Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande

Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise

Band: 25 (1982)

Artikel: Paléoclimatologie isotopique de la station littorale d'Auvernier-Port (lac de Neuchâtel)

Autor: Lemeille, Elisabeth / Olive, Philippe

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-835563

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: 13.07.2025

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

Elisabeth Lemeille et Philippe Olive

Paléoclimatologie isotopique de la station littorale d'Auvernier-Port

(lac de Neuchâtel)

1. Introduction

1.1. A partir de fouilles effectuées en différents points du rivage du lac de Neuchâtel, P. VOUGA établit, entre 1920 et 1930, la première stratigraphie du néolithique de la Suisse occidentale. Récemment, en prévision du tracé d'une route en bordure du lac, les autorités cantonales et fédérales suisses, conscientes de la valeur de ce patrimoine, mirent à la disposition des archéologues les moyens financiers qui rendirent possible une étude du site d'Auvernier.

1.2. Sur le bloc D, Louis CHAIX étudia les mollusques. Sur les tests de *Bithynia tentaculata* et *Valvata piscinalis* et sur la fraction calcaire du sédiment nous avons mesuré les rapports isotopiques $^{18}O/^{16}O$ et $^{13}C/^{12}C$ des carbonates pour tenter de préciser l'évolution du milieu durant la période considérée : Néolithique moyen, récent et final (5000 à 4000 ans BP environ).

2. Bref rappel de paléoclimatologie isotopique

Deux faits sont à considérer.

2.1. Durant les multiples étapes qui jalonnent le cycle de l'eau des ségrégations ont lieu entre les différentes molécules d'eau : les plus légères étant généralement plus mobiles. Ces ségrégations, ou fractionnements, se traduisent par des enrichissements ou des appauvrissements en oxygène-18 (^{18}O) : l'isotope lourd de l'oxygène.

La valeur de ce fractionnement en ^{18}O s'exprime en delta (δ) ou parts pour mille (‰) par rapport à un standard de référence. Sous nos climats les eaux de surface présentent des $\delta^{18}O < O$ et l'enrichissement est, pour les eaux de surface, proportionnel à la température du milieu :

(1) Eaux : $\Delta^{18}O/\Delta t \simeq +0{,}40‰/°C$ (à $\pm$ 0,05‰)

Ce qui revient à dire que le $\delta^{18}O$ d'une eau de surface s'élèvera d'environ 0,4‰ pour une augmentation de la température du milieu ambiant de 1° C.

Ce gradient isotopique qui est lié au gradient adiabatique de l'air est donc resté constant au cours du temps.

2.2. Un carbonate (CO_3^{2-}) précipitant dans l'eau verra sa teneur en ^{18}O s'établir en fonction de la teneur en ^{18}O de l'eau du milieu de précipitation et de la température de l'eau.

La dépendance du $\delta^{18}O$ du carbonate est donc double. A la fois du $\delta^{18}O$ de l'eau (équation 1) et de la température de l'eau du milieu où précipite le carbonate :

(2) Carbonate : $\Delta^{18}O/\Delta t \simeq -0{,}20‰/°C$ (à $\pm$ 0,03‰)

Si bien que finalement, pour l'ensemble eau + carbonate, on aboutit à :

(3) Eau + carbonate : $\Delta^{18}O/\Delta t \simeq +0{,}20‰/°C$ (à $\pm$ 0,08‰)

2.3. En définitive, toute augmentation de 1° C de la température du milieu entraînera un enrichissement en ^{18}O de 0,2‰ des carbonates précipitant dans un lac à condition bien entendu que le $\delta^{18}O$ de l'eau du lac reste constant.

3. Application à la série d'Auvernier-Port

Sur la figure 1 sont reportées les teneurs en ^{18}O des carbonates du test des mollusques et du sédiment rapportés au standard international PDB et mesurées à $\pm$ 0,2‰.

On constate tout d'abord que l'amplitude maximum de variation des teneurs en ^{18}O sur l'ensemble de la série est de 3‰. Ce qui, avec le gradient de 0,2‰ par °C, indique un réchauffement de 15° C. Mais les données sédimentologiques, malacologiques, palynologiques,... s'opposent à un réchauffement d'une telle ampleur.

Il y a donc lieu de faire intervenir, conjointement, une variation du $\delta^{18}O$ de l'eau du lac. L'évaporation de l'eau d'un lac entraîne un enrichissement en ^{18}O de la masse d'eau lacustre : la vapeur d'eau évaporée étant préférentiellement constituée de molécules plus légères à ^{18}O. Il en résulte donc pour les carbonates une augmentation de leur teneur en ^{18}O qui n'est pas due uniquement à un réchauffement (équation 3).

On peut raisonnablement penser que l'augmentation de l'évaporation s'est accompagnée d'une légère augmentation de la température. En effet, l'évaporation est fonction, outre de la température, de la tension de vapeur de l'atmosphère et de la vitesse du vent.

Partons d'une augmentation de température de 4° C. Elle se traduit (équation 3) par une augmentation du $\delta^{18}O$ des carbonates de 0,8‰. Le reste, 3–0,8 = 2,2‰, est dû à l'évaporation.

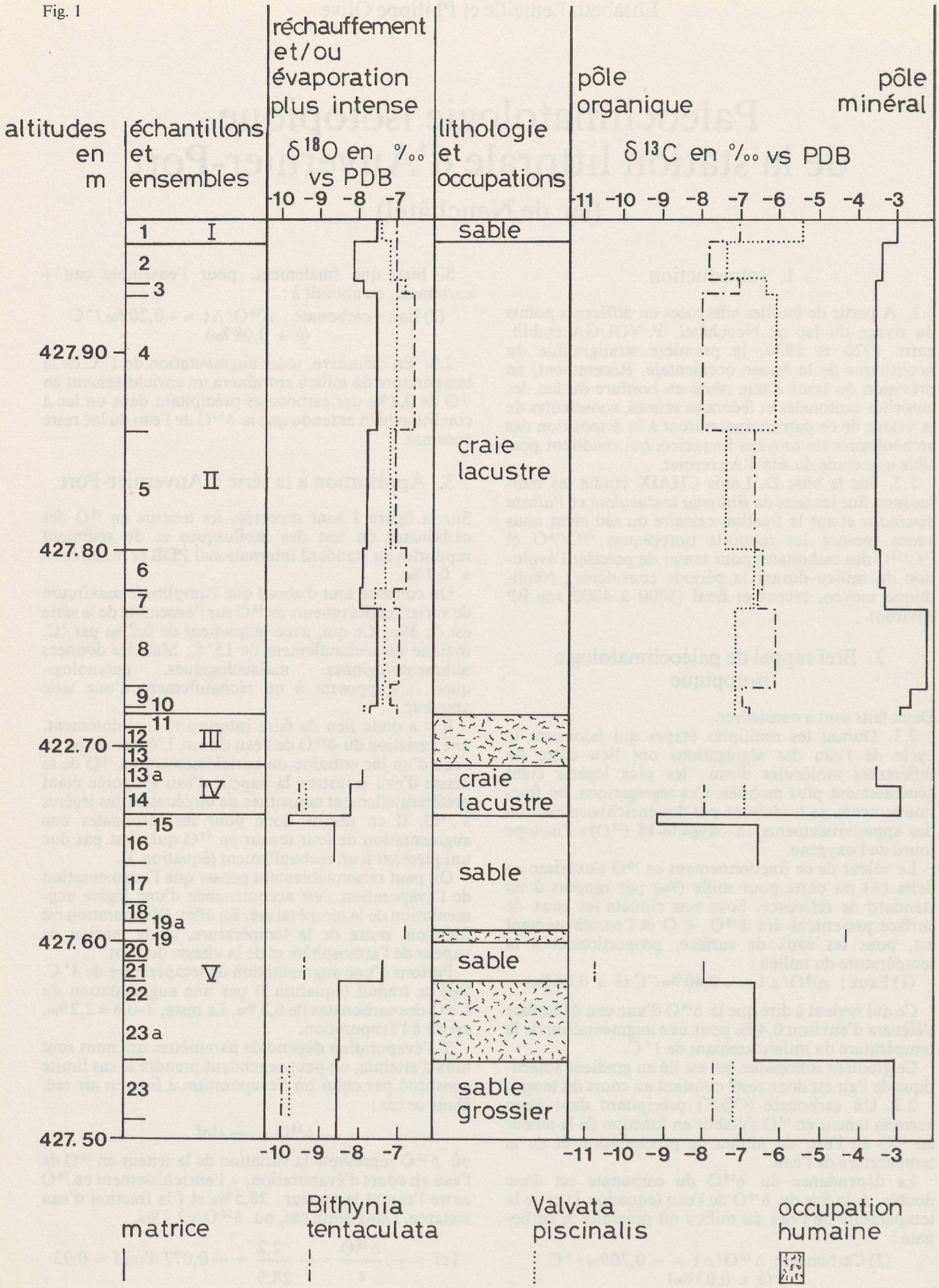
Si l'évaporation dépend de paramètres qui nous sont hors d'atteinte, on peut cependant prendre le cas limite constitué par celui où l'évaporation a lieu en air sec. Dans ce cas :

$$\Delta^{18}O \simeq -\varepsilon \ln f$$

où $\delta^{18}O$ représente la variation de la teneur en ^{18}O de l'eau en cours d'évaporation, ε l'enrichissement en ^{18}O entre l'eau et la vapeur : 28,5‰ et f la fraction d'eau restante. Dans notre cas, où $\delta^{18}O = 2{,}2‰$,

$$\ln f \simeq -\frac{\Delta^{18}O}{\varepsilon} \simeq -\frac{2{,}2}{28{,}5} \simeq -0{,}077 \text{ d'où } f \simeq 0{,}93$$

Fig. 1


altitudes en m
échantillons et ensembles
réchauffement et/ou évaporation plus intense
δ 18O en ‰ vs PDB
lithologie et occupations
pôle organique
pôle minéral
δ 13C en ‰ vs PDB
-10 -9 -8 -7
-11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3
427.90
427.80
422.70
427.60
427.50
I
II
III
IV
V
sable
craie lacustre
craie lacustre
sable
sable
sable grossier
matrice
Bithynia tentaculata
Valvata piscinalis
occupation humaine

Ainsi, l'évaporation de 7 % de la masse d'eau du lac de Neuchâtel rendrait compte de l'augmentation de la teneur en ^{18}O de 2,2 ‰.

Cette évaporation se manifesterait par une baisse de niveau du lac que nous pouvons évaluer. En effet, le volume d'eau actuel du lac est de $14{,}115.10^9$ m³, 7 % représentent $\simeq 10^9$ m³. La surface du lac étant de $217{,}1.10^6$ m², cette diminution de $\simeq 10^9$ m³ se traduit donc par une baisse du niveau d'environ 5 m (10^9 m³/$217{,}1.10^6$ m²).

Cette baisse du niveau du lac ne s'est évidemment pas effectuée en une seule année. Supposons qu'elle se soit étendue sur une centaine d'années, l'évaporation annuelle était donc de l'ordre de $\simeq 10^9$ m³/100 ans $\simeq 10^7$ m³/an. L'évaporation actuelle étant de 16.10^7 m³/an il suffit donc de l'augmenter de 6 % par an pour aboutir au bout d'un siècle à une baisse du lac de 5 m.

Donc une augmentation de température de 4° C et une augmentation de l'évaporation de 6 % pendant une centaine d'années rendent compte d'une augmentation de la teneur en ^{18}O de 3 ‰. De plus il en résulterait une baisse du niveau du lac de 5 m.

Seule une carotte prise au large du site d'Auvernier à une profondeur d'une dizaine de mètres permettrait d'avoir une série continue de craie lacustre. On pourrait alors étudier les variations de la teneur en ^{18}O de l'eau du lac lors des installations humaines.

Echantillons	$\delta^{18}O$ en ‰ vs PDB			$\delta^{13}C$ en ‰ vs PDB		
	Matrice	Bithynia tentaculata	Valvata piscinalis	Matrice	B	V
1	– 7,52	– 7,00	– 7,56	– 3,01	– 7,04	– 5,46
2	– 8,08	– 6,99	– 6,97	– 3,40	– 7,74	– 7,31
3	– 7,85	– 6,99	– 6,83	– 4,03	– 7,03	– 6,32
4	– 7,52	– 6,48	– 7,00	– 3,49	– 8,98	– 6,05
5	– 7,78	– 7,00	– 7,10	– 3,52	– 6,63	– 7,41
6	– 7,88	– 6,71	– 7,37	– 3,37	– 6,45	– 6,64
7	– 7,92	– 7,08	– 7,57	– 3,28	– 6,66	– 6,68
8	– 7,54	– 6,89	– 7,22	– 2,18	– 6,12	– 7,12
9-	– 7,54	– 7,18	– 7,54	– 2,62	– 6,94	– 7,12
10	– 7,71	– 7,07	– 7,93	– 2,89	– 6,84	– 7,18
13 a	– 7,88	–	–	– 3,47	–	–
14	– 8,23	– 9,53	– 9,53	– 2,94	– 7,90	– 6,91
15 a	– 9,83	–	–	– 9,10	–	–
16	– 8,64	–	–	– 6,50	–	–
19	– 6,79	–	–	– 4,24	–	–
21	– 7,41	– 9,36	–	– 7,98	– 10,76	–
22-23 a	– 8,48	–	–	– 6,63	–	–
23	– 8,53	– 9,98	– 9,72	– 3,00	– 7,76	– 7,21

4. Les données du $^{13}C/^{12}C$

Le contenu isotopique en ^{13}C des carbonates lacustres est en relation avec l'environnement.

4.1. En effet l'origine des carbonates peut être purement physico-chimique. Le $\delta^{13}C$ des carbonates est alors voisin de + 3 ‰, le fractionnement entre le CO_2 atmosphérique ($\delta^{13}C \simeq$ — 7 ‰) et les carbonates étant de 10 ‰.

4.2. L'origine peut être aussi organique. Le carbone utilisé, provenant de la respiration et de la décomposition des plantes, est très déficitaire en ^{13}C. Le $\delta^{13}C$ des carbonates est alors proche de — 16 ‰ le fractionnement, toujours de 10 ‰, s'effectuant à partir du CO_2 biogénique à — 26 ‰.

4.3. Les teneurs en ^{13}C pouvant varier de + 3 ‰ (pôle physico-chimique) à — 16 ‰ (pôle organique), donnent donc une bonne indication de l'importance de l'intervention du carbone organique lacustre au moment de la cristallisation du carbonate.

4.4. Tout comme les teneurs en ^{18}O, les teneurs en ^{13}C de l'ensemble II restent relativement stables autour d'une valeur moyenne de — 3 ‰ pour la matrice et — 7 ‰ pour les coquilles, attestant d'un mélange entre les CO_2 atmosphérique et biogénique. L'influence organique p peut être évaluée à 40 % :

$$\frac{(-3)+(-7)}{2} = p.(-16)+(1-p)(+3)$$

5. Conclusions

Le bloc de terrain D étudié ici présente une série qui s'étend sur 1000 ans environ. Les valeurs observées, tant en ^{18}O qu'en ^{13}C, n'ont pas subi de grandes variations. La variation maximale en ^{18}O pourrait s'expliquer par une baisse de niveau du lac de 5 mètres. Baisse qui n'exige pas de changement climatique important.

On peut supposer que les occupations humaines ont eu lieu aux moments où le bilan hydrologique des eaux de surface (lacs, sources) devenait déficitaire durant l'été. Il en résultait un tarissement des sources de la région, ce qui conduisait les populations à venir s'installer vers le seul point d'eau permanent : le lac de Neuchâtel.

Juillet 1978

Bibliographie

CHAIX L., CHASSAING B., OLIVE Ph.
1982 «Premières données sur la composition isotopique du test des mollusques actuels de quelques plans d'eau nord-alpins», *Arch. Sc.* Genève, 35, 1 ; 3-22.