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: 50 (1866)

Protokoll: Procès-verbal de la section de géologie

Autor: Favre / Tribolet, Georges de

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: 11.07.2025

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

IV.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

Section de géologie.

Jeudi 23 août, dans l'amphithéâtre du Gymnase.

Président : M. le professeur Favre.
Secrétaire : M. Georges de Tribolet.

M. *de Fischer Ooster* fait la communication suivante :

Les rochers calcaires des environs de Wimmis sont connus depuis longtemps des géologues bernois pour leur richesse en fossiles kimmeridiens, comme l'attestent les catalogues publiés dans les écrits de M. le professeur Studer (*Westliche Schweizeralpen*, 1834, et *Geol. der Schweiz*, 1853). Ce n'est que dans le dernier de ces ouvrages qu'il est fait mention de fossiles liasiques trouvés par les frères Meyret à l'entrée du défilé de Wimmis à l'endroit nommé Kapf, tandis que les couches à fossiles kimmeridiens se trouvent dans les proches environs du pont en pierre qui traverse la Simme au-dessus de Wimmis. Dans toutes ces couches, tant liasiques que kimmeridiennes, l'inclinaison est en moyenne de 45 degrés vers le sud-ouest, avec la tendance de tourner toujours plus vers le sud à mesure qu'on monte la vallée. Toutes ces

couches, qui représentent le système jurassique, sont d'une teinte gris foncé presque noire dans l'intérieur, plus claire aux surfaces longtemps exposées à l'air et s'étendent sur une longueur d'environ 2,000 pas en parfaite concordance de couches depuis le Kapf jusqu'au pont en pierre. Lorsque l'on continue à monter la vallée depuis le pont, on a à sa droite immédiate, sur une longueur d'environ 1,700 pas, des pentes couvertes de pierres roulantes d'un calcaire gris de fumée à l'intérieur, mais presque blanc à l'extérieur, par l'effet des agents atmosphériques; ces débris proviennent des rochers de la Simmenfluh qui s'élèvent immédiatement derrière ces pentes à une hauteur d'environ 500 mètres au-dessus de la vallée; ce sont ces rochers qui terminent à l'est la chaîne du Stockhorn; ce sont eux dont parle M. Brunner, de Wattenwyl, dans son *Mémoire sur la chaîne du Stockhorn,* pag. 16 et 17 (voy. *Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles,* XV), et qu'il a peints en vert (5) dans la petite carte qui accompagne son mémoire comme représentant probablement la craie. C'était la grande ressemblance pétrographique de ces calcaires blancs avec ceux de la Lurau au nord du lac de Thoune qui appartiennent à l'urgonien de d'Orbigny, et surtout le rapprochement que j'avais cru devoir faire de quelques térébratules de la section des biplicatæ, provenant des calcaires blancs de Wimmis avec des fossiles du Tourtio décrits et figurés par M. d'Archiac, — qui nous avaient engagés, M. Brunner et moi, à voir du crétacé dans ces calcaires blancs superposés, en apparence du moins, au kimmeridien du pont de Wimmis.

Depuis, ces mêmes térébratules ont été réexaminées par M. A. Ooster, qui n'a pas hésité, après une comparaison consciencieuse avec tout ce qui a été publié en fait de brachiopodes, à y reconnaître des espèces du

Jura supérieur décrites par Süss dans les couches de Stramberg et d'Inwald en Hongrie (voy. les Terebratula biskidensis et Tichaviensis, Waldheimia magadiformis et Rhynchonella inconstens et lacunosa dans le *Synopsis des brachiopodes fossiles des Alpes suisses,* par M. A. Ooster, 1863).

Comme il m'était toujours resté des doutes dans l'esprit, — non sur les déterminations faites par mon beau-frère Ooster, mais sur l'âge de tous ces calcaires blancs, tant ceux de Wimmis que ceux de Stramberg et d'Inwald, que M. de Hauer a rangés dans le Jura supérieur, j'engageai ce printemps M. G. Tschan, collecteur de fossiles à Merligen, à faire de nouvelles recherches dans ces calcaires blancs de Wimmis et à tâcher de trouver autant de fossiles que possible pour fournir de nouveaux matériaux à la détermination de l'âge de ces roches. Ces recherches ont été couronnées de succès, et M. Tschan a fourni au musée de Berne une suite nombreuse de fossiles provenant de ces calcaires blancs et trouvés en partie en place. Ces fossiles sont, à l'heure qu'il est, entre les mains de M. Ooster, à Genève, qui, moyennant sa riche bibliothèque, est mieux à même de les bien déterminer que moi. M. Ooster voit dans ces fossiles une corroboration des déterminations qu'il a faites précédemment; notamment, il résulte indubitablement de leur examen que nous possédons à Wimmis le *calcaire à Dicérates* (non à Caprotines) ou le *corallien* d'Orbigny, avec une suite nombreuse de nérinées et de polypiers non encore déterminés définitivement.

Quant à la question stratigraphique, comment ce corallien en couches, en apparence concordantes, se trouve-t-il superposé au kimmeridien de Wimmis? Elle reste à résoudre et trouvera probablement sa solution, si l'on admet que les calcaires blancs à Dicérates font partie

d'une autre chaîne de montagnes que les calcaires noirs qui contiennent le kimmeridien et que ce n'est qu'accidentellement que ces couches se trouvent en présence l'une de l'autre par une pression latérale.

Il reste encore à noter ici qu'on trouve ces mêmes calcaires blancs sur la rive droite de la Simme, dans la colline de la Burgfluh, sur le flanc de laquelle se trouve le château de Wimmis. Ces calcaires blancs sont couverts, au sud-ouest, par des calcaires marneux rouges d'âge indéterminé, de même que ceux de l'autre rive.

M. *P. Merian* ajoute que ces fossiles appartiennent aux espèces suivantes :

Pileolus sublævis? Buv. (*P. helveticus.* Mer.).

Nerinea moreana. D'Orb.

— *speciosa.* Voltz.

— *sequana.* Thirria.

— *calypso.* D'Orb. — *nodosa.* Voltz, d'après Buv.

— *contorta.* Buv.

Diceras arietina. Lam.

Pachyrisma grande. Morr. et Lyc. — *Cardita eminens?* Buv.

Cardium corallinum. Leym.

Ces fossiles appartiennent à une faune qui est plus ancienne que la faune kimmeridienne du Simmenthal et de la Savoie.

M. *Guillaume Ritter*, ingénieur, directeur technique de la Société des Eaux de Neuchâtel, expose que, parmi les œuvres d'utilité publique dont se préoccupent la population et les autorités municipales de Neuchâtel, se trouve plus particulièrement l'utilisation de l'eau d'une rivière voisine, le Seyon, tant comme eau d'alimentation que comme force motrice. A cet effet, la Société des Eaux exécute en ce moment un projet municipal consistant à amener à une altitude de 180 mètres au-dessus du

lac, et au moyen d'un aqueduc de 4 kilomètres de longueur, comprenant 25 tunnels, l'eau nécessaire pour fournir à la ville 200 litres par habitant et par 24 heures, ce chiffre étant calculé pour 20 mille habitants, c'est-à-dire pour le double de la population actuelle.

La course projetée pour l'après-midi à la Pierre-à-Bot, devant amener Messieurs les membres de la Société sur les travaux en voie d'exécution, M. Ritter n'insiste pas davantage sur ce sujet. Mais il expose que, outre l'eau nécessaire à l'alimentation, l'aqueduc pourra amener une quantité d'eau excédante que l'on a l'intention d'utiliser comme force motrice, moyennant que l'on puisse en régler l'usage au moyen d'un vaste réservoir ou *lac industriel.*

Ce lac est projeté au *Verger des Cadolles,* non loin des grands réservoirs de la Société des Eaux, et aura 240 mètres de longueur sur une largeur de 150 mètres ; sa contenance sera environ de 500,000 mètres cubes.

La force moyenne disponible atteindra le beau chiffre de 2,000 chevaux, en tenant compte des 2 ou 3 mois pendant lesquels le Seyon donne peu d'eau. Pendant ces époques, le lac servira de régulateur et pourra encore livrer 800 chevaux de force, chiffre compris dans le calcul qui amène au résultat moyen de 2000 chevaux.

L'exécution de cet immense réservoir ne serait pas possible au point de vue économique si, presque au sortir de l'aqueduc de la Société des Eaux, ne se présentait une double combe dont M. Ritter présente un plan à courbes horizontales et une coupe géologique.

Cette combe, formée par le Valangien et le calcaire dolomitique schisteux, présente à son débouché un crêt de calcaire dolomitique caverneux. C'est ce crêt qu'il s'agit d'utiliser en y appuyant la digue orientale du lac, construite en forme de double voûte renversée et formée de gros matériaux.

A l'extrémité ouest du lac projeté, est à construire une seconde digue qui n'aura à supporter que de faibles pressions et sera, pour cette raison, construite en ligne droite.

Les côtés nord et sud du lac seront formés par le terrain naturel, c'est-à-dire, par le valangien blanc au sud, et par le virgulien et le kimméridien au nord. Les terres étant enlevées, les parois seront affranchies et garnies d'un enduit, ainsi que le fond du lac.

Le souvenir encore récent de la catastrophe de Sheffield due à la rupture d'une digue maintenant un lac industriel analogue à celui projeté, inspire des craintes à une partie de la population de la ville de Neuchâtel, et M. Ritter, se faisant l'organe des concessionnaires des eaux industrielles de Neuchâtel, demande à Messieurs les géologues et ingénieurs présents de vouloir bien, en se rendant à la Pierre-à-Bot, s'arrêter un instant au Verger des Cadolles, et examiner au point de vue géologique et technique le projet dont il vient de donner un aperçu.

Il estime que l'opinion de ces Messieurs, absolument désintéressés dans la question, sera une autorité, non seulement pour les promoteurs de l'entreprise, mais aussi et surtout pour la population de la ville, dont les sympathies sont combattues par la crainte de voir se produire une fois une inondation subite par suite d'une rupture dans les digues.

M. *Dausse* fait une communication au sujet des terrasses alluviales de la Courrerie (dans le désert des Chartreux) et du bassin de Saint-Pierre-de-Chartreuse, terrasses dont il vient de reconnaître la correspondance. Cette correspondance implique leur ancienne union, et l'existence d'un barrage en aval de la Courrerie, à la cluse des souterrains supérieurs de la nouvelle route forestière. On sait que cette route va, en se bifurcant un peu en amont des souterrains, d'une part directement

au Couvent, et d'autre part à Saint-Pierre, par la cluse du Grand-Logis, laquelle sépare le petit bassin de la Courrerie et du Couvent, du bassin plus étendu dudit village, d'où les Chartreux tirent leur nom. Le barrage de la cluse des souterrains ayant été ouvert, le vide considérable qui sépare aujourd'hui les diverses terrasses dont il s'agit, et qui présente autant de branches qu'il y a d'affluents dans les bassins désignés, a été opéré par les eaux, et tout le volume d'alluvions et d'éboulis qui occupait ce vide, entraîné vers Saint-Laurent-du-Pont.

M. le professeur *Arnold Escher de la Linth* présente un travail sur la géologie du canton de Glaris et décrit spécialement les terrains compris entre les bords du lac de Wallenstadt et les environs du passage de Panix, situé entre le canton de Glaris et la vallée du Rhin dans les Grisons.

L'auteur parle d'abord des terrains, puis des contournements extraordinaires qui forment le caractère saillant des couches de cette région :

1° Le terrain le plus ancien est le verrucano, conglomérat plus ou moins grossier, dont le ciment, presque toujours schisteux, prend souvent l'aspect d'une roche cristalline semblable au gneiss. Il est difficile de le classer; il représente peut-être l'étage permien ou le poudingue de Valorsine, qui appartient au terrain houiller; il est parfois associé à des schistes quartzeux et talqueux, puis à des roches spilitiques, qui ne sont pas en filons, mais en bancs ou en nappes de 40 à 50 mètres d'épaisseur. Ces roches se trouvent au sud du lac de Wallenstadt et les couches plongent au nord.

2° Au-dessus on voit des calcaires magnésiens, des dolomies blanchâtres ou des cargneules du terrain triasique, ayant 70 mètres de puissance à Vans ou à l'Alp

de Röthi, localité qui lui a fait donner le nom de Röthikalk.

3° Schiste rouge, ou schiste de Quarten, se voit à Quarten, 30 mètres de puissance.

L'étage Rhætien, si bien développé à la Scesaplana (rive droite du Rhin), manque dans le canton de Glaris.

4° Le lias est représenté par des calcaires noirs contenant des *gryphea arcuata* dont la détermination ne présente pas une grande certitude; les schistes marneux qui sont au-dessus paraissent appartenir à l'étage du lias moyen.

5° Le terrain jurassique inférieur est représenté par les calcaires à *Ammonites opalinus* du tunnel du lac de Wallenstadt; il est recouvert par des couches à *Ammonites Murchisonæ* et *Pecten pumilus*, et surmonté par des roches sans fossiles qui appartiennent probablement à une partie supérieure de l'étage.

6° Une couche ferrugineuse de 1 mètre de puissance est rapportée par quelques paléontologistes à l'étage callovien; M. Escher croit qu'elle est de la zone à *Ammonites macrocephalus*.

7° Calcaire semblable au Jura blanc de l'Argovie et aux couches de Birmensdorf.

8° Le Hauptgebirgskalk correspond à l'étage oxfordien.

9° Près du tunnel du lac de Wallenstadt, on voit un calcaire blanc, probablement corallien, contenant des formes animales voisines des diceras, des nérinées, etc. Ce même calcaire se retrouve oolitique et impur au Murtschen-Stock. Le sommet de cette montagne est formé d'un calcaire dans lequel M. Escher a ramassé plus de 50 fragments d'écrevisses sans qu'un seul soit déterminable; il ne sait si cette couche est crétacée ou jurassique.

10° Plus à l'Est, près de Sargans, les couches des étages jurassiques supérieurs sont développées.

11° Les couches inférieures de la formation crétacée sont représentées par des calcaires siliceux à grains verts, qui sont probablement valangiens et qui renferment le *Toxaster Sentisianus* et le *Discoïdea macropyga.*

12° Le terrain néocomien est composé d'un calcaire renfermant beaucoup de grains de quartz avec des *Janira atava* et un *Pygurus* voisin du *P. rostratus ;* il est surmonté de schistes noirâtres avec des rognons calcaires et contient les fossiles suivants : *Toxaster Brunneri* Mer., *Ostrea Couloni, Holaster L'Hardyi, Pygaulus cylindricus* et *P. Desmoulinsi.* Dans d'autres régions, ce dernier appartient à l'étage urgonien ; mais ici il est au moins à 70 mètres au-dessous des couches à *Caprotina ammonia.* Au-dessus on trouve encore un calcaire grisâtre à *Pinna Robinaldina* et à *Nautilus Requienanus.*

13° Terrain urgonien, calcaire blanc avec *Caprotina ammonia,* très-développé sur les bords du lac de Wallenstadt et au Sentis ; il est plus schisteux sur les bords du Rhin.

14° Le terrain aptien est un calcaire avec des *orbitolites* et des *Toxaster oblongus.* M. Kaufmann, de Lucerne, croit que les couches à *orbitolites* alternent avec les couches à *Caprotina.*

15° Le gault a quelquefois plus de 30 mètres d'épaisseur ; alors il ne contient que très-peu de fossiles et se compose d'un calcaire à rognons dans le haut, de grès quartzeux au milieu, et de schistes noirâtres dans le bas ; là où sa puissance n'est que de 1 mètre environ, il renferme beaucoup d'êtres organisés.

16° Le Sewerkalk représente la craie, mais on ne sait exactement auquel des étages de cette formation il cor-

respond; on y trouve des oursins voisins de l'*Ananchytes ovata* et l'*Holaster Rehsteineri*.

17° On ne peut fixer la limite qui sépare le terrain précédent des couches éocènes, qui sont des grès quartzeux et des calcaires nummulitiques avec *Ostrea Archiaciana*. On sait que M. C. Mayer distingue trois étages dans cette formation, qui paraît être l'équivalent de l'étage parisien de d'Orbigny.

18° Enfin le Flysch ou schistes à fucoïdes constitue les assises les plus récentes de ces montagnes.

Toutes ces couches forment une espèce de fond de bateau dans la vallée du lac de Wallenstadt, mais elles sont contournées de la manière la plus extraordinaire dans le voisinage du col de Panix, entre le canton de Glaris et la vallée supérieure du Rhin. La description de ces contournements est fort difficile à faire lorsqu'elle n'est pas accompagnée de dessins; essayons cependant: les hauteurs à droite et à gauche de l'espace où est le col sont composées de verrucano en couches qui plongent, les unes vers le nord et les autres vers le sud, avec une faible inclinaison; elles sont recouvertes des couches triasiques, jurassiques, crétacées et éocènes, mais au-dessous du verrucano, dans l'espace où se trouve le passage, on voit affleurer le terrain jurassique et le terrain éocène, qui plongent sous le verrucano, puis encore au-dessous et près du col le terrain jurassique et le trias en couches verticales qui flanquent le verrucano, lequel occupe le centre du col. Cette singulière disposition ne peut s'expliquer, d'après M. Escher, que par deux recourbements des couches inférieures au verrucano des hauteurs mêmes du col, de telle sorte que ces couches auraient à peu près la forme d'une paire de lunettes, dont les verres seraient éocènes et la monture en verrucano et en terrain triasique et jurassique; mais cette disposi-

tion est rendue plus singulière encore par le fait que le *verre* éocène du côté nord du Panix s'étend sur une longueur de 11 kilomètres au-dessous du verrucano, qui par conséquent repose sur le terrain éocène, et que le verre du sud s'étend sur 5 à 6 kilomètres au-dessus du verrucano.

Le travail de M. Escher est appuyé par M. *Théobald* qui a fait des observations parfaitement concordantes, notamment sur le Piz-Tumbif dont il donne une description détaillée.

M. *Escher* ayant mentionné l'incertitude qui règne encore dans la détermination de certaines couches, en raison de la présence gênante de certains fossiles, comme c'est le cas, par exemple, dans certaines localités alpines où l'on a signalé des caprotines superposées aux couches à orbitolites, M. *Renevier* démontre que cela tient souvent à des confusions d'espèces voisines et dans le cas particulier de celle des Requienia ammonia et Lonsdalii, dont la dernière seule, dans les cas bien constatés, s'est trouvée dans l'aptien.

En souvenir de Gressly, M. *Desor* expose les derniers travaux de ce géologue, consistant en une carte des terrains adjacents à la ligne du chemin de fer franco-suisse.

Puis M. de *Fellenberg* reprend le chemin des Alpes et menant l'assemblée sur les massifs presque inaccessibles du groupe du Finsteraarhorn où il a concentré ses études, constate l'étendue beaucoup plus considérable qu'on ne l'avait pensé jusqu'ici des schistes verts, dont il a réussi à fixer souvent les limites surtout du côté du Valais et leur prédominance sur le gneiss qui ne forme pour ainsi dire que le soutien de l'éventail. Sur plusieurs points il a pu voir les roches sédimentaires et déterminables par des fossiles bien conservés, en contact immédiat avec le gneiss, mais toujours sans l'intermédiaire du

verrucano et de ses analogues, qui reparaissent dans les massifs voisins à l'est et à l'ouest.

Professor Lang von Solothurn weist Kreidepetrefacten vor, die aus den glacialen Ablagerungen in der Umgebung von Solothurn herstammen. Die Kreideformation erstreckt sich am südlichen Abhange der Jurassischen Ketten bis in die Gegend von Biel; zwischen Weingreis und Tüscherz findet sich der letzte Fleck Neocomienmergel und zwischen Biel und Bötzingen liegt der östlichste Punkt des Valangien. In der Umgebung von Solothurn fehlen die Schichten der Kreideperiode an den aufsteigenden Felsen der Weissensteinkette; es finden sich aber Petrefakten aus derselben Epoche in den glacialen Ablagerungen am Fusse des Jura bei den Ortschaften Niederwyl und Riedholz. In den Geröllschichten unterhalb dem Dorfe Riedholz wurde ein Toxaster aufgefunden, der mit *Toxaster Brunneri* Mer. nahe zusammenstimmt und von dem Neocomienkalke der Alpen herstammt. In Ubereinstimmung damit finden sich östlich von Balm in der Bachrunse gegen Niederwyl Kalkblöcke, die mit zahlreichen *Radiolites neocomensis* d'Orb. erfüllt sind. Diese Gesteinsart hat ihr aequivalentes Glied in dem Rudistenkalke, welcher nördlich der Aiguilles rouges und dem Mont Buet im Thale von Sixt, in den Felsen unter Argentine bei Bex und auf den Höhen des Rawyl passes ansteht. Von Grünsandpetrefakten wurden ausgebeutet *Inoceramus concentricus,* einige Ammoniten und Bruchstücke von Hamiten, welch dem Gault der Montagne des Fiz zu entsprechen scheinen. In einem Geröllhügel östlich der Stadt, dem Galgenrain, welcher wie eine Moräne das Aarethal quer abschliesst, wurden in Sandsteinblöcken Molasseblätter aufgefunden. Alle diese Blöcke, welche die Petrefakten geliefert haben, finden sich in Gesellschaft von krystallinischen Find-

lingsblöcken, welche zum Rhonegebiete gehören. Unter den letzteren begegnet man am Buchrain Eklogiten mit wohl erhaltenen Granaten, welche auf der linkseitigen Gandecke des Allaleingletschers im Saasthale und nach einer Mittheilung von A. Favre auch an Glacier de Trient sich vorfinden. Alle diese Thatsachen weisen auf denselben Ausgangspunkt für die Verbreitung der erratischen Blöcke im Umkreise von Solothurn hin.

M. *Cartier*, en présentant des pétrifications du terrain sidérolitique parfaitement conservées, cherche à prouver que ce terrain ne s'est pas formé par un remplissage tumultueux qui aurait dû les altérer et qu'il vient s'intercaler, quant à son âge, entre les terrains éocène et miocène, puisque ces fossiles ont dû se trouver dans les crevasses avant le dépôt et que le miocène n'a pas été attaqué.

M. *Dupont* étudie les terrains quaternaires de la Belgique, il y retrouve dans leur ordre successif les étages à galets, le limon stratifié, les argiles colorées à cailloux anguleux et le loess, et il établit leur correspondance avec les terrains analogues de France, d'après l'association des fossiles entre eux et avec les restes de l'industrie primitive de l'homme.

Enfin, M. *Heer*, à l'occasion du remarquable bloc erratique de Chanélaz, signale un ouvrage récent de M. Sartorius de Waltershausen, qui combat de nouveau la théorie suisse des glaciers. M. Heer démontre que l'auteur passe complétement sous silence les faits qui ont motivé cette théorie et que, par exemple, quand il cherche à établir que la température du globe n'a pas sensiblement varié depuis les temps tertiaires et que la végétation d'alors peut s'expliquer par l'existence d'un climat plus maritime, il est complétement en contradiction avec les données résultant de l'étude des plantes fossiles, étude

qui a amené précédemment déjà à la découverte de palmiers à Oeningen et récemment sous les plus hautes latitudes à celle de nombreuses espèces dont, par analogie avec les congénères vivantes, l'existence en ces lieux aurait été impossible sans une élévation considérable de la température des régions boréales.