

LA DURÉE DES TEMPS GÉOLOGIQUES

PAR

W. Upham.

A en juger d'après ce que nous savons du temps nécessaire à la formation des sédiments, le dépôt de toutes les stratifications rocheuses de la croûte terrestre aurait exigé un espace de temps allant de 73 millions à 680 millions d'années. Un grand nombre de géologues, n'examinant pas le sujet de près, considéreront sans doute comme un minimum le moins élevé de ces chiffres, eu égard à ce que leurs études leur ont fait connaître relativement aux longues périodes qu'exige le dépôt des roches et les changements opérés dans la flore et la faune depuis les temps anciens jusqu'au temps présent. Mais d'autres savants jugeront ces chiffres trop petits et parmi eux se trouve M. Mac Gee, qui, raisonnant aussi d'après ses études, indique 7 mille millions d'années comme étant la durée de la Terre à partir de la formation de ses premières roches fossilifères, et deux fois autant à partir de son existence planétaire.

D'un autre côté, des savants éminents, tels que Thomson, Tait, Newcomb, Young et Ball, qui ont approfondi ce sujet, en se basant sur la physique théorique et expérimentale, et sur ses rapports avec l'astronomie, pensent qu'on ne peut concéder aux géologues plus de 100 millions d'années, peut-être même seulement 10 millions depuis que la Terre s'est assez refroidie pour que la vie ait pu s'y développer.

Il n'est pas très difficile de fixer les rapports ou les longueurs relatives des ères géologiques successives, mais il l'est extrêmement de décider avec certitude le nombre, même approximatif, d'années nécessaires à la formation des roches stratifiées. Les moments géologiques les plus favorables à la détermination de ces longueurs sont les périodes glaciaire et moderne, cette dernière s'étendant de l'époque Champlain, ou dernière étape de l'âge glaciaire, jusqu'au temps présent; tandis que réunies, ces deux périodes complètent l'ère quaternaire. Si nous pouvions fixer seulement à peu près la durée de cette ère, depuis l'apparition des glaces jusqu'à présent, cette quantité connue servirait de multiplicateur dans les différents rapports destinés à nous faire connaître la durée des ères antérieures, tertiaire, mésozoïque, paléozoïque et archéenne, cette dernière nous reportant au temps où la Terre

molle et refroidie a été pour la première fois entourée d'une croûte solide.

Sir William Thomson, qui a étudié la distribution de la chaleur dans l'intérieur de la Terre, a conclu, de ce que la température va en augmentant de la surface au fond et de ce qu'elle perd par suite du rayonnement dans l'espace, que le temps écoulé depuis la consolidation de la surface du globe est de 20 millions à 400 millions d'années et que, très probablement, ce temps et les événements géologiques doivent être compris dans 100 millions d'années.

Le professeur George H. Darwin, tenant compte de l'influence exercée par le frottement des marées sur la rotation de la Terre, estime que 57 millions d'années seulement se sont écoulées depuis que la masse lunaire s'est détachée de la Terre molle et tournante, et longtemps avant la formation de la croûte terrestre. Partant des mêmes arguments et de la marche suivie par la déperdition de chaleur du Soleil, le professeur Guthrie Tait affirme que 10 millions d'années sont tout ce que la physique peut concéder à la géologie. Et le professeur Newcomb, mettant ensemble les résultats de ses recherches physiques et astronomiques, en conclut que : « si le Soleil avait, au commencement, rempli tout l'espace, la somme de chaleur produite par sa diminution jusqu'au volume actuel aurait été suffisante pour durer 18 millions d'années, avec un rayonnement tel que nous le voyons; 10 millions est donc l'extrême limite du temps que nous puissions accorder à l'existence de l'eau sur la Terre en tant que fluide ». Suivant ce même savant, non seulement la Terre mais le système solaire lui-même doivent avoir commencé à une époque qu'on ne peut encore calculer avec certitude, mais qui ne peut pas reculer au delà de 20 millions d'années.

Les géologues repoussent ces calculs, parce qu'ils réduisent par trop les longues périodes que l'étude de la formation des roches leur a révélées. Le premier calcul fait par sir W. Thomson leur paraît acceptable, mais ils ne peuvent admettre les opinions trop peu *libérales* des autres savants. Les raisonnements mathématiques qui font accepter par les mathématiciens la réduction des périodes, sont en désaccord avec les conditions actuelles du Soleil et de la Terre; toutefois, les géologues reconnaissent qu'ils sont utiles en ce qu'ils ont détruit la notion généralement répandue que les limites des temps géologiques remontent à l'infini, et il est certainement très intéressant de rechercher comment les témoignages contradictoires de la physique et de la géologie peuvent être amenés à s'accorder.

Parmi les moyens qu'offre la géologie pour mesurer exactement l'âge

de la Terre, le plus sûr est sans doute celui qui consiste à comparer la marche actuelle de la dénudation des espaces continentaux avec le dépôt des couches épaisses, pendant les différentes divisions du temps. Or, le taux de l'ablation lente du bassin des rivières, par suite du transport des dépôts vers la mer, varie entre un pied enlevé de 730 ans de la vallée du Pô, et un pied enlevé de la vallée du Danube en 6800 ans. Alfred Russel Wallace prend comme moyenne, pour toutes les rivières du monde, la diminution de un pied par 3000 ans (1). Les dépôts descendent à la mer jusqu'à 30 milles environ de la côte; or, la ligne entière de côtes de la Terre ayant une longueur de 100 000 milles (d'après MM. Croll et Wallace), il s'ensuit que la somme des dépôts recouvre une surface d'environ 3 000 000 de milles carrés. Cette surface est un 19^e de la surface terrestre du globe; les dépôts s'y forment donc 19 fois aussi vite que le pays se dénude, soit au taux de 19 pieds de couches stratifiées par 3000 ans, ce qui donne un pied par 158 ans. Wallace compare à ceci le maximum total des dépôts rocheux des différentes époques géologiques, mesurés partout où on les a trouvés parvenus à leur plus grand développement. Le professeur Samuel Haughton évalue leur masse à 177 200 pieds qui, multipliés par 158, donnent environ 28 000 000 d'années comme espace de temps requis pour le dépôt des couches rocheuses dans les différents endroits où elles sont les plus considérables et où elles ont été le mieux à l'abri de l'érosion.

La plupart des lecteurs concluront de ce qui précède que l'estimation est plutôt trop forte que trop réduite; tandis que ceux qui sont mieux au courant de la stratigraphie de la Terre, la jugeront probablement trop faible. Toutefois, tous devront reconnaître que l'argument repose sur des bases mal déterminées, puisque la surface totale des espaces terrestres et les profondeurs des océans ont probablement été en augmentant au cours des ères géologiques et que l'effet des marées a été en diminuant. L'insuffisance des données géologiques, si bien démontrée par Charles Darwin, à propos de la présence successive dans les roches de plantes et d'animaux fossiles, témoignera aussi contre l'assertion que les 177 200 pieds ou 33 1/2 milles de couches sont une représentation exacte des conditions de la Terre. Cependant, à mes yeux, cette objection n'est pas fondée parce que, en traversant des espaces considérables, on a pu constater l'existence de dépôts continus opérés pendant plusieurs époques géologiques; en combinant les coupes où se rencontrent ces dépôts, on a un tableau de la sédimentation générale

(1) Voyez sur ce sujet le numéro du 1^{er} mars de *Ciel et Terre*, p. 4.

opérée depuis le début de l'époque paléozoïque jusqu'aujourd'hui. Mais peut-être ferons-nous bien de changer les bases de notre calcul en considérant les vastes espaces où des couches de roches sont encore à trouver, ceux qui sont privés de pluie et qui n'ont, par conséquent, aucun drainage vers la mer. Supposons que le maximum total des couches monte à 50 milles et que le taux moyen de la dénudation terrestre soit seulement d'un pied pour 6000 ans, le résultat sera trois fois plus fort qu'auparavant, soit 84 000 000 d'années pour le dépôt des roches stratifiées.

Wallace, afin de confirmer l'exactitude de son estimation de 28 000 000 d'années, cite les estimations résultant des rapports des temps géologiques fixés par Lyell et par Dana, puis la théorie astronomique des causes de l'époque glaciaire, qui attribue l'accumulation des couches de glace à des états successifs de forte excentricité de l'orbite de la Terre. La période glaciaire quaternaire a, d'après cette théorie, une longueur d'environ 160 000 années, de 240 000 à 80 000 années en venant vers nous. L'époque de grande excentricité antérieure était à environ 850 000 années de nous et c'est à ce temps que se rapportent les grands blocs glaciaires des couches miocènes, qu'on trouve dans l'Italie septentrionale. Cette indication, jointe aux rapports de temps pour l'ère tertiaire et les ères antérieures s'explique comme suit dans *l'Island life*, de Wallace (chapitre X) :

« Sir Charles Lyell, se basant sur la durée des changements subis
» par les mollusques, a estimé le temps qui s'est écoulé depuis le com-
» mencement de l'ère miocène comme étant le tiers de l'ère tertiaire,
» et celle-ci comme un quart du temps géologique écoulé depuis la
» période cambrienne. D'un autre côté, le professeur Dana donne à
» l'ère tertiaire un cinquième seulement des périodes mésozoïque et
» paléozoïque combinées. En admettant l'évaluation ci-dessus (que le
» temps depuis l'époque miocène glaciaire a été de 850 000 années),
» évaluation fondée sur la date des phases de forte excentricité, nous
» arrivons, selon Lyell, à environ quatre millions d'années pour
» l'époque tertiaire, et seize millions d'années pour le temps écoulé
» depuis l'ère cambrienne, et selon Dana à soixante millions. L'éva-
» luation qui se base sur la marche de la dénudation et celle des
» dépôts (28 millions d'années) est à peu près à mi-chemin de ces deux
» termes ; en tous cas, il est satisfaisant de voir que des différents cal-
» culs résultent des nombres d'un même ordre de grandeur, ce qui est
» tout ce qu'on peut attendre d'un sujet aussi hypothétique. Le temps
» auquel on arrive ainsi est considérablement moindre que celui évalué
» d'ordinaire par les géologues, et il reste assez exactement dans les

» limites de la durée de la Terre, telles que les a calculées sir William
» Thomson, pour permettre d'attribuer au développement des orga-
» nismes inférieurs, antérieurement à la période cambrienne, un
» temps plus grand de beaucoup que celui qui s'est écoulé entre cette
» période et l'époque actuelle. »

Le professeur Haughton a calculé les rapports de temps fournis par deux séries de données. Les résultats qu'il a obtenus, déduits de l'épaisseur maximum des couches pour les trois grandes divisions des époques archéenne et paléozoïque, exprimées en pour cent, sont 34.3 : 42.5 : 23.2, et déduits de ses calculs sur le refroidissement séculaire de la Terre, 33.0 : 41.0 : 26.0. Considérant la marche actuelle de la dénudation et l'épaisseur maximum des couches, il obtient, pour toute la durée des temps géologiques, un minimum de 200 000 000 d'années. A mon avis, cette évaluation est plutôt trop forte que trop faible; mais la longueur du temps archéen ou pré-cambrien semble proportionnellement beaucoup plus forte qu'on ne l'admet ici.

Les rapports indiqués par MM. Dana et Winchell, en se basant sur l'épaisseur des couches rocheuses, s'accordent parfaitement, les durées des temps paléozoïque, mésozoïque et cénozoïque étant l'une à l'autre comme 12 : 3 : 1. Les ères tertiaire et quaternaire, cette dernière s'étendant jusqu'au temps présent, s'unissent pour former l'ère cénozoïque. Le professeur Dana a, en outre, hasardé la supposition que ces trois grandes ères, du commencement de l'ère cambrienne au moment actuel, comprennent 48 000 000 d'années, dont 36 000 000 pour l'ère paléozoïque, 9 000 000 pour l'ère mésozoïque et 3 000 000 pour l'ère cénozoïque. Il repousse cependant toute présomption que ces chiffres soient « une évaluation même approximative de l'espace de » temps, mais seulement des longueurs relatives de ces espaces et spécialement pour rendre évident le fait que ces espaces étaient *très* » *longs* ».

Le professeur Davis, évitant de donner un chiffre défini d'années, essaie de faire comprendre ce que les évaluations de rapports géologiques signifient réellement, en les transportant sur une échelle linéaire. Partant de la période récente ou post-glaciaire, depuis la fonte de la couche de glace nord-américaine, qu'il place à deux pouces, il estime que le déversement de la gorge de l'Hudson peut s'exprimer par une distance de dix pieds; que les traces reptiliennes triassiques dans le grès du Connecticut seraient à 50 pieds; la formation des couches de charbon de Pensylvanie à 80 ou 100 pieds, et que les trilobites cambriens de Braintree (Massachusetts) seraient à 200, 300 ou 400 pieds de nous.

Des rapports de ce genre, d'accord entre eux, provenant de données fournies par des observateurs différents, mais en somme assez vagues, suffiront ici à nous faire connaître le facteur par lequel ils doivent être multipliés pour avoir l'évaluation exacte, en années, des périodes et ères géologiques? Si l'échelle de Davis indiquait avec précision le temps écoulé depuis la fonte de la couche de glace, nous pourrions déterminer à peu près (et en laissant une certaine marge pour les erreurs probables) combien de temps s'est passé depuis la formation des traces triassiques, le dépôt du charbon et le recouvrement des trilobites par les ardoises cambriennes. Or, cette dernière division des faits géologiques succédant à la période glaciaire, est la seule qui fournisse assez de données pour permettre une estimation exacte de sa durée. « L'invasion glaciaire à laquelle la Nouvelle-Angleterre et » d'autres contrées septentrionales ont échappé en dernier lieu », remarque Davis, « était préhistorique, et pourtant elle ne doit pas » être regardée comme ancienne ».

Dans certaines localités, il est possible de calculer la marche de l'érosion des gorges au-dessous des chutes d'eau; la longueur de la gorge post-glaciaire, divisée par la marche du recul des chutes, donne approximativement le temps écoulé depuis la période glaciaire. Des mesures de ce genre, prises dans la gorge et aux chutes de San-Antonio par le professeur Winchell, indiquent la longueur de la période post-glaciaire ou récente comme étant d'environ 8 000 ans; d'après des observations faites au Niagara, M. Gilbert lui attribue 7 000 ans. La marche de la dénudation des côtes par l'action des vagues, au lac Michigan, et l'accumulation des sables qui en résulte, donnent lieu de croire au Dr Andrews que la couche de glace a disparu de cette contrée il y a 7 500 ans. D'après des dépôts observés à Northampton (vallée du Connecticut, Massachusets), M. Emerson pense qu'il ne s'est pas écoulé plus de 10 000 ans depuis la période glaciaire. Gilbert et Russell n'évaluent pas à davantage le temps écoulé depuis le dernier grand soulèvement des lacs quaternaires Bonneville et Lahoutan, qui se trouvent dans le vaste et aride bassin de drainage intérieur, soulèvement qu'on croit contemporain des immenses couches de glace de la partie septentrionale de l'Amérique.

Le professeur James Geikie affirme que les instruments ou ustensiles paléolithiques ont disparu et que les Européens primitifs ont fabriqué des instruments néolithiques antérieurement au recul de la couche de glace de l'Écosse, du Danemark et de la péninsule scandinave; et Prestwich émet l'opinion que l'aurore de la civilisation en Égypte, en Chine et dans l'Inde doit avoir coïncidé avec la congélation du nord

de l'Europe. Dans le pays de Galles et dans le comté d'York, la marche de la dénudation des roches calcaires, sur lesquelles reposent les cailloux roulés, est regardée par M. Mac Intosh comme la preuve qu'il ne s'est pas écoulé plus de 6 000 ans depuis le dépôt de ces cailloux. La hauteur verticale de la dénudation, environ six pouces, est la même à peu près que celle que sir William Logan et le Dr Robert ont observée dans la partie méridionale de la province de Quebec; ici des veines de quartz, coupé de stries glaciaires, atteignent certaines hauteurs ne dépassant pourtant pas un pied au-dessus de la roche calcaire qu'elles renferment.

Une autre indication du peu de temps (géologiquement parlant) qui sépare la fonte définitive de la couche de glace de l'Amérique anglaise du temps présent, se trouve dans la conservation presque parfaite des stries glaciaires et dans le poli des surfaces des roches les plus dures. Le Dr Bell en parle ainsi : « Au promontoire de Portland, sur la côte est » de la baie d'Hudson, par 58° de latitude, les hautes collines » rocheuses sont complètement *glaciées* (glaciated) et dénudées. Les » stries paraissent aussi fraîches que si la glace les avait quittées seulement hier. Lorsque le Soleil donne sur ces collines après qu'elles » ont été mouillées par la pluie, elles brillent comme les toits de zinc » de la ville de Montréal. »

Ces nombreux témoignages, indépendants les uns des autres et qui se corroborent tous, peuvent faire admettre comme pratiquement démontré que les couches de glace ont disparu de l'Europe et de l'Amérique septentrionale il y a 6 000 ou 10 000 ans; et ayant ainsi trouvé un des termes de la division des temps géologiques, il deviendra aisé de fixer les autres par induction. Les deux pouces admis comme représentant la partie post-glaciaire de l'ère quaternaire peuvent valoir 8 000 ans; puis, conformément aux estimations proportionnelles de Davis, la période triassique est éloignée de nous de 2 400 000 années, la période carbonifère de 4 ou 5 millions d'années et la période cambrienne de 2 ou 4 fois autant. En remontant encore, les premiers fossiles cambriens seront âgés de 20 ou 25 millions d'années et le commencement de la vie sur la Terre date probablement de deux fois autant.

Si nous essayons de remplacer nos mesures du temps post-glaciaire par les indications du professeur Dana, nous sommes arrêtés d'abord par la difficulté de fixer sa longueur par rapport à la période glaciaire, puis d'établir le rapport qui existe entre ces deux époques et l'ère tertiaire. On pourrait faire un gros livre de toutes les opinions émises par les *glacialistes* au sujet de l'âge glaciaire, de son histoire, de ses

étonnantes vicissitudes climatologiques et des mouvements d'élévation et d'abaissement des terres recouvertes par la glace. Plusieurs glacialistes éminents, James Geikie, Wahnschaffe, Penck, de Geer, Chamberlin, Salisbury, Shaler, Mac Gee et d'autres, sont d'avis que l'âge glaciaire est complexe ; qu'il se compose de plusieurs époques de glaciation, séparées par des époques inter-glaciaires, douces et tempérées, pendant lesquelles les glaces disparaissaient complètement ou presque complètement. Le D^r Geikie, dans un travail récent, établit cinq époques glaciaires distinctes, indiquées par des lits fossilifères et par quelques autres données climatériques. M. Mac Gee reconnaît, pour l'Amérique, au moins trois époques glaciaires. La théorie astronomique de Croll attribue l'accumulation des couches de glace à des cycles réguliers mettant la Terre alternativement dans l'aphélie et le périhélie tous les 21 000 ans, aux moments de plus grande excentricité de l'orbite terrestre. La dernière période de ce genre a eu lieu, ainsi qu'on l'a dit, de 240 000 à 280 000 ans, laps qui permet la succession de sept ou huit cycles avec leurs alternatives de conditions glaciaires et inter-glaciaires. L'existence supposée d'époques inter-glaciaires donne beaucoup d'appui à cette opinion, mais les calculs faits récemment sur la brièveté géologique du temps depuis lequel les couches de glace ont disparu du nord de l'Amérique et de l'Europe, rendent clair aux yeux des quelques géologues qui croient à la dualité ou à la pluralité des époques quaternaires glaciaires, qu'aucune cause astronomique n'a pu donner lieu à l'âge glaciaire et que celui-ci provient exclusivement de causes géographiques.

Les glacialistes qui rejettent l'ingénieuse et brillante théorie de Croll, invoquent l'altitude pré-glaciaire considérable du pays comme cause principale de l'accumulation des glaces, et citent comme preuve de cette altitude les fiords et les vallées sous-marines qui, sur les côtes de la Scandinavie et sur celles (atlantique, pacifique et arctique) de l'Amérique du Nord, descendent à 1 000, 3 000 et 4 000 pieds au-dessous du niveau de la mer et témoignent ainsi de l'existence, sur ces espaces continentaux, d'anciens relèvements du sol, dépassant de beaucoup nos hauteurs actuelles. Mais sous le poids de ces énormes masses de glace, la Terre s'est effondrée, de sorte que lorsque la glace eut atteint son maximum d'épaisseur et de surface, et pendant sa disparition, les espaces qu'elle avait recouverts se trouvèrent plus bas qu'à présent et se relevèrent subséquemment. Cette manière d'envisager les diverses conditions de l'âge glaciaire est partagée par Dana, Leconte, Wright, Jamieson et d'autres, y compris l'auteur de ce travail. Il semble qu'elle s'accorde, soit avec la doctrine

de deux ou plusieurs époques glaciaires pendant l'ère quaternaire, soit avec celle d'une seule couche déposée en une seule époque glaciaire, ainsi que l'admettent, comme étant plus probable, Wright, Prestwich, Lamplugh, Falsan, Holst et d'autres. Pour ce qui me concerne, après avoir d'abord accepté deux époques glaciaires avec un long intervalle de chaleur, la continuité essentielle de l'âge glaciaire m'a paru une hypothèse préférable, en attendant qu'on ait pu peser toutes les preuves pour et contre. Les arguments en faveur ont été très bien établis par le professeur Wright. S'il n'y avait qu'une seule époque de glaciation, avec des avances et des reculs de la croûte de glace modérés, et suffisants pour permettre l'intercalation de restes d'animaux et de plantes, la durée de l'âge glaciaire pourrait n'avoir été que de quelques dizaines de milliers d'années. A ce sujet, le professeur Prestwich s'exprime comme suit : « Pour les raisons données, je crois » possible que l'époque glaciaire, c'est-à-dire l'époque d'extrême froid, » n'ait duré que de 15 000 à 20 000 ans, et c'est d'après les mêmes » raisons que je voudrais limiter le temps de... la fonte de la couche » de glace à 8 000, 10 000 années ou moins. »

D'après ces estimations, qui me paraissent acceptables, la longueur probable des époques glaciaire et post-glaciaire réunies serait de 30 000 ou 40 000 ans, plus ou moins ; mais une époque précédente, égale ou beaucoup plus longue, pendant laquelle les surfaces recouvertes de glace furent élevées à de grandes hauteurs, pourrait vraisemblablement être comprise dans l'ère quaternaire, qui alors compterait 100 000 années. Pour connaître les longueurs relatives des époques tertiaire et quaternaire, le meilleur moyen est d'observer les changements qu'ont subis la faune et la flore depuis le commencement de l'ère tertiaire, en se servant principalement de la faune des mollusques comme point de comparaison. Un très petit nombre d'espèces de mollusques ont changé ou disparu pendant les périodes glaciaire et récente, et la presque totalité des espèces a pris naissance à partir du début éocène de la période tertiaire. A en juger d'après cela, l'ère tertiaire est cinquante ou cent fois plus longue que l'âge glaciaire et les temps suivants ; en d'autres termes, elle peut avoir duré 2 000 000 ou même 4 000 000 d'années. Prenant une moyenne, soit 3 000 000 d'années, pour le temps cénozoïque ou les âges tertiaire et quaternaire ensemble, nous aurons précisément la valeur des rapports de Dana tels qu'il les établit lui-même, à savoir : 48 000 000 d'années depuis le commencement de la période cambrienne. Mais les types variés de la vie animale dans les premières faunes cambriennes impliquent un long temps antérieur comme nécessaire à leur développe-

ment. Suivant ces rapports, donc, le temps exigé par le dépôt des roches stratifiées de la Terre et le développement de sa vie végétale et animale doit être environ de 100 000 000 d'années.

En examinant les différentes évaluations géologiques et les rapports indiqués par Lyell, Dana, Wallace et Davis, leur accord nous porte à croire à leur exactitude, cet accord étant aussi complet que la nature du problème le comporte, et aussi parce qu'elles restent dans la limite des 100 millions d'années que sir William Thomson admet comme résultant de données physiques. Cette limite de durée géologique probable semble devoir remplacer les suppositions illimitées des géologues et des écrivains d'autrefois sur l'évolution de la vie et l'idée que le temps dont ils disposaient était infini. Les sciences naturelles n'ont fourni, dans le siècle actuel, aucune conclusion plus importante que celle-ci, ni de nature à modifier en quoi que ce soit nos conceptions du sujet.

L'erreur commise par W. Mac Gee dans l'évaluation dont il a été question au commencement de ce travail, provient de ce qu'il a donné trop de créance à la théorie de Croll sur l'origine de la période glaciaire; il conclut de cette théorie que la période glaciaire a été très longue et que les couches de glace proviennent de conditions astronomiques, alors que la contrée, pendant la période glaciaire, avait à peu près sa hauteur actuelle, seulement avec des dépressions et des relèvements peu accentués. Déduisant ses rapports du temps glaciaire et post-glaciaire, et de l'époque quaternaire ou tertiaire à laquelle appartient la formation Lafayette, et aussi de l'érosion produite par les courants, Mac Gee a supposé les conditions d'alors semblables à celles d'à présent, de telle sorte que les durées relatives de ces époques peuvent être calculées d'après l'érosion des vallées sous l'action des eaux. Mais il paraît préférable, ainsi qu'on l'a remarqué, d'attribuer l'âge glaciaire à une grande élévation de la contrée, d'où résulterait que l'action des courants aurait des effets beaucoup plus rapides que si la contrée était aussi peu élevée qu'à présent. Avec une altitude des côtes de l'Atlantique et de toute la région à l'ouest, plus élevée de 3 000 pieds qu'actuellement, le ravinement des vallées aurait pu aller vingt ou cent fois plus vite qu'aujourd'hui, et même, près de la côte, mille fois plus vite. Le facteur dont se sert W. Mac Gee pour multiplier les anciens rapports et les changer en années, est évidemment beaucoup trop fort, et, par suite, il donne pour toutes les ères géologiques et pour l'âge total de la Terre des chiffres vingt fois ou cent fois trop élevés.

Non moins que les géologues, les anthropologistes ont intérêt à

connaître les estimations de la longueur des périodes glaciaire et récente, car la plus ancienne preuve de l'existence de l'homme leur est fournie par l'âge glaciaire, tant en Europe que dans l'Amérique du Nord. Nous bornant aux observations qui prouvent que des hommes vivaient sur notre continent au temps où sa partie septentrionale était recouverte de glace, nous voyons un grand nombre de localités indépendantes et très séparées les unes des autres offrir des preuves de la présence de l'homme pendant la période glaciaire. Au sud du lac Iroquois, et sous la couche de gravier et de sable qui le borde, on a découvert des bois taillés, des cendres et des pierres, préparatifs évidents d'une construction grossière, enfouis à 18 pieds environ au-dessous de la surface. Le lac Iroquois était endigué au nord-est par le recul de la glace continentale; il s'est écoulé par la Mohawk et l'Hudson. La construction dont il s'agit fut faite, suivant W. Gilbert, « peu après l'établissement du déversement dans la Mohawk et pendant son cours ». Il faut attribuer à une phase beaucoup plus ancienne du recul glaciaire les énormes dépôts de gravier de la rivière Delaware, au voisinage de Trenton, dans lesquels le D^r Abbott, le professeur Putman et d'autres, ont trouvé de nombreux ustensiles paléolithiques et des fragments taillés d'argilite. Un peu plus au sud, dans la Delaware, M. Hilborn Cresson a découvert des outils paléolithiques semblables, appartenant à une époque encore plus reculée de l'âge glaciaire et dont le dépôt remontait probablement au moment d'extension maximum de la couche de glace. Les autres localités où des instruments paléolithiques, fabriqués au moment de l'absence de la glace, ont été découverts dans les lits de sable et le gravier glaciaires, sont Newcomerstown, sur la rivière Tuscarora, Ohio oriental; Loveland et Madisonville, sur la rivière Miami, Ohio sud-ouest; Médora, sur la branche orientale de la White River, Indiana meridional; et Little Falls, sur le haut Mississipi, Minnesota central. M. J.-B. Tyrrell a trouvé aussi des fragments de quartzite, taillés évidemment par la main de l'homme, et contemporains du gravier et du sable de la baie, sur le bord du lac Agassiz; celui-ci, formé dans le bassin de la rivière du Nord et du lac Winnipeg par la barrière de glace. A l'ouest des Montagnes rocheuses, M. Mac Gee a encore découvert un pic en pierre dans le dépôt du lac quaternaire Lahontan; et des mortiers, des pilons en pierre, et même des os humains, y compris le fameux crâne de Calaveras, ont été recueillis dans les graviers mêlés d'or sous la lave de la Montagne de la Table (Californie), par MM. Whitney, King, Becker, Wright et d'autres. Quoique ces graviers se trouvent au sud de la couche de glace continentale, ils se rapportent géologiquement à la période pléistocène ou glaciaire.

On a d'abord pensé que les découvertes californiennes prouvaient la présence de l'homme durant la période pliocène et bien avant l'âge glaciaire ; mais aucun lieu du monde n'a fourni de preuve indiscutable de cette ancienneté de l'homme. Ainsi que l'a dit le professeur Leconte, dans la séance de l'American Association du mois d'août 1892, la présence de l'homme, au point où en sont nos connaissances positives, ne remonte pas au delà de l'ère quaternaire, bien que ses précurseurs anthropoïdes puissent avoir paru aux époques pliocène ou miocène et avoir commencé de là leur progrès vers la condition actuelle de prééminence intellectuelle et morale où nous voyons la race humaine (1).

W. UPHAM.

(1) Extrait de *Ciel et Terre* (Mai 1894) d'après l'*American Journal of Science*, 3^e série, vol. XLV.
