

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 10 (1868-1870)  
**Heft:** 64

**Artikel:** Essai de chronologie archéologiques  
**Autor:** Forel, F.-A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-256582>

#### **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:** 13.02.2026

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

ESSAI DE  
CHRONOLOGIE ARCHÉOLOGIQUE

PAR LE

Dr F.-A. FOREL

professeur à l'Académie de Lausanne.



Il est deux espèces de chronologie, différentes par leurs méthodes et leurs résultats, spéciales aussi à deux branches bien différentes des sciences : La chronologie *relative* ou *chronologie géologique*, qui règne dans le domaine des sciences naturelles, et la chronologie *absolue* ou *chronologie historique*, qui s'applique aux sciences historiques.

La première cherche à donner des dates relatives. Elle détermine dans l'histoire du monde la succession des faits, elle affirme que tel évènement a eu lieu avant ou après tel autre, elle constate que deux évènements ont été contemporains, mais elle ne dit pas quel est l'instant précis auquel l'évènement a eu lieu ; elle ne donne pas une date fixe, elle ne se chiffre pas en années ou en siècles. Cette chronologie a seule été utilisée jusqu'à présent dans l'histoire géologique et paléontologique de notre globe ; elle est le premier canevas que l'histoire naturelle moderne a pu tracer pour établir les premières pages émouvantes et grandioses de l'histoire du monde et de sa genèse.

La chronologie historique est au contraire une chronologie absolue. Elle ne se contente pas de déterminer l'âge relatif de deux évènements, elle va plus loin ; elle donne des dates absolues et dit que tel évènement a eu lieu à telle année ; elle suppose le nombre d'années qui s'est écoulé depuis tel fait historique jusqu'à nous ; elle utilise une ère et donne des dates précises.

La chronologie historique ne peut avec certitude être employée que pour les temps dont l'homme a gardé le souvenir. Mais pour les âges antérieurs à l'histoire écrite et à la tradition positive, ce

ne sont guère que des dates relatives que l'on peut déterminer. Ce n'est donc guère que la chronologie géologique qui a jusqu'à présent pu être utilisée dans les recherches modernes des grandes questions d'archéologie antéhistorique.

Après avoir constaté que l'homme avait vécu en Europe avant les temps dont la tradition écrite, pour nos contrées du moins, nous donnait des dates positives, la science archéologique s'est appliquée dans les vingt dernières années à déterminer des époques relatives dans cette histoire antéhistorique. De même que dans l'histoire du globe, la géologie a établi des époques différentes et en a déterminé l'âge relatif, de même l'archéologie a distingué dans les âges préhistoriques des couches successives; elle a constaté avec sûreté et précision la succession de civilisations différentes pendant lesquelles nos ancêtres, utilisant l'une après l'autre les matières premières que leur fournissait la nature, avaient peu à peu découvert l'art de tailler le silex, de polir les pierres dures, de fondre le bronze et enfin de forger le fer.

La preuve de la succession des âges de la pierre, du bronze et du fer, la distinction de deux âges de la pierre, époques paléo- et néo-lithiques, la distinction de deux âges de fer, les discussions sur la contemporanéité de l'âge du bronze dans les différents pays de l'Europe sont des problèmes qui ont été étudiés et pour la plupart ont été résolus par la chronologie relative. Voici comme on peut établir les résultats donnés par ces travaux dans nos contrées: <sup>1</sup>

II <sup>e</sup> Age du fer. . . . .	Epoque romaine.
I <sup>er</sup> Age du fer. . . . .	» helvétique — gauloise.
Age du bronze. . . . .	» du bronze.
II <sup>e</sup> Age de la pierre (polie). . .	» néolithique.
I <sup>er</sup> Age de la pierre (brute). . .	» paléolithique (renne).

Mais jusqu'à présent les faits ont manqué pour établir dans ces âges reculés une chronologie absolue, pour dire le temps qu'a duré chacune de ces civilisations, pour calculer combien de siècles se sont écoulés jusqu'à nous depuis le temps où ont vécu les habitants des palafittes de la Suisse, les chasseurs de rennes des cavernes du Périgord, les hommes dont les silex se retrouvent aujourd'hui dans les gravières de la Somme. La curiosité scientifique s'attaque cependant volontiers aux problèmes les plus difficiles, et des esprits hardis n'ont pas hésité à essayer d'introduire,

<sup>1</sup> J'emploierai, dans les tableaux que j'aurai à donner dans le cours de cet écrit, la succession chronologique usitée en géologie, qui écrit de haut en bas, du plus récent au plus ancien.

dans un domaine réservé jusqu'à présent à la chronologie relative, les dates fixe de la chronologie absolue.

Pour résoudre ce problème il n'y a, si les méthodes astronomiques de J. Adhémar<sup>2</sup> ne sont pas démontrables, qu'une seule méthode qui puisse s'appliquer, c'est l'extrapolation; c'est la règle de proportion.

Voici les principes de la méthode:

Il faut constater l'existence d'un phénomène naturel continu, constant et régulier dont l'action puisse être facilement reconnue — il faut trouver dans les couches géologiques dues à l'action de ce phénomène des monuments dont la nature caractérise un âge archéologique et dont le dépôt corresponde à une époque positive — il faut tirer de la position relative de deux de ces monuments archéologiques la valeur annuelle ou séculaire de l'action du phénomène naturel — il faut encore pouvoir mesurer la valeur du dépôt produit par le même phénomène naturel, depuis le moment où a été enfoui dans ces couches une pièce archéologique dont l'âge doit être déterminé, jusqu'à une autre époque fixe et déterminée — et alors à l'aide d'une simple règle de proportion l'on obtient l'inconnue du problème.

Nous constatons par exemple la continuité et la régularité du dépôt de l'alluvion d'une rivière. Dans les couches de cette alluvion nous trouvons deux pièces archéologiques différentes. L'une A à une profondeur AC appartenant à l'âge de la pierre polie, l'autre B à une profondeur BC datant de l'an premier de l'ère chrétienne. Nous pourrons établir la proportion suivante: L'espace de temps inconnu qui sépare le moment du dépôt de la pièce A de

---

\* L'on connaît le principe sur lequel repose la théorie d'Adhémar. Le moment où la terre arrive au périhélie varie d'année en année et a lieu successivement dans les différentes saisons, par suite de la combinaison des mouvements cosmiques connus sous le nom de précession des équinoxes et de déplacement de la ligne des absides. En calculant la valeur de ces variations, l'on a reconnu qu'il fallait une période de 21 mille ans pour ramener la position primitive de la terre et du soleil dans la même saison de l'année. J. Adhémar, dans ses *Révolutions de la Mer*, a fait remarquer que, par suite de ces mouvements, tantôt l'hémisphère nord, tantôt l'hémisphère sud de la terre, et cela pendant des périodes de 10,500 ans, devaient recevoir une plus grande quantité de chaleur solaire, l'été de chacun des hémisphères correspondant tantôt au périhélie, tantôt à l'aphélie; il en a conclu au retour périodique de longues époques de froid, véritables périodes glaciaires qui alterneraient tous les 10,500 ans entre les deux hémisphères. Un certain nombre de faits parlent en faveur de cette hypothèse (voir un bon résumé de la question dans *Le Hon*, l'homme fossile, page 259, sq. Paris 1867), mais cependant la géologie n'a pas encore pu admettre comme démontrée cette hardie et intéressante théorie.

l'époque actuelle, est à l'espace de temps connu qui s'est écoulé depuis l'an 1<sup>er</sup> jusqu'à l'an 1870 de l'ère chrétienne, comme l'épaisseur de la couche AC est à l'épaisseur de la couche BC.

Pour que ce calcul soit exact, il faut nécessairement que trois conditions soient remplies :

1<sup>o</sup> L'action du phénomène naturel doit être, d'une manière générale, régulière. Les circonstances les plus favorables seraient évidemment dans l'existence d'une action continue et constante, c'est-à-dire se continuant journalièrement, régulièrement et sans interruption; mais quel est le phénomène naturel qui ne présente des irrégularités, des moments d'action maximum et des époques de repos; l'influence des saisons à elle seule suffit pour en troubler la constance absolue. Tout ce que nous pouvons espérer rencontrer c'est une régularité relative, une constance annuelle, ou même une constance séculaire. Les mêmes alternatives climatologiques, atmosphériques, géologiques qui font varier dans un sens ou dans l'autre les phénomènes naturels, finissent enfin par s'annuler; si l'on s'adresse à une durée assez longue, une série d'années, une série de siècles, l'on obtient en définitive pour certains phénomènes une régularité suffisante pour qu'on ose utiliser leur action pour établir un calcul chronométrique. J'appellerai cette première condition, *condition de régularité*.

2<sup>o</sup> Il ne doit pas y avoir de doute sur la détermination de l'âge des couches archéologiques. Il faut que les pièces soient caractéristiques, et n'appartiennent pas à la catégorie de ces objets indéterminés qu'on voit réapparaître dans plusieurs époques archéologiques différentes. Je désignerai cette condition sous le nom de *condition de détermination*.

3<sup>o</sup> Il faut enfin que nous puissions reconnaître avec exactitude, avec certitude la position précise de ces pièces archéologiques dans le phénomène naturel, mesurer avec sûreté la valeur de l'action naturelle entre les différents âges, localiser en un mot dans le phénomène naturel les points qui serviront à établir la règle de proportion. Si les pièces archéologiques ont été déposées dans des couches régulières il faut encore, cela va sans dire, que l'on puisse constater qu'il n'y a pas eu de remaniement postérieur. Cette troisième condition, je la nommerai *condition de localisation*.

Si ces trois conditions sont remplies, le calcul chronométrique est mathématiquement exact; si l'une d'elles fait défaut, la règle de proportion ne peut plus être établie avec sécurité et le calcul n'a plus de rigueur. Nous verrons cependant plus bas comment, dans certains cas, l'on peut utiliser ces calculs fautifs et en tirer des résultats relativement exacts.

Je vais décrire maintenant quatre essais de calculs de chronologie archéologique, qui ont été tentés dans les dernières années dans notre Suisse et dans une province voisine de la France; ce seront des exemples de la méthode dont nous avons indiqué les bases. Le lecteur verra, par la tentative de critique détaillée que j'essaierai de faire des deux derniers de ces calculs quelles sont les difficultés contre lesquelles on a à lutter pour la solution de ces problèmes, et il m'excusera si je n'ose pas aborder la critique des calculs chronométriques de MM. Gilliéron et de Ferry. Il appréciera la réserve qui m'est commandée à ce sujet par le peu de connaissance que j'ai des phénomènes naturels de la plaine de la Thièle, où M. Gilliéron a découvert son chronomètre, et par mon ignorance absolue des berges de la Saône, qu'ont si bien étudiées MM. de Ferry et Arcelin.

**II. Calcul chronométrique de MM. de Ferry et Arcelin sur les berges de la Saône.** — Sur les rives de la Saône, de Châlons à Trevoux, ces deux explorateurs ont rencontré, enfouies dans le *Lehm* ou limon fin, que déposent chaque année les inondations de la rivière, à différentes profondeurs, des couches archéologiques d'âges différents.

M. de Ferry<sup>3</sup> donne la coupe suivante prise entre Mâcon et Tournus :

à 0<sup>m</sup>,60 cent. de profondeur, poteries romaines ;  
 à 1<sup>m</sup>,30 » bronze ;  
 de 1,50 à 2<sup>m</sup> » haches de pierre polie ;  
 de 3 à 4<sup>m</sup> » marnes bleues (se rapportant probablement à l'époque de l'*Elephas primigenius*).

Il admet que les établissements romains ont été détruits dans la vallée de la Saône par l'invasion des Vandales et Bourguignons en 406 *post Chr.* et il établit d'après cela l'échelle chronométrique suivante :

ÉPOQUE.	ANTIQUITÉ.	DATE ABSOLUE.
Epoque romaine,	1,500	406 <i>A° post Chr.</i>
Age du bronze,	3,000	1200 <i>A° ante Chr.</i>
Age de la pierre polie,	3,500- 5,000	1700-3200 »
Marnes bleues,	9,000-10,000	7200-8200 »

<sup>3</sup> *De Ferry.* Chronomètre des berges de la Saône. Matériaux pour l'histoire de l'homme, III, 339; IV, 155. — Les gisements archéologiques des bords de la Saône. Mâcon 1868.

M. Arcelin donne une coupe un peu différente qu'il tire de la moyenne de 60 gisements divers étudiés par lui dans les berges de la Saône entre Châlons et Trevoux.<sup>4</sup>

<i>Profondeur.</i>	<i>Epoque.</i>	<i>Antiquité.</i>	<i>Date absolue.</i>
1 <sup>m</sup>	Epoque romaine.	1500-1800 ans.	300-0 A <sup>o</sup> p. Chr.
1 <sup>m</sup> , 15	Age du fer celtique.	1800-2700 »	0-800 A <sup>o</sup> a. Chr.
1, 30-1 <sup>m</sup> , 50	Age du bronze.	2700-3000 »	800-1200 »
2 <sup>m</sup>	Age de la pierre polie.	3000-4000 »	1200-2200 »
	Marnes bleues.	6700-8000 »	5000-6200 »

**III. Calcul chronométrique de M. Gilliéron sur les pilotis lacustres du pont de Thièle. Age de la pierre.<sup>5</sup>** — Entre les lacs de Neuchâtel et de Bienne se trouvent les restes d'un palafitte de l'âge de la pierre (néolithique), situé au-dessous du barrage naturel des collines tertiaires et diluvienues qui avoisinent le pont de Thièle. La stratification horizontale des couches prouve que ce pilotage était bâti dans un lac, et sa position par rapport au barrage indique que c'était le lac de Bienne qui venait en baigner le pied. Or le pont de Thièle est situé actuellement à environ 4300 mètres du lac de Bienne.

D'une autre part l'abbaye de St-Jean fondée vers l'an 1100 *post Chr.* a été probablement bâtie au bord du lac. Elle en est distante aujourd'hui de 375 mètres environ. A l'aide de ces chiffres M. Gilliéron a pu établir une règle de proportion et fixer à environ 6750 ans l'antiquité du palafitte du pont de Thièle.

La série chronologique qu'il tire de ce calcul est donc la suivante :

A<sup>o</sup> p. Chr. 1100. Fondation de l'Abbaye de St-Jean.

A<sup>o</sup> a. Chr. 5000. Palafitte du pont de Thièle. Age de la pierre polie.

**III. Calcul chronométrique de Morlot sur le cône de la Tinière.<sup>6</sup>** Dans les alluvions du torrent de la Tinière, qui se jette dans le lac Léman non loin de Villeneuve, A. de Morlot a reconnu

<sup>4</sup> Arcelin. Chronomètre des berges de la Saône. Matériaux pour l'histoire de l'homme. IV, 39. Paris 1868.

<sup>5</sup> Gilliéron. Sur l'établissement de l'âge de la Pierre entre le lac de Biinne et celui de Neuchâtel. Arch. des Sc. ph. et nat. NP. t. XII, p. 32. Genève 1861.

<sup>6</sup> Une date de chronologie absolue en géologie, par A. Morlot. Soc. vaud. Sc. nat. 15 janvier 1862. Arch. des Sc. ph. et nat. NP XIII, 308. Genève 1862.

à différentes profondeurs trois couches terreuses dans lesquelles il a cru pouvoir déterminer trois âges archéologiques. A 1<sup>m</sup>,20 il a constaté des débris romains, à 2<sup>m</sup>,70 des objets de bronze, à 4<sup>m</sup>,80 des ossements et de la poterie qu'il a cru pouvoir rapporter à l'âge de la pierre (néolithique). Il a admis que les couches d'alluvion du torrent se déposent assez régulièrement, et que de siècles en siècles les irrégularités annuelles dans l'importance du dépôt devaient se compenser assez, pour permettre l'établissement d'une règle de proportion. Partant de la donnée que les restes romains situées dans la couche de 1<sup>m</sup>,20 de profondeur dataient de 16 siècles environ, il a calculé pour la couche de l'âge du bronze une antiquité de 32 siècles et pour la couche de l'âge de la pierre (4<sup>m</sup>,80) un âge de 6 à 7 mille ans.

Ce calcul a fait grand bruit dans le monde scientifique, et malgré des objections fort sérieuses qui lui ont été faites à diverses reprises, il a pris droit de bourgeoisie dans la littérature archéologique. Qu'il me soit permis de le soumettre encore une fois à la critique raisonnée, et chercher s'il répond aux trois conditions que nous avons reconnues nécessaires pour un calcul de ce genre.

1<sup>o</sup> Les conditions de régularité du phénomène naturel sont-elles suffisamment remplies pour que l'on puisse admettre comme juste la règle de proportion de Morlot ? M. le prof. Ch. Dufour a publié en 1858 une note intéressante<sup>7</sup> qui montre l'inégalité d'action d'un torrent alpin comme le torrent de la Tinière ; en se basant sur les observations des principales crues et inondations de ce siècle, il refuse au dépôt des alluvions de ce torrent une constance, une continuité et une régularité suffisante pour qu'on puisse en faire la base d'un calcul mathématique.

2<sup>o</sup> Condition de détermination. M. le Dr Uhlmann<sup>8</sup> en étudiant les os trouvés dans la couche profonde de la Tinière (4<sup>m</sup>,80) leur refuse l'antiquité que leur attribuait Morlot et les reporte à une époque bien postérieure à l'âge de la pierre. La détermination ne serait, elle aussi, pas suffisante.

3<sup>o</sup> Condition de localisation. En admettant même que la régularité du dépôt de l'alluvion de la Tinière puisse être acceptée comme suffisante, il faudrait encore corriger sensiblement le cal-

<sup>7</sup> Note remise par M. Ch. Dufour pour faire suite à la communication de M. Morlot sur le cône de déjection de la Tinière. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 43, t. VI, p. 53.

<sup>8</sup> *Ueber die Thierreste und Gebisstheile gefunden in den Schuttablagerungen der Tinière.* Bern 1862. — Bull. Soc. vaud. Sc. nat. t. X, p. 102.

cul de Morlot; car il n'a pas dans ses données tenu compte de l'endiguement du torrent dont les eaux, depuis longtemps, ne peuvent plus divaguer librement sur tout le cône. M. Ch. Dufour, dans la note que nous venons de citer, fait remonter au moyen-âge l'époque à laquelle la Tinière a été endiguée. J'ai moi-même présenté à ce point de vue à la Société vaudoise des sciences naturelles (séance du 15 déc 1869) une objection tirée du relief orographique du cône d'alluvion de la Tinière, objection que je vais essayer de résumer ici.

Le cône d'alluvion de la Tinière, sortant de la gorge étroite qui a jusqu'alors resserré les eaux du torrent, commence à une altitude de 450<sup>m</sup>, à se répandre en un éventail régulier dont le déploiement arrive au niveau du lac (375<sup>m</sup>) depuis le Clos-du-Moulin au Sex-du-Chatelard. La régularité très-remarquable des génératrices du cône n'est interrompue qu'en deux points :

1<sup>o</sup> Le ravin naturel ou artificiel dans lequel la Tinière est aujourd'hui endiguée et qui conduit les eaux du torrent directement dans le lac suivant une ligne de plus grande pente située à peu près à l'union du tiers avec les deux tiers de la surface du cône, la partie au sud du torrent ayant environ une surface double de la partie nord.

2<sup>o</sup> Les lignes de plus grande pente de la portion sud du cône sont brisées sur une étendue assez considérable située à l'est de la gare de Villeneuve. Au point où commence à monter le chemin qui conduit au Crest, il semble, si l'on regarde à distance, voir le cône d'alluvion rongé par une entaille gigantesque, et si l'on s'en approche l'on reconnaît que la pente au-dessus très-régulière et assez douce du cône (10 p. % environ) s'accentue subitement et devient une pente de 20 à 22 p. %. Le chemin qui passant sous les vignes de Ponverroz conduit au Chatelard suit la partie supérieure de cette entaille sur laquelle je veux attirer l'attention.

Elle présente tous les caractères d'une falaise. Comme une falaise elle se différencie nettement du terrain supérieur suivant une ligne régulière par une inclinaison subite; assez forte à la partie supérieure, sa pente diminue petit à petit à mesure que l'on s'éloigne du sommet, et elle va mourir en pente douce dans la plaine qui est à ses pieds; elle a l'aspect, la forme et l'inclinaison des falaises du lac et de nos rivières, de ces éboulis naturels des terrains meubles rongés à leur pied par l'action des vagues et de l'eau courante. C'est une falaise.

C'est la présence de cette falaise qui m'a fourni l'objection que je vais essayer de développer.

Je dis que depuis le moment où cette falaise a été creusée jamais le torrent n'a divagué dans cette direction, que jamais le

plus petit filet d'eau provenant d'une crue de la rivière ne s'est écoulé dans tout le secteur dont la base est cette falaise. S'il en avait été ainsi, par les lois naturelles de l'érosion, ce filet d'eau, trouvant dans une terre meuble une pente plus considérable, au lieu de déposer de l'alluvion comme partout ailleurs sur la surface du cône, aurait érodé, aurait creusé un ravin par lequel bientôt tout le torrent se serait écoulé. Or ce ravin n'existe pas et les bords de la falaise sont francs de toute trace d'érosion provenant d'un torrent. Donc depuis le creusement de cette falaise le torrent n'a jamais divagué dans la partie du cône située au sud de la ligne de plus grande pente passant par l'extrémité nord de la falaise, c'est-à-dire dans toute la moitié sud du cône d'alluvion.

Pour que le torrent ait été retenu au nord de cette ligne, il faut qu'il ait été endigué artificiellement ou naturellement dans le ravin qui le contient actuellement. Depuis le moment où il a été endigué, le dépôt d'alluvion, dont la régularité pouvait être admise alors qu'il divaguait à son gré sur tout son cône d'atterrissement, ce dépôt d'alluvion a cessé ou au moins a eu lieu dans des conditions toutes nouvelles. S'il est donc impossible de faire entrer dans un même calcul le dépôt de l'alluvion du torrent avant et après l'endiguement, nous devons éliminer dans un calcul comme celui de Morlot tout le temps qui s'est écoulé depuis le creusement de la falaise.

Or cette falaise a été creusée ou bien par les vagues du lac ou bien par le courant du Rhône. A quelle époque pouvons-nous faire remonter cette érosion ?

La ville de Villeneuve est située entre la falaise en question et le lac. Donc à l'époque où Villeneuve a été construite le lac ne venait plus battre le pied de la falaise; donc si le creusement de la falaise est dû à l'érosion du lac, elle est antérieure à la fondation de Villeneuve. La charte des franchises de Villeneuve donnée par Thomas comte de Savoie est datée de l'an 1214. Donc le creusement de la falaise est au moins antérieur au commencement du XIII<sup>e</sup> siècle. Car si nous voulions attribuer à l'érosion du Rhône la formation de la falaise du cône de la Tinière nous serions renvoyés à une date bien plus ancienne; le Rhône en effet coulait déjà à l'époque romaine comme aujourd'hui de l'autre côté de la vallée au pied des Alpes valaisannes.

L'érosion de notre falaise est donc antérieure à l'an 1214. L'endiguement du torrent est donc antérieur à cette date. Depuis l'an 1214 il n'est donc plus permis de compter sur une alluvion régulière des eaux de la Tinière. Mais le calcul de Morlot se basait précisément sur la supposition que depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours l'alluvion du torrent avait été constante et régulière, et que de son épaisseur l'on pouvait calculer la valeur sé-

culaire moyenne du dépôt d'alluvion de la Tinière. Or les déductions que je viens de faire me forcent à conclure que depuis une date inconnue, mais antérieure à l'an 1214, l'alluvion n'est plus dans ses conditions primitives. Il faudrait donc réformer entièrement le calcul de Morlot et changer considérablement la valeur séculaire qu'il attribue au dépôt de l'alluvion depuis l'époque romaine jusqu'à nous.

Ce que nous avons décrit comme étant une falaise pourrait cependant être un talus d'alluvion déposé sous les eaux du lac; tout cône d'alluvion en effet augmente rapidement, son inclinaison au point où il aboutit au niveau d'une eau dormante, les talus naturels étant plus inclinés sous l'eau que dans l'air. Il se pourrait donc que nous eussions affaire en ce point à la surface d'alluvion du cône de la Tinière, alors que le lac Léman était à un niveau de 30 mètres au-dessus de la nappe actuelle. Mais comme le même raisonnement que nous avons fait dans la supposition d'une falaise serait, au point de vue de l'endiguement des eaux de la Tinière, encore applicable ici, comme d'une autre part, et nous le verrons plus loin, l'époque à laquelle le lac était à son niveau de 30 mètres au-dessus du niveau actuel est bien antérieure aux époques archéologiques récentes, dans la supposition de la présence d'un talus sous-lacustre au milieu du cône de la Tinière, le calcul de Morlot serait encore plus gravement compromis.

La condition de localisation nous fait donc encore ici défaut comme les conditions de régularité et de détermination, et nous ne pouvons en définitive pas accepter les calculs chronométriques de Morlot.

**IV. Calcul chronométrique de Troyon sur les palafittes de l'âge de la pierre de Chamblon.**<sup>9</sup> Le lac de Neuchâtel s'étendait autrefois, l'étude orographique de la plaine de l'Orbe le montre facilement, bien au-delà de ses limites actuelles; la grande plaine marécageuse et tourbeuse, la plaine d'alluvions et de dunes qui s'étend au SO. d'Yverdon jusqu'à la barre néocomienne du Mau-remont a été successivement conquise sur le domaine des eaux; les alluvions de l'Orbe, du Nozon, du Talent et du Buron ont par leurs sédiments peu à peu comblé ce qui autrefois était un lac; elles ont établi successivement des barres qui ont isolé du grand lac des surfaces plus ou moins considérables en les transformant en marais, et permis à la tourbe de les envahir et de les combler.

<sup>9</sup> *F. Troyon. Habitations lacustres des temps anciens et modernes*, p. 70, sq. *Mém. et doc. de la Soc. d'hist. de la Suisse romande*, t. XVII. Lausanne 1860.

Cette action de remplissage a évidemment commencé au barrage du Mauremont et continuant à s'avancer dans la direction du NE., diminue sans cesse la longueur du lac de Neuchâtel.

F. Troyon a cherché à utiliser la position d'un palafitte de l'âge de la pierre trouvé sous trois mètres de tourbe au pied de la colline de Chamblon à 1650 mètres de la rive actuelle du lac et à en tirer un chronomètre qui donnait une date absolue pour l'époque à laquelle ce palafitte avait été construit. Pour obtenir le second terme de la règle de proportion, il s'est adressé à la position de l'antique *Castrum Eburodunense* dont on a retrouvé les fondements sur l'emplacement du cimetière actuel d'Yverdon ; il a supposé qu'à la fin du IV<sup>e</sup> siècle de notre ère les eaux du lac de Neuchâtel baignaient les murs du *Castrum* romain, distants aujourd'hui de 750 mètres de la rive actuelle du lac, et il en a tiré la valeur séculaire de l'avancement des rives du lac qu'il a fixé ainsi à environ 50 mètres par siècle. Puis divisant par 50 la distance en mètres qui sépare les pilotis de Chamblon de la rive actuelle, il a conclu qu'il avait fallu environ 33 siècles pour que le lac se fut retiré de 1650 mètres de Chamblon à la rive actuelle. Les dates absolues que Troyon a cru pouvoir tirer de son calcul sont donc les suivants :

*Castrum Eburodunense* 400 post Chr.

Palafitte de Chamblon (âge de la pierre polie) 1500 ante Chr.

Recherchons maintenant si ce calcul répond aux trois conditions nécessaires que nous avons établies plus haut :

1<sup>o</sup> Condition de régularité. Le comblement de la vallée de l'Orbe se fait continuellement, et à un certain point de vue constamment en tant que les alluvions des rivières peuvent, si l'on s'adresse à un espace de temps suffisant, être considérées comme constantes. Mais la présence dans cette plaine de vastes marais tourbeux prouve qu'à différentes reprises une portion plus ou moins considérable du domaine des eaux a été brusquement séparée du lac par une digue et transformée en marais. Cette formation de lagunes ne peut présenter aucune espèce de régularité et la première condition que nous avons posée fait ici complètement défaut.

2<sup>o</sup> La condition de détermination des âges archéologiques semble remplie dans ce calcul par la trouvaille, à Chamblon, au milieu des pilotis, de deux haches de serpentine et d'une pointe de flèche en silex, et d'une autre part par l'existence des fondations du *Castrum Eburodunense*.

3<sup>o</sup> Quant à la question de la localisation, une seule objection sérieuse pourrait être faite. Peut-on affirmer que le palafitte de Chamblon était situé à l'extrémité du lac et non pas sur sa rive NO., peut-on dire que la ligne de rivage que Troyon a trouvée

près de ces pilotis, leur était contemporaine et non pas postérieure ? Le lac ne pouvait-il pas, à l'époque où Chamblon était habité par les lacustres de l'âge de la pierre, s'avancer bien plus loin dans la direction d'Orbe ? Si cette objection était valable, elle ruinerait à elle seule le calcul de Troyon. Mais ce savant archéologue qui a étudié lui-même sur les lieux la situation relative des choses, se prononce trop affirmativement sur la contemporanéité de la ligne de rivage et du palafitte de Chamblon, et son coup d'œil d'observateur a trop souvent été éprouvé, pour que la justesse de sa localisation puisse être mise en doute.

Quoi qu'il en soit, le fait de l'irrégularité probable dans le phénomène naturel qui est à la base du calcul de Troyon, suffit pour en faire contester la valeur.

Et cependant si présenté, comme l'a fait Troyon, sous la forme d'une règle de proportion, ce calcul manque de précision et de certitude, abordé d'une autre manière, il offre, me semble-t-il, les conditions suffisantes pour que nous puissions en tirer un résultat parfaitement certain.

Jusqu'à présent, nous avons considéré les calculs chronométriques comme ne pouvant être résolus que par la méthode de la règle de proportion simple ; si l'un quelconque des trois termes connus n'est pas rigoureusement exact, le quatrième terme ou l'inconnu manque absolument de certitude. Envisageons ce calcul sous un autre point de vue et traitons-le par la méthode connue en arithmétique sous le nom de règle de fausse position. D'après cette méthode, on utilise une donnée que l'on sait fausse, mais dont on connaît la nature de l'erreur ; l'on sait si la donnée est trop forte ou trop faible, et il s'en suit que le résultat obtenu est faux, mais l'on sait s'il est trop faible ou trop fort, l'on sait que le résultat est un maximum ou un minimum.

Il est évident qu'un résultat de cette nature, quoique ayant moins de précision qu'un chiffre absolu, n'aurait pas moins une grande valeur s'il pouvait être obtenu dans les problèmes dont nous nous occupons. Que l'on parvienne à démontrer, par exemple, que les pilotis de Chamblon ne sont pas antérieurs au XV<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne, ce serait un résultat positif d'une grande importance, car si cette méthode est juste, l'on peut espérer d'arriver, par un autre calcul fait en d'autres lieux sur d'autres mouvements archéologiques, à prouver que quelque palafitte contemporain de Chamblon n'est pas postérieur.... au X<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ, je suppose. D'autres découvertes, d'autres raisonnements, d'autres calculs permettront peut-être de resserrer avec plus de précision cette date assez élastique, et enlaçant toujours plus près l'époque à déterminer, l'on finira par presser entre un maximum et un minimum toujours plus rapproché la date absolue que l'on cherche à déterminer.

Cette méthode donnerait donc des résultats importants. Est-elle pratique ? Je le crois. Je la crois même plus facilement utilisable que la règle de proportion absolue. Il est fort rare de trouver un phénomène naturel dont l'action soit constante et régulière ; il est beaucoup plus fréquent d'en rencontrer dont l'action aille en augmentant ou en diminuant d'importance. Il est fort rare d'obtenir une pièce archéologique dont l'âge soit parfaitement déterminé ; il est beaucoup plus fréquent de pouvoir dire qu'une telle pièce n'est certainement pas antérieure à telle époque. Il est fort rare qu'on puisse localiser avec précision la position d'un monument archéologique dans les couches d'un phénomène naturel ; il est beaucoup plus facile de constater que son dépôt a été antérieur ou postérieur à tel moment. Il est donc plus facile d'obtenir des données maximales ou minimales que des données fixes et absolues ; toute la difficulté dans l'emploi de la règle de fausse position est d'arriver à combiner ces données de manière à ce que leur direction ou leur tendance reste toujours la même et que le résultat définitif soit certainement un maximum ou un minimum. Si une seule des données est fausse, le résultat obtenu est certainement un maximum ou un minimum ; mais si deux ou trois des données sont fausses, le résultat obtenu n'aura une signification maximale ou minimale assurée que si la direction de l'erreur est inverse dans les termes moyens et dans les termes extrêmes de la proportion ; c'est ce que l'on pourrait facilement démontrer.

Appliquons cette méthode au calcul de Troyon et voyons la nature du résultat que nous obtiendrons.

Entre le cimetière d'Yverdon, où se trouvent les ruines du *Castrum Eburodunense*, et la rive actuelle du lac l'on ne voit ni lagunes ni marais tourbeux ; le sol est de la simple alluvion. Le chiffre de 50 mètres que nous obtenons pour la valeur séculaire de l'avancement du lac est donc un chiffre relativement exact. Le pilotage de Chamblon était situé dans le lac à l'époque où il a été construit. Depuis ce moment, la rive a avancé, ou bien simplement et graduellement par l'action de l'alluvion, ou bien par cette action combinée avec la formation plus rapide et plus irrégulière de lignes de lagunes et de marais tourbeux. La formation alluviale est certainement le procédé le plus lent, et la durée que nous obtiendrons en n'expliquant le comblement du lac que par l'action seule des alluvions, sera certainement une durée maximale. Le chiffre que nous aurons en divisant la distance de Chamblon au lac par la valeur séculaire de l'action alluviale à Yverdon, sera donc certainement un chiffre maximum. Nous pouvons donc affirmer qu'il ne s'est pas écoulé plus de 33 siècles pour combler la portion du lac qui s'étendait de Chamblon au lac de Neuchâtel. Le temps nécessaire à cette action a peut-être été beaucoup moins long si une

dune est venue séparer du lac une portion de marais, mais certainement il n'a pas été plus long et nous obtenons ainsi un chiffre maximum pour la date de l'établissement du palafitte de Chamblon.

Il est évident que la justesse de ce calcul tient encore à différentes conditions, et entr'autres :

1<sup>o</sup> A l'exactitude de la détermination de Troyon, qui estime contemporains l'établissement du palafitte de Chamblon et la ligne de rivage qu'il a trouvée à une centaine de pas de ces pilotis, qui suppose par conséquent que le lac ne s'étendait pas, à l'époque de la pierre polie, au-delà de la colline de Chamblon.

2<sup>o</sup> A la nature alluviale de la bande de terrain qui sépare le cimetière d'Yverdon de la rive actuelle.

3<sup>o</sup> A l'exactitude de la supposition que le lac baignait réellement à la fin du IV<sup>e</sup> siècle *p. Chr.* le pied des murs du *Castrum Eburodunense*.

Mais ces réserves bien nettement exprimées, nous pouvons, d'après le raisonnement que nous venons de développer, nous hasarder à écrire la série chronologique suivante :

*A<sup>o</sup> p. Chr. 400. Castrum Eburodunense.*

Palafitte de l'âge de la Pierre polie à Chamblon.

*A<sup>o</sup> a. Chr. 1500.*

Ces méthodes et ces calculs n'ont, il est vrai, en somme qu'une exactitude très relative ; nous ne pouvons songer à leur demander la précision et la rigidité d'un calcul mathématique ou d'une charte notariée. Mais en présence de la difficulté des problèmes et de l'impossibilité où nous sommes, dans l'état actuel de la science, d'obtenir des résultats plus positifs, ils doivent être acceptés pour ce qu'ils valent, et être tentés là où ils sont possibles.

Nous osons donc en recommander la recherche aux naturalistes désireux d'apporter quelque jour sur les époques, encore aujourd'hui fort obscures, des premiers âges de l'humanité en Europe, et nous adresserons cet appel spécialement aux naturalistes de la Suisse et des contrées avoisinantes, qui sont, si nous ne nous trompons, dans des conditions relativement très favorables pour l'étude de ces questions. Les conditions favorables que nous pouvons utiliser sont en effet les suivantes :

1<sup>o</sup> Nous avons grâce aux découvertes de stations lacustres une première base bien établie. D'une part l'étude approfondie qui en a été faite nous a appris avec une très grande précision tous les moindres détails de ces civilisations éteintes ; cette connaissance est assez complète pour que nous puissions avec une sûreté pres-

que absolue reconnaître tout débris archéologique appartenant aux périodes de la pierre polie, du bronze ou du 1<sup>er</sup> âge du fer. La base archéologique est donc pour nous bien établie. D'une autre part nous avons une base orographique qui n'est pas moins précieuse, c'est le fait que depuis l'établissement de nos plus anciens palafittes, depuis l'époque néolithique ou âge de la pierre polie le niveau de nos lacs, du lac Léman en particulier, n'a pas varié, et par conséquent les conditions orographiques et géographiques ont été constantes.

Je dis que le niveau du lac Léman n'a pas varié sensiblement. Deux circonstances me prouvent qu'il ne s'est point élevé, qu'il ne s'est point abaissé.

Le niveau de notre lac ne s'est point élevé. Les poteries et les vases qui sont tombés à l'eau depuis les planchers des bourgades lacustres n'ont point été roulées par les vagues, car elles ont toutes leurs cassures franches et leurs bords non émoussés. Elles sont donc tombées dans une eau qui avait aux basses eaux de l'hiver au moins 2 mètres de profondeur, et jamais, depuis qu'elles gisent au fond, le niveau ne s'est assez abaissé pour que les vagues aient pu les rouler. Or de nos jours nous trouvons encore sur les ruines de nos stations lacustres un minimum de 2 mètres d'eau. Donc le niveau général du lac Léman ne s'est pas élevé depuis l'époque lacustre.

Le niveau des eaux ne s'est d'une autre part pas abaissé. La longueur des pilotis, que les habitants de nos palafittes enfonçaient dans le sol pour y établir leurs demeures, avait un maximum, donné d'abord par la grandeur des arbres, puis ensuite par les moyens mécaniques dont disposaient les hommes de ces époques primitives. Admettons que ces pilotis eussent au plus 7 mètres. La tête de ces pieux devait s'élever au moins d'un mètre au-dessus des hautes eaux de l'été pour que les planchers ne fusseut pas inondées par les vagues; la pointe du pilotis s'enfonçait dans le sol d'une valeur de  $1/2$  à 1 mètre. C'est donc 1<sup>m</sup>,50 à 2<sup>m</sup> que nous devons soustraire de la longueur de 7 mètres pour avoir la profondeur d'eau maximum à laquelle les anciens lacustres pouvaient songer à établir leurs pilotages; cela nous donne 5 mètres à 5<sup>m</sup>,50 pour ce maximum en été. Or c'est précisément la profondeur à laquelle nous retrouvons aujourd'hui les ruines des bourgades lacustres. Donc depuis l'époque lacustre le niveau de notre lac ne s'est pas sensiblement abaissé.

En réunissant ces deux faits nous arrivons à la conclusion que depuis le commencement de l'époque lacustre, c'est-à-dire depuis l'époque de la pierre polie, l'époque néolithique, l'âge du cerf, le niveau du lac Léman a été constant.

2<sup>o</sup> L'action d'alluvion des fleuves et des torrents des Alpes, du Rhône en particulier, est une action continue et à peu près régulière. Depuis que les Alpes sont Alpes, depuis qu'elles sont couvertes de neiges, tous les étés, au moment où la chaleur vient fondre les glaciers, les torrents qui en sortent, décuplant leur volume, charrient en grande abondance le limon fin et tenu, qui jaunit, rougit ou noircit leurs eaux. Ce transport varie un peu d'intensité suivant la température de l'été, qui, lorsqu'il est chaud et humide, fond en plus grande abondance la masse des glaciers et, augmentant ainsi le volume des torrents, augmente aussi leur puissance de transport ; mais cette action se continue d'année en année, de siècle en siècle, et l'on peut, si l'on prend des limites assez étendues, en considérer l'importance comme régulière.

Il est vrai que, accidentellement et de temps en temps, une catastrophe, comme celles de la vallée de Bagne en 1575 et 1818, comme l'éboulement de la Dent-du-Midi en 1835, augmente tout à coup et considérablement la valeur de l'alluvion transportée par les fleuves alpins. Il est vrai encore que la valeur actuelle du transport de limon doit être considérée comme un minimum, si on la compare à ce qu'elle a pu être, alors que le lit des glaciers était soumis pour la première fois à l'usure et au frottement, alors que toutes les roches tendres n'avaient pas encore disparu sous la continuité de cette action si longtemps répétée, si on la compare surtout à ce qu'elle a dû être au moment de l'extension maxima des glaciers, pendant l'époque glaciaire et même pendant la période de retrait et de fonte qui a suivi la plus grande extension.

Mais ces faits en nous montrant que nous sommes au point de vue de l'alluvion des fleuves à une époque de minimum, ont précisément pour nous une grande importance ; ils nous permettront, si nous utilisons pour des calculs chronologiques le dépôt d'atterrissement de nos torrents alpins, de savoir dans quel sens est l'erreur inévitable que nous ferons, si le chiffre que nous obtiendrons est un maximum ou un minimum.

3<sup>o</sup> Pendant l'époque quaternaire nos vallées et nos plaines alpines ont été le théâtre d'un phénomène puissant et considérable, qui a laissé ses traces profondément gravées dans la physionomie de notre pays, phénomène bien étudié et dont nous reconnaissions, facilement et partout, au moins les traits généraux. Je veux parler de l'époque glaciaire, de la grande extension des glaciers qui, partant des sommets des Alpes, ont été battre les flancs du Jura, en recouvrant le bassin du Léman d'une calotte de glace de plus de 1000 mètres d'épaisseur. La boue glaciaire avec les cailloux striés, les terrasses d'alluvions formées de galets alpins, les blocs erratiques et les moraines sont autant de jalons bien reconnaissa-

bles et bien connus, qui peuvent donner, eux aussi, une base fixe et bien limitée aux recherches dont nous nous occupons.

4<sup>o</sup> Enfin la découverte de Fraas à Schussenried<sup>10</sup> en Wurtemberg, a permis d'établir sûrement la contemporanéité de l'époque glaciaire et de l'homme de l'âge du renne. L'homme qui cassait ses silex et sciait ses bois de renne dans le creux de la source du Schussen, l'homme de l'époque paléolithique, de la pierre brute, l'homme de l'âge du renne, cet homme a vu l'extension maximum des glaciers ; la mousse sur laquelle il prenait ses repas dans l'une des moraines extrêmes du glacier du Rhin, appartenait à une flore glaciaire (*Hypnum sarmenosum*, *H. aduncum* var. *Grænladicum*, *H. fluitans* var. *tenuissimum*.) Les animaux qu'il chassait et dont il rongeait les os appartenaien à une faune glaciaire. (*Cervus tarandus*, *Equus caballus*, *Gulo borealis*, *Ursus arctos*, *Canis lupus*, *C. lagopus*, *C. fulvus*, *Cycnus musicus*, *Fuligula cristata*, etc.) D'une autre part, la découverte de Veyrier faite il y a trente ans, par Taillefer et Mayor, renouvelée et étendue par MM. Favre,<sup>11</sup> Gosse et Thioly,<sup>12</sup> a permis d'étendre à notre vallée du Léman cette précieuse généralisation et d'admettre comme une chose démontrée l'existence dans nos contrées de l'homme, à savoir de l'homme de l'âge du renne, à la fin de l'époque glaciaire. Une découverte plus récente encore, celle de MM. Taillefer et de Saussure au *Sex-du-Châtelard* près de Villeneuve,<sup>13</sup> en confirmant les conclusions tirées du gisement de Veyrier, nous permet d'espérer de nouvelles et fécondes trouvailles dans cette direction.

Ces données nous permettent d'esquisser à grands traits l'histoire primitive de l'humanité dans notre pays, nous permettent

<sup>10</sup> Dr O. Fraas : Die ælteste menschliche Niederlassung in Würtemberg. *Staats-Anzeiger für Würtemberg*, 1866, p. 2364, 2699, 2710. — Die neuesten Erfunde an der Schussenquelle. Stuttgart 1867. — Beiträge zur Culturgeschichte des Menschen während der Eiszeit. Im Arch. für Anthropologie, t. II, p. 29.

Dr F.-A. Forel. Note sur la découverte de Schussenried. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. t. X, n° 57, 1867.

<sup>11</sup> A. Favre. Station de l'homme de l'âge de la Pierre à Veyrier, près de Genève. *Arch. des Sc. phys. & nat.* Genève, mars 1868.

<sup>12</sup> F. Thioly. L'époque du renne au pied du mont Salève. *Revue savoisiennne*. Annecy, mars 1868. — Documents sur les époques du renne et de la pierre polie dans les environs de Genève. *Bull. institut genevois* t. XV. Genève 1869.

<sup>13</sup> La Grotte du Sex, près Villeneuve, station suisse de l'âge du renne, par H. de Saussure. *Archives des Sc. phys. & nat.* Genève, juin 1870.

surtout, et c'est là l'important dans le problème qui nous occupe, de rapporter à certains faits géologiques connus, quelques-uns des principaux moments de cette histoire.

Au moment où le grand glacier alpin, qui avait poussé ses moraines jusque sur les flancs du Jura et même au-delà, commençait son mouvement rétrograde, au moment où, par suite d'un changement survenu dans les conditions climatériques de notre vallée, la fusion de la glace commençait à l'emporter sur la vitesse de progression de la masse du glacier, à ce moment de l'histoire du globe, des hommes, possédant pour toute arme quelques éclats de silex, entourés d'une faune glaciaire (*Equus caballus*, *Bos taurus*, *Cervus tarandus*, *C. elaphus*, *Capra ibex*, *Capella rubricapra*, *Arctomys marmotta*, *Lepus variabilis*, *Ursus arctos*, *Canis lupus*, *C. vulpes*, *Tetrao lagopus*, *Ciconia alba*), des hommes doués d'un génie plastique particulier, qui se dénote par les dessins remarquables sculptés par eux sur les bois de rennes, des hommes de l'époque paléolithique, de l'âge du renne, ont vécu au pied du Salève à Veyrier, près de Genève, et dans la grotte du Sex, près de Villeneuve. La flore qui les entourait, si l'on peut en juger par les échantillons de la même époque trouvés à Schussenried, devait avoir un caractère alpin ou glaciaire, et le pays tout entier, si longtemps balayé par le glacier, n'était qu'un vaste désert de boue glaciaire, de moraines et d'alluvions torrentielles. La végétation tendait à suivre le glacier dans sa marche de recul vers les vallées, mais elle devait avancer fort lentement, toute trace de terre végétale ayant disparu sous la pression énorme et persistante de la colossale masse du glacier. Un détail que nous donnent encore sur cette époque les études géologiques des dernières années, c'est que le lac Léman avait à ce moment un niveau de 30 mètres environ plus élevé que la nappe actuelle. (Terrasses diluviennes des rives du lac.<sup>14)</sup>

Un laps de temps, de durée inconnue, s'écoule et au commencement de l'époque lacustre les changements suivants se sont accomplis.

La faune a changé. A cette faune glaciaire qui entourait l'homme de Veyrier, à la faune diluvienne caractérisée par l'existence du renne et du mammouth (terrasses du Boiron, St-Prex, Lutry) a succédé une faune à peu près identique à la faune actuelle, composée du cerf, du chevreuil, du sanglier, etc.; seul le *Bos primigenius* conserve encore le facies diluvien.

<sup>14</sup> A. Morlot. Bull. Soc. vaud. Sc. nat., t. IV, p. 61, 92, etc.

A. Favre. Recherches géologiques, etc., t. I, p. 32 sq. Paris 1867.

La flore a changé. A la flore alpine, au pauvre ramassis de mousses et de lichens qui pouvaient croître sur la boue glaciaire, ont succédé de riches et brillantes forêts composées de toutes nos espèces indigènes.

Le niveau du lac a changé. Il s'est abaissé de 30 mètres et a pris le niveau actuel.

L'homme enfin a changé. Ce n'est plus le pauvre chasseur de rennes qui brisait ses silex dans les éboulis du Salève; c'est l'homme intelligent et actif, pêcheur, chasseur, agriculteur et industriel des palafittes de nos lacs, qui polit et taille savamment les pierres les plus dures pour s'en façonner des instruments variés. Ce n'est plus, et c'est là ce qui le différencie surtout de l'homme de l'âge précédent, le sculpteur de génie, qui nous a laissé, gravées par son silex sur les empaumures de ses bois de rennes, des figures assez parfaites des animaux de son époque, pour qu'aujourd'hui encore nous puissions en reconnaître les espèces; c'est le potier patient et habile, qui pourra devenir plus tard le fondeur en bronze, mais qui ne saura pas ou ne voudra pas représenter sur ses œuvres l'image de l'homme, des animaux et des plantes. Sur aucune pièce, à moi connue, des stations lacustres, l'on ne retrouve de dessins figurés; tous les ornements de l'époque lacustre sont couverts de cercles concentriques, de triangles ou de lignes droites, et ne présentent jamais ni lignes courbes ni figures.

Tout a changé, et nous sommes dans une nouvelle période archéologique, l'âge néolithique, l'époque des palafittes de l'âge de la pierre (époque du cerf, en opposition à l'époque du renne).

Cet âge a duré longtemps, car ce n'est pas en un jour qu'ont été taillés et plantés les mille pilotis des mille bourgades, dont on retrouve les ruines sur les rives de nos lacs: car ce n'est pas en un jour que ces sauvages industriels ont poli les mille haches, ont façonné les mille vases qui ornent aujourd'hui nos collections.

Puis la civilisation a marché: les fondeurs de bronze ont apporté, probablement d'Italie ou du midi de la France, les premiers instruments de métal, et un nouvel âge archéologique a commencé. Est-ce un nouvel âge ethnologique, est-ce une nouvelle population qui est venue succéder à la première? Rien dans l'état actuel de nos connaissances ne semble nous le prouver:<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> La grande discussion qui, il y a une douzaine d'années, divisait les archéologues, la question de l'existence distincte de l'âge du bronze et de l'âge de la pierre est aujourd'hui chose jugée. Avant l'invention des métaux il s'est écoulé un temps plus ou moins long pendant lequel l'homme ne pos-

Puis est venu l'âge du fer, puis l'époque romaine, et alors, seulement alors, nous arrivons à l'histoire écrite, à l'histoire avec ses dates fixes, avec sa chronologie absolue.

Cette revue rapide de l'histoire de l'humanité dans notre pays, telle que les derniers travaux nous l'ont fait connaître, nous montre une suite non interrompue et bien enchaînée, en remontant depuis l'époque romaine, par les diverses périodes lacustres, jusqu'aux plus anciens palafittes de l'âge de la pierre. Mais là se trouve une lacune, une interruption. En remontant des lacustres de l'âge du fer, à ceux de l'âge du bronze, à ceux de l'âge de la pierre, nous ne sommes pas, il est vrai, en présence de dates fixes et de chronologie absolue ; mais au moins nous avons une série continue, et si nous ne pouvons pas avec sûreté dire combien de temps a duré ce développement, du moins nous avons sous les yeux une histoire continue et sans interruption. Mais entre le plus ancien palafitte et le dernier homme de l'âge du renne, quel est le temps qui s'est écoulé, quelles sont les révolutions qui sont intervenues ? Cette lacune a-t-elle duré 100 ans, a-t-elle duré 100 mille ans, a-t-elle duré des millions d'années ? C'est ce qu'il est dans l'état actuel de nos connaissances bien difficile de dire. La lacune existe. J'ai indiqué plus haut les changements dans le niveau du lac, dans la flore, dans la faune, et même dans les races humaines, qui montrent l'interruption, la solution de continuité. Quelle est l'importance de cette lacune, c'est ce qu'il serait intéressant de déterminer, et c'est le problème sur lequel je me permets d'attirer l'attention des naturalistes.

La véritable réponse à cette question ne pourra être donnée que par le moyen des méthodes que nous avons étudiées plus haut,

---

sérait que la pierre, le bois et l'os pour en façonnier ses outils et ses armes ; c'est ce qui ressort naturellement de la découverte et de la détermination de l'âge du renne. Les belles recherches zoologiques de Rutimeyer (Fauna der Pfahlbauten) ont démontré que les stations lacustres de l'âge de la pierre ont précédé celles qui possédaient le bronze, et ont prouvé la légitimité de la distinction des deux âges. Que, à l'époque de l'introduction du bronze, quelques villages aient reçu des instruments de métal, tandis que d'autres, moins riches ou plus éloignés des centres de civilisation avaient conservé pendant plus ou moins longtemps les armes et les coutumes antiques, que par suite, dans un même pays le bronze et la pierre, comme plus tard le fer et le bronze, aient, à un moment donné, été contemporains ; c'est probable, c'est même certain : la logique des faits, l'étude des civilisations sauvages actuelles et les découvertes archéologiques concordent pour le prouver. Mais il n'en est pas moins aujourd'hui clairement démontré que la distinction des archéologues suédois et danois des âges de la pierre, du bronze et du fer est parfaitement exacte et acquise à la science.

par l'emploi de la règle de proportion, combinée ou non avec la règle de fausse position. Quand on aura trouvé un dépôt suffisamment régulier, pour qu'on puisse lui attribuer une valeur séculaire suffisamment constante, quand dans ce dépôt l'on aura rencontré différentes couches archéologiques appartenant à différents âges bien déterminés, alors le problème sera résolu, et la réponse sera positive. Mais ce chronomètre est encore à trouver ; espérons qu'on le découvrira un jour.

Pour le moment je veux me hasarder à essayer d'une autre méthode. En attendant la démonstration des dates fixes et absolues, je veux essayer d'indiquer des dates indéterminées. Je veux essayer de laisser de côté les chiffres, ou, si je les utilise, de ne les employer que pour faire sentir ou deviner l'importance de la valeur des périodes auxquelles ils s'appliqueront. Je veux attaquer le problème par le raisonnement plutôt que par les mathématiques.

Je veux en particulier essayer de faire comprendre que la lacune qui sépare l'âge du renne de l'âge de la pierre polie est considérable, mais qu'elle n'est pas énormément grande.

Cette lacune est considérable. Sans revenir sur ce que j'ai dit des changements bien constatés dans le monde organique et inorganique, qui séparent nettement les deux périodes, changements qui n'ont pu se faire que dans une série de siècles fort importante, je ne veux citer qu'un seul détail qui me montre qu'il s'est écoulé un temps considérable entre le retrait des glaciers (nous avons vu qu'au point de vue archéologique c'est l'époque du renne) et l'époque des palafittes. Les pilotis que nous arrachons aux ruines de nos stations lacustres sont non-seulement très nombreux, mais encore remarquable par la beauté de leur bois ; nous y reconnaissions l'espèce de bois qui les a fournis, nous y retrouvons les stries d'accroissement. Or ces lignes annuelles sont bien régulières, bien distantes et prouvent au premier coup d'œil des arbres sains, vigoureux, ayant cru dans une bonne terre. Un tronc de chêne provenant de la station lacustre de Morges (âge du bronze), qui, d'après la convergence des rayons médullaires, devait mesurer 74 centimètres de diamètre au-dessous de l'écorce, m'a montré sur une épaisseur de 12 centimètres à la partie externe du bois, 61 stries d'accroissement ; un tronc de peuplier provenant de la station des roseaux près Morges (âge de la pierre et commencement de l'âge du bronze), m'a donné ces lignes annuelles distantes de 10 à 12 millimètres. C'étaient évidemment des arbres vigoureux ayant cru dans une bonne couche de forte terre végétale.

Or, je l'ai dit, après la retraite des glaciers, le sol de notre pays n'était composé que de boue glaciaire (argile plus ou moins cail-

louteuse) de galets et d'alluvion ; toute trace de terre végétale avait disparu. Il a donc fallu que la couche de terre végétale, que l'humus se reproduisit lentement, que les lichens et les mousses d'abord, puis les plantes herbacées et enfin les arbrisseaux vécussent longtemps et pourrissent longtemps sur cette argile avant d'avoir, par leur débris, fait une couche d'humus assez puissante pour porter les arbres souvent énormes, avec lesquels ont été bâties nos bourgades lacustres. Le temps qui s'est écoulé depuis l'époque glaciaire jusqu'à la construction des palafittes est donc considérable.

A-t-il été infiniment long ? Habitués que nous le sommes par les études géologiques à manier à volonté les millions de siècles, appelés par les nouvelles et fécondes théories de transformation des espèces à utiliser aussi en zoologie et en botanique des durées indéfinies de temps, notre génération a pour tendance d'user et d'abuser, peut-être un peu trop, de la faculté que lui donne dans l'histoire du monde l'absence d'une chronologie absolue ; nous abusons peut-être un peu trop facilement des millions d'années. Dans le problème que nous étudions le temps n'est pas infiniment grand ; nous ne pouvons pas invoquer un nombre infini de siècles entre l'âge du renne et l'âge du cerf. C'est ce que nous prouvera la considération d'un phénomène dont l'action a été continue depuis l'époque glaciaire jusqu'à nos jours et dont les résultats ne sont pas infiniment grands. Je veux parler de l'alluvion du Rhône.

Le Rhône amène, ainsi que tous les fleuves et rivières sortant des glaciers des Alpes, une quantité de sédiment qui varie d'un été à l'autre, mais qui est considérable ; ce limon se dépose dans le lac et forme l'alluvion et le delta du fleuve. Cette alluvion est amenée d'une manière continue et rien ne l'emmène ; le Rhône sort en effet pur et clair du lac à Genève, et si, troublées par les vagues du vent du nord, ses eaux sont parfois à sa sortie un peu chargées de limon, ce n'est qu'une action accidentelle sans importance et sans influence sur le phénomène dont nous nous occupons. C'est là ce qui différencie l'alluvion d'un fleuve aboutissant à un bassin formé, comme le Rhône, de celles d'un fleuve coulant librement dans un lit déjà comblé, comme les fleuves des plaines d'alluvion. Pendant cent ans un fleuve dans ces conditions coule dans une direction et y dépose du limon ; mais le lit de la rivière se déplace, et l'érosion enlève de cette même localité l'alluvion qui y avait été amenée pour la transporter en une autre place ; il y a alternative d'alluvion et d'érosion et il est bien difficile d'admettre pour un fleuve coulant en plaine une continuité d'action suffisante pour en faire la base d'un calcul.

Dans l'alluvion du Rhône au contraire, la continuité d'action est bien évidente, et je ne connais rien qui puisse l'altérer. L'alluvion fournie ainsi par le transport du limon du Rhône, a com-

blé une partie de la vallée du Valais, et il est facile d'en reconnaître les traces dans les plaines qui s'étendent de Sion à Martigny d'une part, de Bex au Bouveret et à Villeneuve d'autre part. Ce transport de sédiment a donc été considérable.

Je vais essayer d'en évaluer l'importance. Pour cela après avoir déterminé quelle est la quantité de limon que charrie un mètre cube d'eau du Rhône, je chercherai, en calculant le débit moyen annuel de ce fleuve, à estimer le volume de sédiment qui est jeté année moyenne dans le lac Léman. Je diviserai ensuite le cube approximatif du lac par la quantité d'alluvion qui y est apportée par année, et je saurai ainsi le nombre d'années nécessaire pour combler le lac Léman par l'effet seul de l'alluvion du Rhône. Je pourrai alors comparer les surfaces, d'une part du lac Léman qui sera comblé dans un nombre d'années que je connaîtrai, d'une autre part de la partie déjà comblée de la vallée du Rhône et de ses affluents. Je pourrai ainsi, je ne dirai pas tirer un chiffre, même approximatif, du temps qu'a duré cette action, mais tout au moins apprécier d'une manière générale la valeur, l'importance et l'activité de ce phénomène naturel.

Le 9 août 1869 je prends à Massongex, près de Bex, une bouteille d'eau du Rhône au bord du fleuve et à la surface du courant.

La bouteille contient 192 grammes d'eau. Je laisse déposer le limon, je le dessèche et trouve :

dans 192 gr. d'eau du Rhône	0,025 gr. de limon sec,
donc 1000 gr. »	contiennent 0,130 gr. »
donc 1 m. cube »	130 gr. »

Le Rhône a été jaugé à différentes reprises, soit à Genève, soit à la Porte-du-Sex avant son entrée dans le lac. Voici quelques-uns des jaugeages, faits à Genève<sup>16</sup>, qui pourront m'être utiles :

<sup>16</sup> Si je n'utilise pas (ce qui semblerait le plus naturel) les jaugeages faits à la Porte-du-Sex, au-dessus de l'entrée du Rhône dans le lac, non loin de l'endroit où j'ai pris l'eau limoneuse qui sert de base à mon calcul, mais les jaugeages faits à Genève au-dessous de la sortie du lac, c'est par la raison suivante: Comme on va le voir, j'ai besoin pour apprécier la durée des hautes eaux pendant lesquelles se fait surtout le transport du limon, d'avoir recours à des observations limnimétriques. Nous possédons un certain nombre d'observations fluviométriques du Rhône faites sur le fleuve avant son entrée dans le lac; mais les irrégularités diurnes de la hauteur de ses eaux sont telles qu'il serait difficile d'en tirer de bonnes moyennes, à supposer même que ces observations embrassent un nombre suffisant d'années. Tan-

OBSERVATEURS	DATES	HAUTEUR du lac. <sup>21</sup>	DÉBIT par seconde
Chaix <sup>17</sup> . . . . .	4 mars 1858	15 ps	40
Chaix et Plantamour <sup>18</sup> . . .	3 nov. 1856	21	199
Thury <sup>19</sup> . . . . .	30 juin et 2 juillet 1858	35 38	269
de la Rive, Colladon et Dufour <sup>18</sup>	24 sept. 1840	62	424
Chaix <sup>18</sup> . . . . .	sept. 1852	74	532
Vallée et Goux <sup>20</sup> . . . .	26 juillet 1841	82,5	482

Mètres cubes.

Si je les établis en série proportionnelle d'après la hauteur des eaux du lac, je trouve qu'ils suivent une progression ascendante, assez régulière, qui m'en prouve la valeur et la justesse.<sup>22</sup> Je choisirai le jaugeage du 24 septembre 1840 fait par une hauteur d'eau de 62 pouces soit 1<sup>m</sup>,68 du limmimètre de Genève, soit 1<sup>m</sup>,90 de

dis que nous avons de longues séries d'observations limnimétriques faites à Genève, Vevey, etc., avec une grande suite et une grande régularité, et ce qui est plus précieux encore, le travail de M. le colonel Burnier, que nous utiliserons plus bas, nous donne pour chaque mois de l'année la hauteur moyenne des eaux, tirées des observations d'une série de 15 années. Or si le débit du Rhône au-dessous de Genève est en relation directe avec la hauteur des eaux du lac, il n'en est pas de même avant son entrée dans le Léman ; la hauteur relative des eaux du lac correspond directement avec la quantité d'eau qui s'en écoule, indirectement seulement avec la quantité qui y entre. S'il entre au Bouveret une quantité d'eau égale à celle qui s'écoule à Genève, le niveau du lac restera stationnaire, s'il entre plus d'eau qu'il en sort, le niveau montera, s'il en sort plus qu'il en entre le niveau baissera (1 millimètre de hauteur d'eau du lac correspond à 577,000 mètres cubes de différence entre l'entrée et la sortie). C'est là la seule relation qui existe entre le débit d'un fleuve avant son entrée dans un lac et le niveau des eaux de ce dernier ; je ne pouvais donc pas utiliser les jaugeages faits à la Porte-du-Sex par MM. Burnier, Louis Dufour et Marguet.

<sup>17</sup> A. Favre. Recherches géologiques. Genève 1867, t. 1, p. 14.

<sup>18</sup> P. Chaix. Observations sur le régime de l'Arve et du Rhône. Arch. des sc. phys. et nat.; t. XXXIV, p. 55 sq. Genève 1857.

<sup>19</sup> Thury. Sur le jaugeage du Rhône, etc. Bull. Soc. vaud. sc. nat. N° 45, t. VI, p. 220. 1859.

<sup>20</sup> L.-L. Vallée. Du Rhône et du lac de Genève, p. 83. Paris 1843.

<sup>21</sup> Les cotes sont indiquées en pouces de Paris, à l'échelle du limnimètre du Grand quai à Genève, dont le zéro est à 2<sup>m</sup>,775 au-dessous du repère en bronze de la Pierre du Niton.

<sup>22</sup> Voir à ce sujet, F.-A. Forel. Comparaison du débit annuel moyen du Rhône à Genève avec la hauteur moyenne annuelle de l'eau météorique. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. n° 63 t. X p. 455 sq. Lausanne 1870.

l'échelle du colonel Burnier<sup>23</sup>, dont le zéro est à 3 mètres au-dessous de la plaque repère de bronze scellée sur la Pierre du Niton de Genève. Je choisis ce jaugeage parce qu'il est dans la série celui qui donne relativement à la hauteur des eaux la valeur la plus faible.

Je le choisis avec d'autant plus de sécurité que par un procédé indirect j'ai pu faire la preuve de son exactitude. Il se trouve que le jaugeage fait à la Porte-du-Sex les 14 et 15 septembre 1863, par M. le prof. Gay est, par suite de la hauteur des eaux du lac, parfaitement comparable à celui de 1840 fait à Genève.

Le 24 sept. 1840 le lac était au limnimètre de Genève à 62"

Le 14	»	1863	»	62" 5"
Le 15	»	»	»	61" 2"

Le jaugeage du prof. Gay a donné pour le débit du Rhône 193 mètres cubes par seconde soit 16 675 200 mètres cubes en 24 heures. Mais par suite de la baisse du lac accusée par le limnimètre de Genève, dont l'indication exprimée en millimètres est

le 14 septembre 1863 1<sup>m</sup>,689

le 15      »      » 1<sup>m</sup>,655

il y a eu un excès dans la sortie de l'eau sur l'entrée, dans le débit de l'émissaire sur celui des affluents, équivalant à 34 millimètres de hauteur d'eau sur la surface du lac. La surface du lac étant de 577 843 200 mètres carrés, 34 millimètres de hauteur d'eau représentent un cube de 19 646 700 mètres. Il est donc sorti 19 millions de mètres cubes de plus qu'il n'en est entré, et pour avoir le débit en 24 heures, du Rhône à Genève, le 14 et 15 septembre 1863 par 62 pouces de hauteur d'eau, nous devons ajouter cette valeur au débit du Rhône, dans le même temps, à la Porte-du-Sex.

La somme de ces deux chiffres nous donne pour la quantité d'eau sortie à Genève en 24 heures 36 321 900 mètres cubes.

Or en calculant d'après le jaugeage du 24 septembre 1840, le débit du Rhône en 24 heures par une hauteur d'eau de 62", je trouve à raison de 424 mètres par seconde :

36 633 600 mètres cubes en 24 heures.

La différence entre ces deux chiffres est de 311 700 mètres cubes, quantité insignifiante, car elle ne représente pas 1 millimètre de hauteur d'eau sur toute la surface du lac (577 800) et les lectures du limnimètre de Genève sont faites en lignes de pied de roi à 2<sup>mm</sup>,3.

---

<sup>23</sup> F. Burnier. Sur les limnimètres du lac Léman. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. IV, 149.

Nous sommes donc fondés à utiliser le jaugeage du 24 septembre 1840 comme suffisamment exact, et prenant cette base de 424 mètres cubes par seconde, nous pouvons continuer notre calcul.

Si 1 mètre cube d'eau du Rhône contient 130 grammes de limon sec, 424 mètres cubes, soit le débit en une seconde, contiendront 55 100 grammes de limon sec.

Si je calcule le volume de cette quantité de limon, en prenant pour sa densité 1,93 (densité de l'argile), je trouve que le Rhône transporte :

en 1 seconde,	28,5 décimètres cubes de limon.
en 1 minute,	1 710 »
en 1 heure,	102 600 »
en 24 heures,	2 463 000 »
soit en 24 heures,	2 463 mètres cubes de limon sec.

Si nous prenons les moyennes mensuelles données par M. F. Burnier de 1838 à 1853, nous verrons que pendant 4 mois les eaux du lac peuvent être considérées comme étant hautes. En effet ces moyennes nous donnent, en centimètres de l'échelle dont le zéro est à 3 mètres au-dessous du repère de la Pierre-du-Niton, pour le mois de juin, un niveau de 160 centimètres.

» juillet,	» 202 »
» août,	» 208 »
» septembre,	» 179 »

le niveau moyen de l'année étant de 131 »

Le jaugeage du 24 septembre 1840 correspondait à une hauteur d'eau, à la même échelle, de 190 centimètres.

Je pourrais donc calculer le nombre de jours d'été qui me donneraient une moyenne de 190 centimètres, et trouver qu'en prenant :

20 jours du mois de juin,
31 » » de juillet,
31 » » d'août,
30 » » de septembre,

soit 112 jours d'été, j'aurais une moyenne de 190 centimètres qui me permettrait d'utiliser le jaugeage de 424 mètres. Mais comme je ne puis évaluer la quantité d'eau apportée dans le lac par les affluents autres que le Rhône <sup>24</sup>, je préfère rester à coup

<sup>24</sup> Cette quantité est peu importante. En février et mars 1858 d'après les notes de M. Ch. Dufour, la Venoge, la Morge, l'Aubonne, la Monneresse, la Veveyse, la Baie de Clarens et la Baie de Montreux, débitaient ensemble environ 2,5 mètres cubes d'eau par seconde. Je n'ai pas de jaugeages de la Dranse qui il est vrai a un débit plus considérable que les autres affluents du lac.

sûr au-dessous du chiffre probable et je compterai comme débitant cette quantité d'eau de 424 mètres cubes par seconde, seulement 90 jours d'été.

Si en un jour le Rhône transporte 2463 mètres cubes de limon, en 90 jours il transportera 221 670 mètres cubes de limon.

Ce transport est considérable et explique l'envahissement assez rapide de la plaine d'alluvion du Rhône sur le domaine du lac. Celui-ci est comblé chaque année davantage, et nous pouvons prévoir le moment où l'alluvion aura comblé tout son bassin. Dans combien de temps le lac Léman n'existera-t-il plus ?

J'ai deux manières d'arriver à calculer le cube du lac :

Le lac a une surface de 577,8 kilomètres carrés<sup>25</sup>,  
soit 577 800 000 mètres carrés.

Sa profondeur maxima est de 300 mètres.<sup>26</sup>

Si j'admetts que son volume est représenté par un cône dont la base serait égale à sa surface, et la hauteur égale à la profondeur, le volume du cône étant égal à la base multipliée par  $\frac{1}{3}$  de la hauteur, j'aurai pour le cube du lac un chiffre de

57 780 millions de mètres cubes.

D'une autre part utilisant les sondes du lac, faites par l'Anglais de la Bèche, j'ai en divisant le lac en 222 prismes triangulaires (167 pour le grand lac, 55 pour le petit lac) calculé un cube de 68 840 millions de mètres cubes.

Je prendrai ce dernier chiffre comme me donnant la valeur la plus forte, et probablement la plus rapprochée de la vérité. Si je divise ce nombre par la valeur que j'ai trouvée pour le transport annuel du Rhône, j'aurai le nombre d'années nécessaires au comblement du lac par cette action agissant seule.

Par ce procédé j'arrive au chiffre de 310 500 ans.

Ce chiffre est-il un maximum, est-il un minimum ?

Pour répondre à cette question, discutons les données de mon calcul.

J'ai pris l'eau qui m'a servi de premier élément par un jour d'été normal, à la surface et au bord du courant, par conséquent au point où le courant était le moins fort, laissait tomber au fond

<sup>25</sup> Bericht der hydrometrischen Commission der Schw. naturf. Gesellsch. Acta der Verhandlungen in Einsiedeln. Aug. 1861. p. 124.

<sup>26</sup> De la Bèche. Sur la profondeur et la température du lac de Genève. Bibl. univ. sc. et arts. t. XII p. 118 sq. Genève 1817.

et ne soutenait plus les particules terreuses les plus lourdes. En tout autre point l'eau eut été plus chargée.

La quantité de limon, 25 milligrammes, que j'ai trouvé dans 192 grammes d'eau, correspond assez bien à celles trouvées dans d'autres mesures analogues, pour que je ne puisse pas la considérer comme exagérée. Si je la rapporte au volume d'eau, je trouve qu'elle est représentée par la fraction 0,000 065.

Or une mesure analogue faite par L. Horner, dans le Rhin à Bonn, donnait la fraction 0,000 062.<sup>27</sup>

Une autre mesure faite par Agassiz dans l'Aar au pied des glaciers, donne la fraction 0,000 064.<sup>28</sup>

Ce qui est d'une manière remarquable la même fraction que j'ai trouvée.

D'autres mesures citées par Lyell<sup>27</sup> donnent des valeurs beaucoup plus fortes.

Le Rhin aux hautes eaux, par	Hartsœker , 0,01.
Rivière jaune (Chine),	Barrow, 0,005.
Gange, hautes eaux,	Rennell, 0,25. (?)
Gange à Ghâzypour,	Everest, 0,0012.
Moyenne générale,	Manfredi, 0,0057.

Je puis d'après cela considérer mon chiffre comme étant bien un minimum.

D'une autre part le transport doit être beaucoup plus considérable en temps d'inondations et lorsque quelque accident, comme les catastrophes de Bagne ou l'éboulement de la Dent-du-Midi, ont amené dans le courant du fleuve des masses extraordinaires de matériaux.

Après des grandes pluies, Ch.-Th. Gaudin a mesuré la quantité de limon que charriaît l'Arno à Florence<sup>29</sup> et a trouvé dans 540 grammes d'eau 1 gramme de résidu solide, soit en volume la fraction 0,0009.

Moi-même après avoir constaté que l'eau du torrent du Rhône, prise au pied du glacier contenait comme moyenne de trois jours normaux d'été (29, 31 juillet et 2 août 1870), une quantité de limon représentée par la fraction 0,000 43, j'ai reconnu que l'eau prise

<sup>27</sup> Cité par Lyell. Principes de Géologie, trad. Meulien. II. 194. Paris 1845.

<sup>28</sup> Agassiz. Nouvelles études sur les glaciers, p. 575.

<sup>29</sup> Bull. Soc. vaud. Sc. nat. t. VI. p. 48.

au même endroit après des pluies d'orage contenait une bien plus forte proportion de limon, à savoir :

le 26 juillet 1870 à 4 h. 30 s. 0,0046.

le 3 août » à 6 h. 45 s. 0,0041.

Enfin j'ai mesuré la quantité de limon que portait au lac la petite rivière la Morge dont le débit était fortement accru le 28 octobre 1870 à la suite de plusieurs jours de pluie, et ai trouvé un transport représenté par la fraction 0,00049.

Je suis donc en droit de considérer la fraction que j'ai choisie pour valeur du transport du limon par le Rhône à son arrivée au lac Léman, comme étant une quantité minimum, et par ce côté du moins, le nombre d'années que je donne comme nécessaire pour le comblement du lac est un nombre maximum.

D'un autre côté le jaugeage qui m'a servi pour apprécier le débit du Rhône est, relativement à la hauteur des eaux du lac, le plus faible de ceux dont la progression régulière m'assure la justesse. Puis au lieu de compter 112 jours pendant lesquels le Rhône débité 424 mètres par seconde, je n'ai compté que 90 jours. Enfin je n'ai pas tenu compte du transport, assez considérable pourtant, qui se fait lors des basses eaux, en automne, en hiver et au printemps, après chaque pluie et au moment de la fonte des neiges basses.

Il est vrai que je n'ai pas fait entrer en ligne de compte l'eau apportée dans le lac par les ruisseaux et rivières autres que le Rhône qui s'y jettent directement. Mais ces affluents sont relativement presque insignifiants, excepté en temps d'orage et d'inondations, et comme eux aussi transportent de l'alluvion, et cela dans la mesure de leurs forces, le calcul n'en doit pas être sensiblement altéré.

Le débit d'eau qui m'a servi pour calculer le transport du Rhône est donc une quantité minimum, et à ce ce point de vue encore le nombre d'années que je donne comme nécessaire pour le comblement du lac est un nombre maximum.

De quelque manière que j'envisage le calcul, je trouve que mes données convergent à ce résultat, c'est que le chiffre obtenu pour le temps nécessaire au comblement du lac est un chiffre maximum et je puis conclure avec assez de certitude, que supposé la persistance des circonstances et des phénomènes actuels, l'action isolée du transport du Rhône suffira à combler le lac dans un temps inférieur à 300 mille ans. L'alluvion des affluents du lac diminuera encore cette limite ; des catastrophes accidentelles la raccourciront probablement.

Est-ce un chiffre que je donne là? Est-ce un calcul mathématiques? Non. Telle n'est pas ma prétention. Pour faire un calcul exact il faudrait non pas une ou deux mesures, mais une série très complète de mesures très exactes. Il faudrait calculer jour par jour avec bien plus de précision que cela n'a été fait, le jaugeage du fleuve, mesurer jour par jour son transport de limon, en prenant des échantillons d'eau à différentes profondeurs, et surtout près du fond du courant; il faudrait enfin refaire un cubage plus exact du lac en vérifiant les sondes de la Bèche. Il faudrait faire ce travail non pas pour une année seulement, mais pour une série d'années, et avec les moyennes obtenues essayer un calcul qui serait encore sujet à toutes les chances d'accidents qu'apporterait l'inconstance des éboulements, débâcles et inondations.

Je n'ai donc pas la prétention de donner un chiffre; je veux seulement donner une idée, un sentiment de la valeur de ce transport. L'erreur que je commets est peut-être du simple au double; mais quoiqu'il en soit, ces raisonnements, chiffres et calculs peuvent laisser l'impression sur laquelle je veux insister, c'est que dans l'état actuel des choses, dans les circonstances climatériques et géographiques qui nous régissent, en quelques cent mille ans le lac Léman sera comblé.

Mais ces circonstances ont agi constamment depuis l'époque glaciaire, et dans des conditions à peu près analogues. Voyons maintenant quel travail a été accompli jusqu'à présent.

La vallée du Rhône a été comblé en partie; le lac qui existait entre Sion et Martigny a été comblé; le lac Léman qui s'étendait jusqu'à St-Maurice a été comblé jusqu'à Villeneuve et au Bouveret. Or ces deux plaines d'alluvion mesurent ensemble environ 150 kilomètres carrés; ajoutons-y 50 kilomètres pour la plaine qui s'étend de Martigny à St-Maurice et les autres parties alluviales de la vallée du Rhône, et nous aurons 200 kilom. carrés soit le tiers environ de la surface du lac (577 kil.), le tiers de cette surface qui d'après mon calcul sera comblée en 300 mille ans.

Quelle était la profondeur du lac de Sion à Martigny; quelle était la profondeur du Léman de St-Maurice à Villeneuve; de combien l'alluvion a-t-elle relevé le plancher de ce qui est encore le lac Léman? Nous ne le savons pas. Nous sommes ici en présence d'inconnues, et nous n'avons pas d'équations pour les résoudre. Mais en laissant de côté ces inconnues, nous pouvons cependant conclure que le travail de comblement, s'il a été considérable, n'a pas été infiniment grand, que s'il a duré pendant une longue série d'années, il n'a pas employé un nombre infini de siècles.

C'est là précisément ce que je voulais démontrer. Car cela revient à dire que le temps qui s'est écoulé depuis l'époque glaciaire à nous n'est pas infiniment grand, et par suite que la lacune qui sépare l'âge du renne et l'âge du cerf n'est pas infiniment grande.

Je formuleraï donc ma conclusion en disant :

L'espace de temps qui sépare les âges archéologiques du renne et du cerf (époques paléo- et néolithiques), est considérable et doit se compter par milliers d'années ; il n'est pas infiniment grand et ne doit pas se compter par millions d'années.

Et si je puis me hasarder à traduire ces raisonnements<sup>30</sup> en un tableau chronologique, je l'écrirai pour notre pays comme suit :

(*Voir le tableau, p. 590.*)

Ce n'est pas encore de la chronologie historique, c'est cependant un peu plus que de la simple chronologie géologique.

---

<sup>30</sup> Je n'ai pas besoin de faire remarquer que dans ce travail je n'ai abordé la question qu'au point de vue des phénomènes naturels, et que je n'ai point fait entrer en jeu, ce qui devrait être fait dans une étude complète, les preuves et les monuments de l'histoire, de la littérature et de l'archéologie des autres régions de la terre.

## • TABLEAU CHRONOLOGIQUE APPROXIMATIF.

<i>A<sup>o</sup> p. Chr.</i> 400.	Invasion des barbares et destruction de la civilisation romaine.	Epoque helvético-ou gallo-romaine.	II <sup>e</sup> AGE DU FER.
259-268.	Dévastation d'Avenches par les Allemani.		
<i>A<sup>o</sup> a. Chr.</i> 58.	Expédition des Helvétiens dans les Gaules sous le commandement d'Orgétorix.		
101-113.	Guerre des Cimbres.		
107.	Victoire de Divicon sur les Romains.	Epoque helvétique.	I <sup>er</sup> AGE DU FER.
—	• • • • •		
—	Période lacustre.	• • • • •	AGE DU BRONZE.
—	Epoque néolithique.	Epoque de la pierre polie.	II <sup>e</sup> AGE DE LA PIERRE.
		( <i>Lacune.</i> )	
—	Age du renne.	Epoque paléolithique.	Epoque de la pierre brute. I <sup>er</sup> AGE DE LA PIERRE.
		Fin de l'époque glaciaire.	
100 000 (?)			