'au delà de New-York.

Quant aux limites du terrain Laurentien, j'ai montré¹⁾ ailleurs que loin d'être limité au cours inférieur du St.-Laurent et au lac Champlain, comme on l'avait cru d'abord, il comprend tout le bassin du lac Ontario. D'après M. Logan, il se retrouve aussi le long de l'Ottawa jusqu'au Lac des Chats et recouvre une partie notable des terres entre ce fleuve et le St. Laurent. La mer, à cette époque, venait par conséquent battre les falaises de Lewistan, qui sépa-

(1) Voyez Bulletin de la Société géologique de France. Vol. VIII
p. 420.

rent le lac Erié du lac Ontario, et le Niagara, au lieu d'envoyer ses eaux au lac Ontario par le pittoresque gouffre qu'il s'est creusé depuis, se précipitait dans une baie ou fiord à l'instar de ce que nous voyons de nos jours se passer en Norwège. Le spectacle pour être différent n'en était peut-être pas moins beau.

Il serait oiseux de vouloir chercher l'analogie du terrain Laurentien en Suisse, puisqu'il n'y existe aucune trace du séjour de la mer postérieurement à l'extension des glaciers. Nous le retrouvons par contre bien caractérisé dans les dépôts diluviens de la Scandinavie et du nord de l'Allemagne (qui renferment en partie les mêmes espèces qu'en Amérique), ainsi que dans le diluvium de la Grande-Bretagne.¹)

Mais le Laurentien n'est pas le seul dépôt stratifié de la série quaternaire en Amérique. Le lac Erié est bordé sur une grande partie de son pourtour de terrasses composées d'argile et de sable limoneux, assez semblables aux argiles Laurentiennes des bords du Lac Ontario, mais qui ont cela de particulier, c'est qu'elles renferment des coquilles lacustres. De ce que l'étage supérieur de ce dépôt (le limon arénacé) ressemble un peu au Lœss de la vallée du Rhin, quelques géologues ont cru devoir lui appliquer le même

(1) Il me restait des doutes à l'égard du *tilt* d'Ecosse, à cause de sa structure informe, mais ayant appris récemment par les mémoires de M. Smith de Jordan Hill, que ce dépôt renferme des coquilles d'espèces récentes, et que les mêmes espèces se retrouvent dans des dépôts d'argile au dessous du *tilt*, je ne doute plus que ce ne soit encore la même formation, le *tilt* grossier avec ses cailloux et galets striés empâtés dans le limon n'étant, selon toute apparence, qu'une forme locale, comme les dépôts de Brooklyn, près de New-York.

nom, ne se doutant pas que c'était en quelque sorte préjuger la question de l'origine et de l'âge de cette formation que de l'appeler du nom d'un dépôt aussi local que celui de la vallée du Rhin. Nous n'avons pas cru devoir maintenir le nom de Loess, mais l'avons remplacé par celui de *formation algonquine*, du nom d'une puissante tribu d'Indiens, les Algonquins, qui avaient jadis leur principal siège dans ces contrées.

Les limites de la formation algonquine ou lacustre ne sont pas encore assez bien connues pour que nous puissions dès à présent indiquer d'une manière précise son étendue. Je dirai seulement qu'elle n'est pas limitée au lac Erié, mais se retrouve également sur les bords des lacs Huron et Michigan, qui ne formaient à l'époque de sa déposition qu'une seule grande mer d'eau douce. Il y a plus, il existe un second dépôt lacustre de même nature et à peu près d'égale étendue dans le bassin supérieur du Mississippi (que j'ai poursuivi depuis Galena jusque près de l'embouchure de l'Ohio). D'après les recherches de mon ami M. Whittlesey ce second bassin paraît avoir communiqué par plusieurs bras ou détroits avec la grande nappe algonquine ci-dessus. Que si à cette étendue, nous ajoutons encore celle du Lac Supérieur qui paraît avoir été alors comme de nos jours en communication avec le bassin des trois autres lacs, il en résulte qu'à l'époque dont nous parlons le continent de l'Amérique du Nord était recouvert d'une étendue d'eau douce qui n'a point sa pareille dans les périodes antérieures.

Jusqu'ici cette curieuse formation paraît être exclusivement propre à l'Amérique. Elle n'a pas de représentant dans le nord de l'Europe, à moins qu'on ne prouve un jour que les dépôts de la Sibérie en

font partie. Quant à la Suisse, il s'agirait de rechercher jusqu'à quel point les dépôts de l'époque des Loess lui sont parallèles. On n'a pas encore non plus fixé d'une manière définitive ses rapports avec le Laurentien. Tout ce qu'on peut dire jusqu'à présent, c'est que cette dernière formation n'est en aucun cas plus ancienne.

Les blocs erratiques jouent un rôle non moins considérable en Amérique qu'en Scandinavie et en Suisse. Aussi est-ce de tous les phénomènes erratiques celui dont on s'est le plus préoccupé, à raison de leur nombre, de leur volume et surtout de l'immense étendue de pays qu'ils recouvrent. On les poursuit depuis les côtes de l'Atlantique jusqu'aux Montagnes Rocheuses et depuis les plateaux situés au nord des grands Lacs jusqu'à l'Ohio.

Mais ce qui distingue les erratiques américains de ceux de la Suisse, c'est qu'ils ne sont pas liés à une seule période, mais se retrouvent à toutes les époques de la série quaternaire. On les rencontre à la surface et dans l'intérieur du drift grossier de la Nouvelle-Angleterre et du Canada aussi bien qu'à la surface des dépôts stratifiés (du Laurentien aussi bien que du terrain lacustre ou Algonquin); ensorte qu'ils ne sauraient fournir à eux seuls aucun indice certain sur l'âge des dépôts auxquels ils sont associés. Il suffit de signaler ce simple fait pour réfuter une fois pour toutes l'opinion de ceux qui veulent attribuer le transport des blocs américains à un agent unique. A bien plus forte raison ne saurait-on faire remonter leur transport à l'agent qui a poli et rayé les rochers, puisqu'ils en sont séparés par toute la période qui embrasse la déposition de ces diverses formations. Il est à peine douteux que ceux qui reposent à la surface des dépôts stratifiés ont été trans-

portés par des radeaux de glace, comme cela a encore lieu de nos jours dans une foule de lacs et de rivières du Nord de l'Amérique.

Les ossements de Mastodontes ont été si souvent mentionnés à l'occasion des dépôts erratiques de l'Amérique, que je ne puis me dispenser d'en dire un mot. On pourrait croire en consultant la plupart des indications que nous possédons sur le gisement de ces fossiles, qu'ils se trouvent, comme les blocs erratiques, dans tous les dépôts quaternaires. Cela provient de l'incertitude et du vague qui ont régné jusqu'ici au sujet des subdivisions des terrains récents, les auteurs employant souvent, sans beaucoup de critique, les termes de *diluvium* et de *drift*, simplement pour indiquer que la formation qu'ils ont en vue est plus récente que les terrains tertiaires.

Sans entrer dans aucun détail sur la distribution, l'association ou l'état de conservation de ces ossements, je dirai simplement qu'il paraît bien constaté aujourd'hui que tous les débris de Mastodonte et de Mammouth que l'on a découverts jusqu'à présent en Amérique appartiennent à l'époque alluvienne et sont par conséquent postérieurs aux dépôts erratiques.

On se demande dès lors quelle peut avoir été la cause de la disparition de ces grands pachydermes, tandis que les espèces marines du Laurentien (coquilles, poissons et jusqu'aux mammifères tels que la vache marine) ont continué d'exister. Sans prétendre résoudre ce grand problème, je crois qu'on peut conclure des faits dont nous disposons, qu'en Amérique du moins leur extinction n'est pas la conséquence d'une catastrophe générale, comme on a été enclin à le croire jusqu'à présent. En effet, s'il en avait été ainsi, pourquoi cette catastrophe aurait-elle

épargné les espèces marines et n'aurait-elle détruit que les espèces terrestres. Mais il y a plus; on a examiné dans ces derniers temps les débris d'aliments contenus dans les creux des dents de Mastodonte et l'on y a reconnu essentiellement des feuilles ou aiguilles de Hemlock (*Abies canadensis*), une espèce de sapin très-commune de l'Amérique du Nord. Or comme ce sapin entre pour une bonne part dans la composition des forêts vierges, rien ne s'opposerait à ce que les Mastodontes n'y trouvassent encore de nos jours une pâture abondante, s'il est vrai que ce conifère leur ait servi d'aliment. Ce ne saurait être une catastrophe bien générale ni bien complète que celle qui n'aurait anéanti que les animaux en laissant subsister les arbres des forêts dans lesquelles ils vivaient.

La distinction précise de la position géologique des ossements de Mastodonte et du Mammouth en Amérique est un fait d'autant plus important qu'il peut nous fournir des termes de comparaison précieux sur l'âge des mêmes espèces dans d'autres contrées. C'est ainsi qu'en Scandinavie pas plus qu'en Amérique, on n'a encore signalé des débris de ces animaux dans les vrais dépôts erratiques. Nous avons par contre connaissance d'une quantité de carcasses de Mammouth sur les bords de la mer glaciaire et le long des fleuves de la Sibérie. Or, comme c'est la même espèce que celle d'Amérique, nous sommes, ce me semble, autorisés à en conclure, que ce grand pachyderme existait *simultanément* sur les deux continents. Et s'il en est ainsi, les Mammouths de Sibérie, comme ceux d'Amérique, ne peuvent appartenir qu'à une époque très-récente; ils doivent être postérieurs à la formation du diluvium avec coquilles marines de la Scandinavie. Le Mammouth se placerait ainsi dans les deux

continents au terme de la période quaternaire, ayant probablement précédé immédiatement la venue de l'homme.

Je ne prétends pas préjuger par là la question de climatologie qui se rattache aux Mammouths et au Rhinocéros de Sibérie, dont on trouve les carcasses et jusqu'à la chair et la peau conservées par la gelée, ni nier que la Sibérie n'ait joui d'un climat plus doux lorsque ces animaux y vivaient. Ce que je tiens à constater, c'est que s'ils ont péri par le froid, ce n'est pas par les glaciers qu'on suppose avoir rayé le sol de la Scandinavie, puisque les deux événemens se trouveraient séparés ici, comme en Amérique, par une série de phénomènes fort importans et de longue durée, tels que la déposition du diluvium, la formation des Osars, le transport des blocs erratiques, etc.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION.

Il résulte de l'aperçu qui précède que sous bien des rapports les phénomènes erratiques du nord de l'Europe et de l'Amérique ressemblent à ceux de la Suisse. Il était naturel dès lors que ceux qui ont essayé de résoudre le problème en Suisse cherchassent également à appliquer leur théorie à la Scandinavie et à l'Amérique du Nord.

Mais à côté des ressemblances nombreuses et frappantes, il existe aussi des différences que l'on n'a peut-être pas assez prises en considération et qu'il importe d'autant plus de signaler aujourd'hui qu'elles touchent à une question capitale, celle de savoir si les phénomènes erratiques de la Suisse sont réellement contemporains de ceux du nord de l'Europe et de l'Amérique.

En Suisse, comme nous l'avons fait remarquer

plus haut, on a coutume d'envisager le phénomène erratique comme le produit d'un seul et même agent qui aurait à la fois poli et rayé le sol, déposé les moraines et transporté les blocs erratiques. En Scandinavie, au contraire, et plus encore en Amérique, les mêmes phénomènes embrassent une longue période de temps, durant laquelle les événements se sont succédés à des époques souvent très éloignées l'une de l'autre. Ainsi nous avons vu que le transport des blocs qui couronnent les Osars de Suède a eu lieu subséquemment à la formation des Osars, qui sont eux-mêmes postérieurs au polissage des rochers. En Amérique nous avons même vu plusieurs grandes formations s'intercaler entre les deux époques du polissage et du transport des blocs erratiques. Sous ce rapport il y a par conséquent dissemblance profonde entre l'Amérique et la Suisse.

Il est un second point sur lequel je crois devoir insister, c'est qu'en Scandinavie aussi bien qu'en Amérique tous les terrains de transport sans exception reposent sur la roche polie. Le polissage des rochers constitue ici le point de départ, l'aurore de la période quaternaire. En Suisse, au contraire, on a signalé depuis longtemps une formation particulière de la série quaternaire, *l'alluvion ancienne*, que l'on dit être antérieure au phénomène de polissage.

Ce qui ajoute encore à l'intérêt de cette formation, c'est qu'elle renferme des ossements de Mammouth et autres grands animaux terrestres qui partout ailleurs se retrouvent dans les dépôts les plus superficiels. — En revanche, il n'existe en Suisse aucun dépôt marin susceptible d'être parallélisé soit avec le diluvium de Scandinavie, soit avec le Laurentien d'Amérique; en d'autres termes rien n'indique que la Suisse ait été envahie par la mer depuis l'époque des grands gla-

ciens. Les blocs erratiques de leur côté reposent soit directement sur la roche polie, soit sur des amas de gravier ou de limon informe que les glaciéristes envisagent comme les moraines profondes des anciens glaciers. Aussi l'hypothèse glaciaire admet-elle que les uns et les autres, les blocs erratiques aussi bien que les amas de gravier se trouvent à la place où ils furent laissés par les glaciers lorsque ceux-ci se retirèrent dans leurs limites actuelles.

Et pourtant on ne saurait se dissimuler qu'il existe sur divers points de la Suisse des dépôts qu'il est difficile, eu égard à leur structure et à leur position, d'envisager comme de simples moraines. Tels sont en particulier les puissans amas de limon et de gravier qui bordent la rive du Léman entre Genève et Lausanne et qui atteignent leur point culminant au signal de Bougy près d'Aubonne. Non seulement leurs dimensions sont hors de proportion avec les autres dépôts de la Suisse qu'on est convenu d'envisager comme morainiques, mais ils sont de plus stratifiés (d'une manière vague, il est vrai, mais cependant reconnaissable). Aussi plusieurs glaciéristes les ont-ils recusés comme moraines.¹⁾ D'un autre côté on ne saurait les rapporter à l'alluvion ancienne, puisqu'ils reposent sur la roche polie et que l'alluvion

(1) Voyez à ce sujet l'opinion de M. Blanchet qui les envisage comme des dépôts torrentiels charriés par les torrents qui venaient buter contre le grand glacier à l'époque de son retrait. J'ai convenu il y a longtemps que cette idée très-ingénieuse pouvait fort bien expliquer les petits amas qui se trouvent entre Lausanne et Vevey ; mais les dépôts d'Aubonne me paraissent hors de proportion avec le cours très-limité des torrents qui descendant du Jura (la Toleure et l'Aubonne).

ancienne est censée être antérieure à l'extension des glaces. Or si ce ne sont ni des moraines, ni des dépôts d'alluvion ancienne, il faut qu'ils soient *postérieurs aux glaciers*. Ceci, d'accord avec le fait qu'ils sont stratifiés, n'indique-t-il pas un remaniement par les eaux, et leur élévation considérable au-dessus du Léman n'est-elle pas une preuve que le sol de la Suisse a subi des changements notables non seulement dans les temps historiques, mais même au point de vue géologique depuis le retrait des anciens glaciers ? ¹⁾

Pour mieux faire ressortir la succession des phénomènes erratiques dans les différents pays que j'ai passés en revue, je vais les placer en regard dans le tableau suivant :

(1) Il existe aux environs de Genève des dépôts de gravier distinctement stratifiés d'une époque encore plus récente. Bien que moins élevés que les dépôts d'Aubonne, ils se trouvent cependant à un niveau de beaucoup supérieur à celui des plus hautes eaux du Léman, et témoignent par conséquent de changements notables à une époque encore plus rapprochée de nous. C'est dans ces graviers que se trouvent les débris de mammifères d'espèces récentes décrites par M. Pictet.

TABLEAU COMPARATIF DES PHÉNOMÈNES ERRATIQUES

| en Suisse. | dans le nord de l'Europe. | dans le nord de l'Amérique. |
|--|--|--|
| Dépôts des environs de Genève avec ossements de mammifères d'espèces vivantes. | Dépôts de Sibérie avec ossements de Mammouth. | Dépôts alluviens avec ossements de Mastodonte et de Mammouth. |
| Dépôts d'Aubonne. Lehm? | | |
| | Blocs erratiques. { Osars de Suède. Diluvium de la Scandinavie et des plaines du nord de l'Allemagne. Tilt d'Ecosse. | Blocs erratiques. { Terrain Laurentien ou marin avec Osars. Terrain Algonquin ou lacustre. Drift grossier. |
| Moraines profondes et blocs erratiques. | | |
| Phénomène du polissage et du striage des rochers. | Phénomène du polissage et du striage des rochers. | Phénomène du polissage et du striage des rochers. |
| Alluvion ancienne avec ossements de Mammouth. | | |

Ce qui a lieu de frapper dans ce tableau, c'est le contraste qui existe à l'endroit des ossements de Mammouth. En effet, si la position qu'on assigne à l'alluvion ancienne était définitivement établie, il s'en suivrait qu'en Suisse les Mammouths auraient précédé le phénomène du polissage, tandis que dans le nord de l'Europe et de l'Amérique ils ne seraient apparus que longtemps après. De la sorte, le phénomène de l'extension des glaciers (auquel on attribue le polissage des rochers) ne serait plus contemporain dans les différents pays, et il faudrait, comme l'a fait remarquer M. d'Archien, admettre deux époques glaciaires, une pour la Suisse et une autre pour le nord de l'Europe et de l'Amérique, ce qui détruirait complètement l'unité du phénomène erratique.

Avant de souscrire à un schisme pareil, je me demande s'il est bien démontré que les dépôts que l'on qualifie d'alluvion ancienne soient réellement antérieurs à l'extension des glaciers. Sans parler de la difficulté qu'il y a de concevoir de grands glaciers se trouvant par dessus des dépôts de gravier stratifiés sans les déranger, ne se pourrait-il pas que cette soi-disant alluvion ancienne fut en réalité moins ancienne qu'on ne le suppose, et puisque nous avons signalé une action considérable des eaux dans la plaine Suisse, *subsequemment* au retrait des glaciers, n'est-on pas en droit de se demander si peut-être elle ne fait pas partie de cette catégorie de dépôts remaniés auxquels nous avons rapporté les terrasses d'Aubonne? Dans ce cas, sa position ne serait plus une anomalie dans le tableau des terrains quaternaires, mais elle viendrait, au contraire, combler une lacune entre les phénomènes glaciaires proprement dits et les dépôts alluviens.

De plus, si les ossements d'éléphant de la Suisse

provenaient réellement d'un dépôt antérieur aux anciens glaciers, il s'en suivrait qu'on ne devrait nulle part rencontrer de ces ossements dans des dépôts reposant sur des roches polies. Or, est-on bien sûr qu'il en soit ainsi? En tout cas, il suffirait d'un seul exemplaire d'éléphant fossile trouvé au-dessus de la roche polie pour renverser ce système.¹⁾

Que si, au contraire, on parvenait à démontrer que l'alluvion ancienne est postérieure aux glaces, les choses s'harmoniseraient pour le mieux et l'on pourrait de nouveau établir un parallélisme satisfaisant entre le nord et la Suisse.²⁾

Je m'estimerais heureux, si cet exposé de l'état de la question pouvait engager quelques-uns de nos savans confrères à reprendre de nouveau cette question, afin d'assigner, si possible, à ce malencontreux terrain de l'alluvion ancienne sa place définitive dans la série des terrains quaternaires.

(1) Je sais bien qu'à l'occasion des ossements d'éléphant du Lœss quelques auteurs ont supposé que ces animaux auraient pu continuer de vivre sur le pourtour du grand glacier, tandis que la Suisse aurait été ensevelie sous les glaces. Mais dans une hypothèse pareille que devient la question de climatologie? Et qu'est-ce qui autorise à admettre que les éléphants aient été de tous les animaux les seuls qui eussent survécu à la catastrophe et cela seulement en Suisse, tandis qu'il est bien connu qu'il n'existe dans les terrains quaternaires daucun autre pays des débris de mammifères antiglaciaires?

(2) Depuis que la présente communication a été faite à la section de géologie, j'ai été informé par M. Coular qu'on a trouvé près de Neuchâtel une défense d'éléphant dans des graviers stratifiés REPOSANT SUR DES ROCHES POLIES.

