

Zeitschrift:	Actes de la Société jurassienne d'émulation
Herausgeber:	Société jurassienne d'émulation
Band:	70 (1967)
Artikel:	Essai de datation de la couche à ours de la grotte de Saint-Brais II par la méthode du radiocarbone (C14)
Autor:	Reusser, Pierre
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-558795

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: 12.01.2026

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

Essai de datation de la couche à ours de la grotte de Saint-Brais II par la méthode du radiocarbone (C_{14})*

par Pierre Reusser

« C'est au milieu du XIX^e siècle que l'on établira, au milieu du scandale de beaucoup, que l'homme est vieux de plusieurs dizaines de milliers d'années et qu'il fut le contemporain du mammouth et de l'ours des cavernes. » Laming (cf. N° 1 de la Bibliographie, p. 14).

Introduction

La datation au radiocarbone (isotope C_{14}), méthode dont la découverte valut à Libby, son auteur, un prix Nobel en 1960, est l'auxiliaire le plus précieux du préhistorien ou de l'archéologue pour établir une chronologie absolue, précise et sûre, dans des limites d'erreur raisonnables, du passé jusqu'à 50 000 ans avant notre époque (Bibliographie 2, 3) et même, d'après les perfectionnements les plus récents, jusqu'à 70 000 ans (8). Cela signifie qu'il est possible de jalonner le pléistocène tardif et l'holocène, c'est-à-dire la fin du dernier interglaciaire, la glaciation de Würm et l'époque postglaciaire, ou encore le Moustérien de l'*Homo Neanderthalensis*, les étapes des industries de l'*Homo sapiens fossilis* et l'ère de l'*Homo sapiens* ou époque moderne.

Saint-Brais II est particulièrement intéressant par la découverte qu'y fit Koby, après plusieurs années de fouilles, d'une incisive néandertalienne (6), *le plus vieux vestige humain — et le seul néandertalien — de Suisse*.

C'est la raison pour laquelle nous avons entrepris la datation de la grotte en question par le radiocarbone ; d'autre part, toute donnée de cette nature manque pour la partie jurassienne du canton de Berne, alors qu'une série de mesures ont été effectuées ailleurs, notamment dans le Simmental (4). Nous pourrons donc établir quelques comparaisons avec ces stations.

* Ce travail est dédié à Monsieur F.-Éd. Koby, Dr-méd., qui a bien voulu, en m'accordant son amitié, m'initier aux secrets de « ses » cavernes.

Enfin, nos résultats seront comparés avec ceux, déduits hypothétiquement, des méthodes classiques de datation des sédiments du quaternaire : nous mentionnons en particulier les recherches granulométriques de Lais et Schmid (7), qui ont fourni des résultats remarquables, comprenant également Saint-Brais II, p. 166, d'une part, et les conclusions de Koby (6), d'autre part.

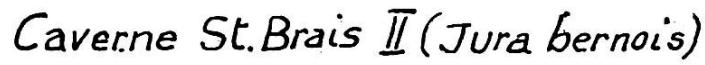
La présente étude n'a cependant d'autre prétention que de donner un premier aperçu, une première approximation de la datation de Saint-Brais II, car pour des raisons pratiques nous nous sommes limité à la détermination de deux séries d'échantillons d'os seulement. Ces échantillons ont été prélevés dans la couche à ours (*Ursus spelæus*) à deux niveaux différents, dans des strates relativement épaisse (30 et 60 cm.). Un travail plus détaillé, tenant compte de subdivisions plus petites, en corrélation avec l'étude granulométrique, la pétrographie sédimentaire, devra compléter cette étude préliminaire. Schmid (7), p. 178, exprimait le vœu suivant, à propos de la relation entre la datation au radiocarbone et la granulométrie : « So haben also die bisher ausgeführten Radiokarbon-Untersuchungen an Holzkohle aus Höhlensedimenten unsere Ergebnisse bestätigt. *Umso eindringlicher erhebt sich der Wunsch, alle nur möglichen C₁₄ – Untersuchungen an Material aus Höhlensedimenten vorzunehmen.* »

Nous tenons à exprimer nos remerciements à M. le Dr Koby et à Mme Elisabeth Schmid, Dr phil. et professeur à l'Université de Bâle pour leurs conseils ; à MM. Bröckelmann et Bouvier, Dr phil., qui nous ont aidé dans les fouilles ; à M. H. Ceschger, Dr et professeur à l'Institut de physique de l'Université de Berne, ainsi qu'à son assistante, Mme Trudi Riesen, qui ont eu l'amabilité d'effectuer les déterminations au radiocarbone.

Le site de Saint-Brais II

La grotte de Saint-Brais II, tout comme celles de Saint-Brais I et III, se trouve à 960 m. d'altitude, au pied d'une falaise rauracienne, à l'est du village de ce nom, dans les Franches-Montagnes. Il n'existe pas encore de monographie sur Saint-Brais II — comme c'est le cas pour Saint-Brais I (5) —, mais Koby (6) en a donné une description sommaire en introduction à son travail sur la dent néandertalienne qu'elle recelait. Il a décrit succinctement les couches, évalué leur âge en fonction de leur nature, leur contenu et leur position.

La figure 1 montre le plan de la grotte : l'incisive néanderthalienne a été trouvée à gauche de l'entrée, à l'endroit marqué d'une double croix de la chambre principale, à une profondeur de 290 cm. Nous avons recueilli nos deux séries d'échantillons d'os à droite, au début de la galerie, à l'endroit indiqué par une croix simple.



Echelle (Plan et Coupes) : 1:250

A horizontal scale bar representing 20 meters. It features numerical labels '0', '5', '10', '15', and '20' at regular intervals along the left side. The word 'Meter' is written in cursive script at the end of the scale.

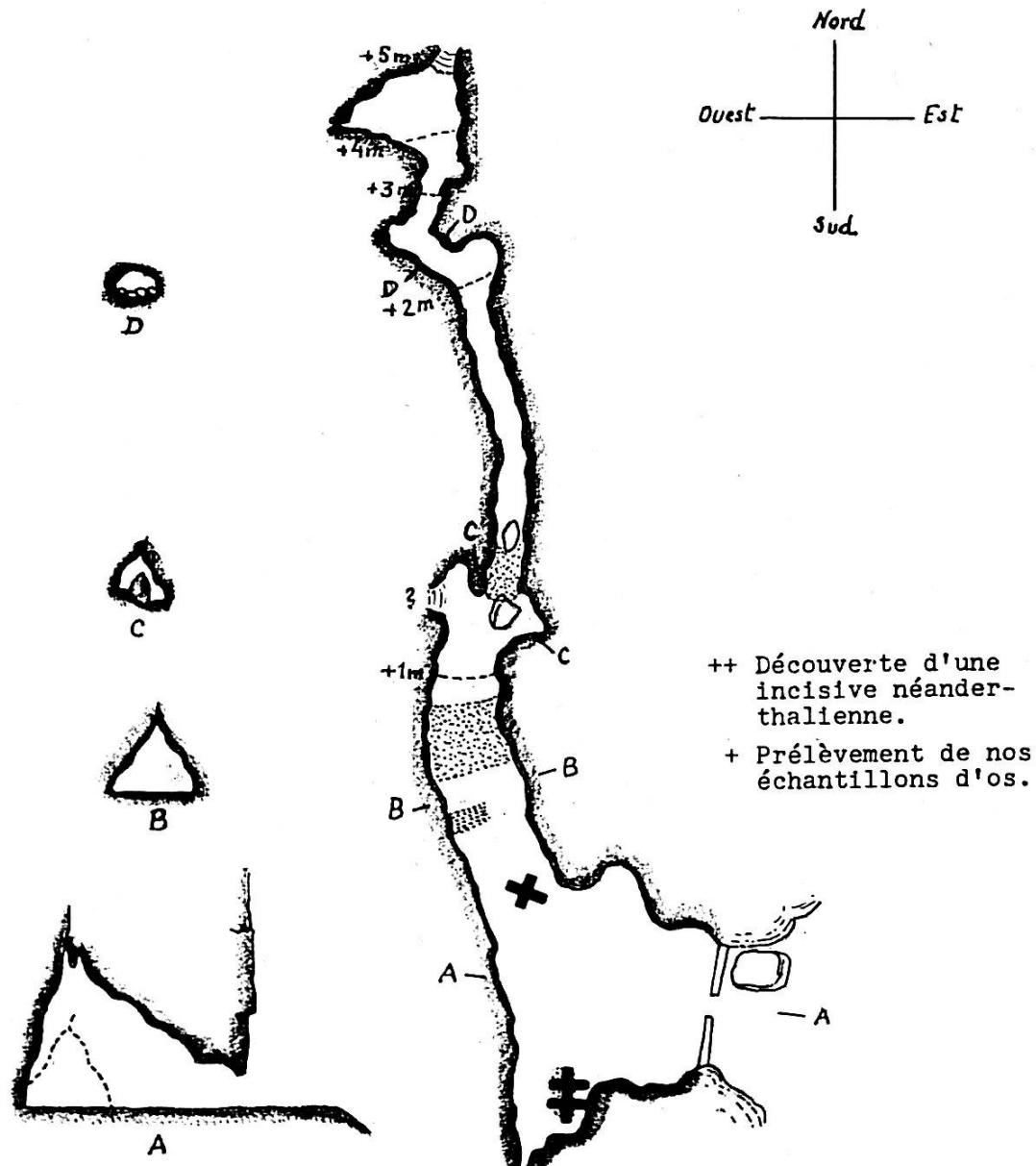


Fig. 1.

Del. Dr Dickenmann.

* Ce plan inédit a été mis aimablement à notre disposition par M. le Dr Koby.

Aussi bien dans la partie gauche que dans la partie droite de la chambre, on rencontre une stratification semblable. Les données de Koby et celles de Schmid pour la partie gauche sont pratiquement applicables au profil de droite : pas de stratifications nettes ; une première couche de plus d'un mètre, liée par du tuf, pierreuse et pratiquement stérile, est remplacée peu à peu par une couche contenant des fragments d'os, parmi des pierres de toutes grandeurs liées par une marne brun jaune ; elle se continue jusqu'à une profondeur d'environ 270 cm. ; au-dessous, une couche brunâtre s'est révélée moins riche en os, d'après les observations faites à ce jour. Deux couches minces, ayant l'apparence de paléosols — marquant peut-être un temps d'arrêt dans le remplissage de la grotte — coupent le profil à 155 et 185 cm. de la surface actuelle, sur une longueur de six mètres au moins, de la gauche à la droite de la chambre ; à gauche, elles ont été observées à une profondeur de 165 et 195 cm. Perpendiculairement, sur l'axe allant de l'entrée à la paroi du fond, ces couches gagnent encore en profondeur, à proximité de la paroi.

Partie expérimentale

a. Le prélèvement des échantillons

Nous avons prélevé les fragments d'os au cours de six journées de fouille, de janvier à avril 1967. L'échantillon No 1 était situé entre 155 et 185 cm., l'échantillon No 2 entre 210 et 270 cm. du sol actuel. L'un des échantillons était donc placé entre les deux éventuels paléosols, l'autre au-dessous.

La quantité minimale d'os exigée pour une datation au radiocarbone étant de 2,2 kg. (1), nous n'avons pas, dans ce premier travail, limité par trop l'épaisseur des strates choisies pour le prélèvement. Nous avons ainsi recueilli les quantités d'os suivantes (poids après lavage et séchage en étuve à 140 ° C) :

- échantillon No 1 : 2848 g., dont environ 1000 g. en provenance de récoltes antérieures effectuées dans le même niveau par M. Koby ;
- échantillon No 2 : 2300 g.

b. La préparation des échantillons pour l'analyse

Les os doivent être débarrassés dans la mesure du possible des infiltrats postérieurs au dépôt : matières organiques ou inorganiques susceptibles de fausser les mesures. Les carbonates peuvent fournir un apport de carbone ancien, non radioactif ou, au contraire, s'ils ont été formés récemment à partir du gaz carbonique de l'air et infiltrés par l'eau, un surplus de radiocarbone par rapport à la teneur naturelle des os. Les acides humiques d'origine plus récente peuvent également influencer la teneur en radiocarbone.

Une analyse d'os d'*Ursus spelæus* en provenance de Saint-Brais I avait donné la composition en osséine suivante (5), p. 191 :

- osséine soluble : 10,6 %,
- osséine insoluble : 1,6 %.

Il est probable que l'osséine soluble subisse davantage les influences extérieures que l'osséine insoluble. Cette dernière seule sera utilisée pour fournir le carbone servant à la datation ; sa faible quantité contenue dans les os fossiles explique en même temps la nécessité de prélever des échantillons aussi importants.

Pour obtenir et purifier la matière organique utilisable, les os séchés sont traités durant trois à quatre semaines dans un bain d'acide chlorhydrique à concentration progressivement croissante (0,5 à 5%); l'acide est renouvelé deux fois par jour, selon les prescriptions du laboratoire du radiocarbone de l'Institut de physique de Berne. Nous avons travaillé avec de l'acide pur (Merck p. a.) dilué à la concentration voulue par de l'eau distillée et déionisée.

Après que tout dégagement de gaz carbonique eut cessé, la suspension acide d'osséine a été dialysée jusqu'à neutralisation dans un bain d'eau courante distillée et déionisée. Nous avons ensuite éliminé l'eau par lyophilisation, ce qui nous a laissé un résidu osseux sec, poreux et aisément combustible, en quantités suivantes :

- échantillon No 1 : 54,5 g., soit 1,9 % de la quantité d'os initiale ;
- échantillon No 2 : 100,9 g., soit 4,3 % de la quantité d'os initiale.

L'écart de pourcentage entre les deux échantillons provient peut-être d'une différence dans le degré de fossilisation ou encore d'une différence dans la teneur initiale en osséine insoluble due à l'âge des individus : en effet l'un des échantillons était composé principalement de fragments (bassin, vertèbres, os longs) provenant d'un ou de plusieurs ours relativement jeunes.

c. La mesure de la radioactivité des échantillons

Le laboratoire du radiocarbone de Berne, auquel nous avons remis nos échantillons procède comme suit : combustion de la matière dans un courant d'oxygène ; congélation du gaz carbonique formé dans une trappe à azote liquide pour le purifier d'autres gaz et le débarrasser du surplus d'oxygène ; réduction catalytique à 200 - 300 ° C par l'hydrogène en présence de ruthénium pour obtenir du méthane ; purification de ce dernier par congélation selon le principe de la trappe à azote liquide, après élimination préalable de l'eau de réaction.

Finalement, le méthane sera introduit à l'état gazeux dans le tube de mesure d'un compteur proportionnel pour l'enregistrement de la radioactivité.

Résultats

Les résultats sont contenus dans le tableau 1 ci-dessous :

No de l'échantillon	Profondeur moyenne du prélèvement	Datation absolue en années	Erreur en années
1 (837)	170 cm	30 600	± 900
2 (838)	240 cm	33 400	± 1700

Tableau 1 :

Datation des échantillons d'ours des cavernes de Saint-Brais II.

() Numérotation du laboratoire du radiocarbone.

Nous discuterons ces résultats en corrélation avec le stade des glaciations, la nature du dépôt de la caverne, les industries humaines correspondantes et d'autres sites semblables.

Discussion et conclusions

Nos déterminations situent la couche à ours de Saint-Brais II au début de l'Aurignacien. Selon Alimen (9), p. 134, l'industrie aurignacienne va de 33 500 à 20 000 ans avant J.-C. Elle écrit : « Signa-lons enfin que nous possédons maintenant quelques datations de l'Aurignaco-Périgordien par la méthode du radiocarbone : 33 500 ans avant notre ère, pour le niveau de Chatelperron d'Arcy-sur-Cure (Yonne), 28 810 ± 490 pour l'Aurignacien de la Quina (Charente), 28 420 ± 300 pour l'Aurignacien d'Arcy-sur-Cure, 20 100 ± 1000 pour le Périgordien IV de l'abri Pataud, aux Eyzies. »

La dent de Néanderthalien, trouvée à 50 cm. au-dessous de la profondeur moyenne de notre échantillon inférieur, soit à 290 cm. de la surface actuelle, est donc sans conteste placée dans le Moustérien tardif ; le Moustérien qui prit fin il y a 30 000 à 40 000 ans est l'industrie caractéristique de la race de Néanderthal. *Nous pouvons de ce fait confirmer les hypothèses de Koby* (6), attribuant 35 000 à 45 000 ans à la strate néanderthalienne de Saint-Brais II.

Le Moustérien va de l'interglaciaire Riss-Würm jusqu'à la première moitié de la glaciation de Würm incluse ; l'Aurignacien est situé au Würm moyen. Dans de nombreuses cavernes la couche à ours (*Ursus spelæus*) a été déposée principalement au cours de cette dernière époque. Rares sont les cas où des traces d'ours ont été décelées à une période plus tardive : leur présence se termine à la fin du Magdalénien. Un cas exceptionnel — et très discuté — prolongerait leur existence jusqu'au Mésolithique : le gisement du Ranggiloc (4), p. 101.

Nos datations montrent que la couche à ours de Saint-Brais II est donc nettement située au Würm moyen, s'étendant, selon Woldstedt (10), de 25 000 à 48 000 ans avant notre ère. Un grattoir de facture aurignacienne probable, trouvé par Koby à 240 cm. de profondeur, confirme également nos observations.

Schmid remarquait au sujet de la couche à ours de Salzofen, qui, avec 34 000 ans, est la plus voisine de Saint-Brais II (7), p. 178 : « Der in Groningen* ermittelte Wert für die Salzofen- Holzkohle mit 34 000 J. passt also vorzüglich in das Göttweiger Interstadial, unser Würm-Interstadial (= Hauptschwankung) in das wir die Höhlenbärenschicht... auf Grund der Sedimentanalyse eingeordnet haben », et à propos de Saint-Brais II, p. 168 : « Nach den bisherigen Ergeb-

* Laboratoire de datation au radiocarbone des Pays-Bas.

nissen hat der Höhlenbär die Höhle während des Würm Interstadien aufgesucht bis zum endgültigen Einbruch der Kälte, die durch den Tiefenfrost den Bär vertrieb.» La grande phase intermédiaire de réchauffement (interstade principal) de la glaciation de Würm couvre une période allant de 28 000 à 42 000 ans avant notre ère, avec plusieurs maxima et minima.

La figure 2 illustre les fluctuations würmiennes et donne la position de nos datations dans le contexte chronologique de la glaciation.

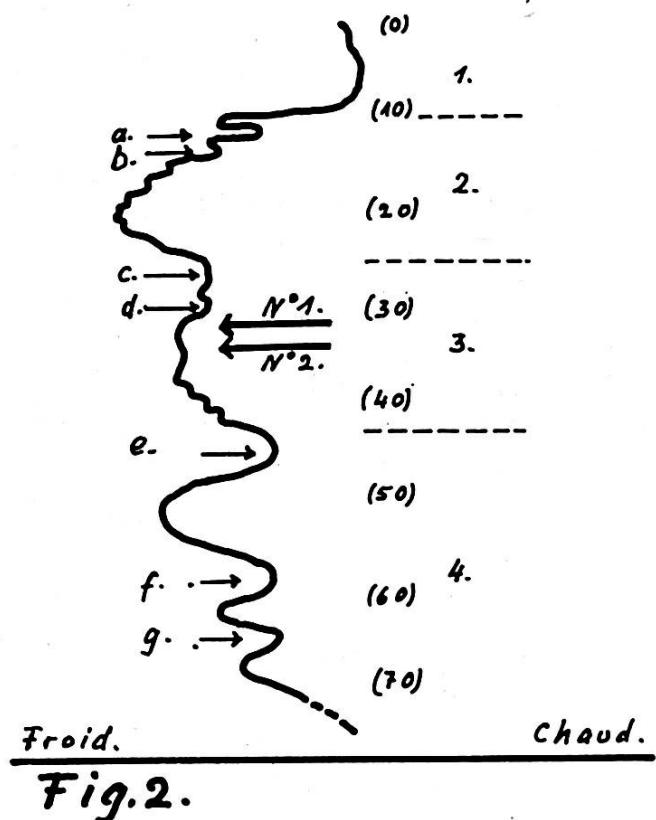


Figure 2 :

Déroulement de la glaciation de Würm en Europe
(d'après Woldstedt).

1. Holocène, 2. Würm récent, 3. Würm moyen, 4. Würm ancien.

Interstadies et intervalles : a. Alleröd, b. Bölling, c. Paudorf, d. Arcy, e. Göttweig, f. Brörup, g. Amersfoort.

Chiffres entre () = millénaires.

No 1 et No 2 = nos échantillons avec 30 600 ans à 170 cm.
et 33 400 ans à 240 cm. de la surface actuelle.

Le tableau 2 sert à la comparaison avec d'autres cavernes, sur la base des datations au radiocarbone, en particulier des couches contenant des vestiges paléontologiques :

Lieu, caverne	Datation en années	Nature de l'échantillon mesuré	Littérature
Ranggiloch. Boltigen, Suisse.	10 150 ± 200 9 500 ± 150 5 280 ± 160 5 190 ± 100 5 090 ± 55	Os d'ours, couche profonde. Charbon de bois, couches moins profondes.	(4), p. 101.
Chilchli. Erlenbach, Suisse	17 500 ± 500 22 000 ± 4000	Os d'ours.	(4), p. 129.
Schnurrenloch. Oberwil, Suisse.	14 000 ± 600 24 000 ± 600	Os d'ours.	(4), p. 73.
Istállòskö. Hongrie.	30 670 ± 500	Charbon de bois.	(8), p. 105 et (4), p. 73.
Saint-Brais II. Franches-Montagnes, Suisse.	30 600 ± 900 33 400 ± 1700	Os d'ours.	
Salzofenhöhle. Autriche.	34 000 ± 2000	Charbon de bois.	(8), p. 105 et (4), p. 73.
Lebenstedt. Allemagne.	48 300 ± 2000	Charbon de bois.	(8), p. 105.
Senftenberg. Autriche.	48 303 ± 2000	Charbon de bois.	(4), p. 73.
Drachenloch. Saint-Gall, Suisse.	49 000	Charbon de bois.	(4), p. 73.
Amersfoort. Pays-Bas.	53 000	Charbon de bois.	(8), p. 105.

Tableau 2 : Datation de quelques cavernes au radiocarbone.

Le tableau montre que *la couche à ours de la caverne de Saint-Brais II est nettement plus ancienne que celles du Simmental* ; les auteurs des travaux du Simmental pensent que leurs mesures diffèrent de la réalité de quelques millénaires, qu'ils ajouteraient aux valeurs mentionnées. Confirmant les données granulométriques de Schmid, nous n'avons pas lieu de mettre en doute l'ordre de grandeur de nos datations, tout en ayant conscience des lacunes de la méthode de datation de matériel osseux fossile : nous reviendrons brièvement sur cette question en fin de chapitre. Saint-Brais II se rapprocherait des cavernes d'Istállòskö et de Salzofen pour les dates.

Les différences observées dans les datations des lieux cités dans le tableau ne surprennent pas si l'on considère les écarts pouvant résulter de la position géographique des cavernes par rapport à la couverture glaciaire, de leur altitude, des fluctuations locales du climat. Ces facteurs influencent également la vitesse de remplissage d'une grotte qui peut varier selon les époques, marquant des temps d'arrêt ou d'accélération. La situation de Saint-Brais II, à 962 m. d'altitude, en dehors des glaciers alpestres ou jurassiens de Riss^{*} et de Würm (6), mais à peine au-dessous de la limite des neiges (7), p. 22 et 165, de la phase würmienne principale, peut faire admettre des variations de cette nature : alternance de périodes de gel, avec ralentissement du processus, ou au contraire, réchauffement, favorisant les effets de l'eau en provenance des masses de neige fondante et provoquant une accélération. Schmid (7), p. 26 écrit au sujet de ce type de grotte, placée en altitude, mais en dehors des glaciers : « Hier ist vor allem Frostbruch zu erwarten. Auch mit der Tätigkeit des Schmelzwassers ist zu rechnen. Die Begehung durch Mensch und Tier ist möglich », et à propos de Saint-Brais II, p. 169 : « In dem äusserlich einheitlichen Material liess sich durch die Sedimentanalysen eine Gliederung in eine untere, interstadiale Bildung und eine obere, während des Hauptwürms abgelagerte herausarbeiten ».

Ayant mesuré approximativement 3000 ans pour un dépôt de 70 cm., équivalent à la différence des profondeurs moyennes de nos échantillons, nous devrions avoir pour la période indiquée par Schmid, une couche à ours plus considérable. En fait, d'après Koby (6), p. 2, elle ne dépasse guère 200 à 250 cm. Il écrit : « A 1 m. 40 on rencontre les premiers restes osseux et dentaires d'*Ursus spelaeus*, qu'on trouve jusque tout en bas (3 m. 50 à 4 m.).» *L'hypothèse d'un ralentissement net à certaines périodes, de logique devient probable* ; elle devra toutefois être vérifiée — confirmée ou infirmée — lors d'une

* La glaciation de Riss, plus importante que celle de Würm, a été constatée jusqu'à Bellelay.

étude plus minutieuse et plus détaillée des couches de Saint-Brais II. Les probabilités d'une erreur expérimentale restent également grandes pour les mesures effectuées. Afin d'acquérir une certitude absolue, il faudrait opérer sur du charbon de bois et non sur des os : « Faute de grives, on mange des merles !...» nous enseigne la sagesse populaire.

Remarques sur la méthode de datation par les os

Laming (1), p. 205 écrit : « L'étude de l'os est peu prometteuse, et c'est grand dommage, car c'est la matière organique la plus abondante et la plus fréquente dans les gisements paléolithiques et néolithiques. » Il pense que l'action du sol diminue et modifie peu à peu la composition en matière organique, jusqu'à rendre inutilisables des os non carbonisés.

Depuis, de nombreux auteurs se sont penchés sur le problème : parmi les travaux les plus récents, nous renvoyons à ceux de Sellstedt, Engstrand et Gejvall (11), Tamers et Pearson (12), Berger et Libby (13), Olson et Broecker (14). Barker (15), qui en donne un aperçu critique, fait remarquer que, selon les cas, les résultats obtenus avec des os coïncident ou divergent des mesures sûres livrées par le charbon ou la datation archéologique (lorsque cette dernière peut être établie avec certitude). Il n'y a pas encore de méthode générale valable pour séparer les matières organiques d'origine plus récente, absorbées sur les substances protéïniques osseuses, d'avec celles-ci, après élimination des carbonates inorganiques. Il apparaît toutefois qu'un traitement à l'acide, d'après Tamers et Pearson, ou une extraction alcaline, selon Berger et Libby, diminuent considérablement l'erreur, sans la supprimer avec sûreté.

La position des os dans le terrain est déterminante aussi : il est probable que dans une grotte l'apport de substances étrangères est moins important que dans un terrain découvert, mais recouvert d'une couche végétale. En outre les eaux d'infiltration doivent traverser d'épaisses couches de matériaux divers, avant de parvenir aux os enfouis ; elles ont été de ce fait débarrassées d'une part importante des substances dissoutes, soit par adsorption, soit par échange d'ions. Aussi considérons-nous, avec Saint-Brais II, nous trouver plutôt en présence d'un cas favorable !

Et nous concluons avec Boucher de Perthes, le père de la préhistoire : « A défaut de monuments, il faut bien se contenter de leur poussière, et en l'absence des individus eux-mêmes, de la trace qu'y ont laissée leurs pas. »

Résumé

Des os d'ours des cavernes (*Ursus spelæus*) prélevés à Saint-Brais II (Suisse) à des profondeurs de 170 et 240 cm. ont donné les datations suivantes par la méthode du radiocarbone : 30 600 et 33 400 ans. Les résultats coïncident avec les observations granulométriques et les déductions obtenues par d'autres méthodes, et les confirment.

Bibliographie :

- 1) A. Laming : *La découverte du passé* ; éd. Picard, Paris, 1952.
- 2) W. F. Libby : *Radiocarbon dating* ; The University of Chicago Press, 2. Ed., 1955.
- 3) W. F. Libby : *Radiokohlenstoff-Datierung* ; Angew. Chem. 73, 225, 1961.
- 4) D. Andrist, W. Flükiger, A. Andrist : *Das Simmental zur Steinzeit* ; Acta Bernensia III, Verl. Stämpfli, Bern, 1964.
- 5) F.-Éd. Koby : *Une nouvelle station préhistorique (paléolithique, néolithique, âge du bronze) : les cavernes de Saint-Brais* ; Verh. Naturf. Ges. Basel, 49, 138, 1938.
- 6) F.-Éd. Koby : *Une incisive néandertalienne trouvée en Suisse* ; Verh. Naturf. Ges. Basel, 67, 1, 1956.
- 7) E. Schmid : *Höhlenforschung und Sedimentanalyse* ; Schriften des Inst. f. Ur- u. Frühgeschichte der Schweiz, 13, 1958.
- 8) E. Schmid : *Die C¹⁴ – Daten von Höhlenbärenschichten im Vergleich zur geologischen Datierung* ; Jahrb. Schw. Ges. f. Urgeschichte 47, 104, 1958-1959.
- 9) H. Alimen : *Préhistoire* : tome I, éd. Boubée, Paris, 1965.
- 10) P. Woldstedt : *Die letzte Eiszeit in Nordamerika und Europa* ; Eiszeitalter und Gegenwart 11, 148, 1960.
- 11) H. Sellstedt, L. Engstrand, N.G. Gejvall : *New application of radiocarbon dating to collagen residue in bones* ; Nature 212, 572, 1966.

- 12) M. A. Tamers and F. J. Pearson : *Validity of radiocarbon dates on bone* ; Nature 208, 1053, 1965.
- 13) R. Berger and W. F. Libby : *Radiocarbon* 8, 467, 1966.
- 14) E. A. Olson and W. S. Bröecker : *Radiocarbon* 3, 141, 1961.
- 15) H. Barker : *Radiocarbon dating of bone* ; Nature 213, 415, 1967.
- 16) Boucher de Perthes : *Antiquités celtiques et antédiluvien*nes ; Vol. I, 1847.

Adresse de l'auteur :

P. REUSSER, Dr sc. nat.,
Emanuel Büchelstr. 26
4000 Bâle.

HISTOIRE

