

Identification d'œufs d'helminthes dans des coprolithes du Néolithique

Françoise Bouchet

UFR de Pharmacie, Laboratoire de Paléoparasitologie Associé CNRS ESA 8045 51, rue Cognacq-Jay 51100 Reims - France

Résumé

Trois sites néolithiques situés respectivement en France au bord du lac de Chalain (Jura) et en Suisse au bord des lacs de Constance (site d'Arbon) et de Neuchâtel (site de Concise) ont fait l'objet d'une étude paléoparasitologique. De nombreux œufs extrêmement bien préservés ont été découverts et identifiés par leur morphologie et leur morphométrie : Œufs de *Trichuris* sp., *Fasciola* sp., *Diphyllobothrium* sp., *Capillaria* sp., *Diocotophymus* sp.

Les deux derniers retiennent notre attention car ils posent le problème de l'émergence, voire de la prédominance de certaines parasitoses à une époque donnée et leur disparition ou leur faible représentation à d'autres moments. En effet ces deux parasitoses *Capillarioses* et *Diocotophymoses* sont anecdotiques de nos jours en Europe de l'Ouest. Parfois associés à ces œufs d'helminthes, des pollens et des spores végétales évoquent la possibilité de médication.

La parasitologie a longtemps ignoré la dimension historique des parasites et des maladies qu'ils transmettent, oubliant que nos connaissances sont strictement actuelles et ne concernent que le dernier siècle. La parasitologie que nous enseignons propose donc à nos étudiants une vue du problème limitée au contexte des connaissances acquises durant ce dernier siècle. Faut-il rappeler que A. Laveran (Prix Nobel en 1907) a décrit pour la première fois l'agent du paludisme dans une hématie parasitée, il y a moins d'un siècle ?

Mais dans un passé plus ou moins lointain, de quelles parasitoses souffraient nos ancêtres ? Sur quels indices pouvons-nous nous appuyer pour déceler ces parasitoses ? Deux questions parmi tant d'autres auxquelles la Paléoparasitologie apporte des éléments de réponse non négligeables. Ce travail de pionnier se structure progressivement en collectant jour après jour de nouvelles données dans le Nouveau comme dans l'Ancien monde.

Quelles formes ? Quelles traces ?

Les helminthes, vers parasites du tube digestif de l'homme ou de l'animal, rejettent en très grand nombre dans le milieu extérieur, des œufs dotés d'une coque composée de plusieurs membranes plus ou moins épaisses. Cette structure résistante, composée de chitine et de lipides, protège l'embryon des agressions du milieu extérieur. Elle permet d'accomplir le cycle biologique et de faire perdurer le pouvoir infestant du ver. Dans le cadre des analyses paléoparasitologiques, cette coque est retrouvée fossilisée quand les conditions ta-

phoniques sont favorables à la conservation. Ces œufs microscopiques dont la taille varie de 30 à 160 μm témoignent de la présence de certaines parasitoses à une époque donnée et nous renseignent sur l'individu qui a hébergé le parasite. Par déduction, nous obtenons de précieuses informations sur l'alimentation, l'hygiène, les modes de cuisson...

Où chercher ? Quel matériel étudier ? Comment extraire ?

Dans certains pays comme l'Égypte et le Pérou où la momification était une coutume largement répandue, l'étude des tissus momifiés a fourni des données importantes sur certaines parasitoses qui se développaient avant notre ère (2, 3, 10, 12, 28). Dans notre étude, le matériel mis à notre disposition est issu des chantiers archéologiques. Il se compose de coprolithes (féces fossilisées) et des sédiments sous-jacents qui captent les œufs d'helminthes migrant *per descensum* lors de la diagenèse précoce (perte d'eau).

Bien que la composition des coques d'helminthes soit proche de l'enveloppe pollinique, les techniques d'extraction en paléoparasitologie sont différentes (4, 5, 9) de celles appliquées à la palynologie. Après une étude sédimentologique des différentes phases minérales et organiques qui composent le dépôt archéologique et/ou une étude des coprolithes en lame mince sous microscopie polarisée, les échantillons sont réhydratés puis passés au travers d'une colonne de tamis à mailles microscopiques (360, 160, 50, 25 μm).



Les deux derniers refus de tamis sont analysés après avoir subi une série de réactions physico-chimiques basées sur la sédimentation et la flottation.

Notre choix : l'époque néolithique

Cette époque préhistorique attire plus particulièrement notre attention car elle correspond à une période de sédentarisation des populations où l'agriculture et l'élevage se sont développés. Ainsi, la promiscuité entre l'homme et l'animal a généré les premières anthroponoses (parasitoses communes à l'homme et à l'animal).

Nous avons eu accès à trois cités lacustres du Jura français et suisse datées entre les 36e et 30e siècles avant J.-C. : Chalain (lac de Chalain en France) (6, 8, 15), Arbon (lac de Constance en Suisse) et Concise (lac de Neufchâtel en Suisse). L'ambiance amphibie des lieux a permis une conservation exceptionnelle de tout le matériel archéologique dont les éléments parasitaires (1, 14, 15).

Certaines parasitoses ont été identifiées sur les trois sites. En revanche, quelques cas sont spécifiques à chaque village.

Quelles parasitoses ?

Des embryophores de *Tenia* (*Taenia* sp.) (30µm) dont quelques spécimens ont conservé leurs crochets fossilisés signent une alimentation carnée à base de viande grillée (porc, sanglier, bœuf). Ce fait est d'ailleurs corroboré par la présence de pierres chauffantes à proximité des habitations et de restes osseux aux extrémités carbonisées.

La présence d'œuf de *Fasciola* sp. (130x75µm), responsable d'une maladie hépatique grave : la distomatose, est due à la consommation de salades polluées par des excréments d'animaux porteurs de la parasitose. Les végétaux liés à cette phytophagie sont le cresson (*Nasturtium officinale*), le pissenlit (*Taraxacum dens leonis*), ou l'ail des ours (*Allium ursinum*) dont le pollen prédomine particulièrement dans le spectre palynologique de Chalain. Pour confirmer le cycle parasitaire, il fallait étayer le raisonnement en nous basant sur la présence, dans les restes malacologiques, de petits mollusques, hôtes intermédiaires : les limnées (*Limnaea truncatula* en particulier). Ainsi le puzzle de nos connaissances s'assemble et diverses hypothèses se superposent, ou se complètent.

Plus complexe fut le raisonnement autour des œufs de Bothriocéphale (*Diphyllobothrium* sp.) (70 x 65 µm), un Ténia hématophage qui, dans sa taille adulte, atteint 10 à 12 mètres. Le cycle hétéroxénique implique le passage par un Cyclops, lui-même

ingéré par un poisson (Salmonidés). La larve translucide du ver s'installe dans la chair ou les filets du poisson, en particulier de la truite (*Salmo trutta*). L'homme s'infeste en consommant ces filets crus ou insuffisamment cuits. Cette parasitose est toujours d'actualité dans les lacs alpins car la dernière épidémie signalée date de 1990 (26). Les restes macroscopiques de l'ichthyofaune (vertèbres et arêtes) sont extrêmement rares dans les tamisages effectués par les archéologues (14). Mais cette divergence de résultats n'est qu'apparente, car les habitudes des peuplades, qui ne possèdent aucun moyen de conservation est de débiter le poisson sur le lieu même de la pêche, de sélectionner les filets et de les transporter au village après un traitement par fumaison (16). Or, nous savons que ce procédé n'éradique pas les larves de Bothriocéphale.

D'autres cas sont plus particuliers. Sur le site d'Arbon par exemple, deux coprolithes recelaient des œufs peu courants attribués au genre *Dioctophymus* sp. (65x40µm). Ce ver ronge les reins de l'hôte. Seuls 20 cas humains ont été signalés à ce jour. Le cycle de ce ver est lui aussi hétéroxénique et passe par le lombric et la grenouille. Les larves se trouvent dans le mésentère de ces amphibiens. De nos jours, nous ne consommons que des animaux éviscérés, mais peut-être qu'à l'époque néolithique, les grenouilles étaient consommées grillées dans leur intégralité. Il sera nécessaire d'avoir d'autres résultats sur d'autres sites pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

A Chalain, nous avons identifié un nombre non négligeable d'œufs de *Capillaria* sp. (70x31µm) (8). Les *Capillaria* sont des vers aussi fins que des cheveux, ce qui explique leur dénomination (25). L'aspect réticulé de la coque de l'œuf est dû à une ornementation en maille de filet caractéristique qui empêche toute confusion morphologique avec l'œuf du genre *Trichuris*. Cette parasitose fait plus partie aujourd'hui du domaine des vétérinaires que des médecins. Pour la pathologie humaine, la bibliographie mentionne 11 cas de capillariose hépatique confirmés en Europe et 9 cas de capillariose pulmonaire (plus rares encore) décelés au niveau mondial. Or à Chalain, 21 coprolithes sur 23 contenaient des œufs de *Capillaria* sp. Quelles hypothèses peut-on proposer ? Quels raisonnements peut-on envisager ? Le cycle actuel de la capillariose nécessite le passage par des rongeurs synanthropes (*Mus* ou *Rattus*) et quelques petits mammifères sauvages (*Apodemus* sp.), (*Microtus* sp.), (*Sorex* sp.) (20). A l'époque néolithique, entre 3000 et 3500 avant J.-C., les rats et les souris, principaux porteurs de ces parasitoses, n'avaient pas encore pénétré nos régions de l'Europe de l'Ouest (29). Il faut attendre l'Age du Bronze vers 1500 avant J.-C., soit 15 siècles plus tard, pour que le cycle soit conforme à la vision que nous en avons aujourd'hui. Il faut donc envisager d'autres "réservoirs de virus" à l'époque néolithique. D'après le contexte archéozoologique, les possibilités se focalisent autour des blaireaux (*Meles* sp.) des putois (*Mustela* sp.) et surtout autour des hérissons (*Erinaceus* sp.).



Quel traitement ?

Si les résultats obtenus lors de nos analyses paléoparasitologiques nous informent sur la présence de parasitoses, en revanche il est difficile d'évaluer les médications utilisées au Néolithique. Lors de nos lectures microscopiques des coprolithes, l'identification de spores ou encore d'anneaux mécaniques de fougère permet d'évoquer un traitement anthelminthique. En effet, la racine de fougère mâle a été inscrite dès le premier Codex, et les premiers textes connus sur son utilisation remontent au traité médical de Dioscoride (Ier siècle après J.-C.). Il n'est donc pas impossible qu'à l'époque néolithique ce traitement ait été utilisé.

Une autre hypothèse concerne les Diphyllbothriidés. De nos jours certaines peuplades utilisent les muscles d'amphibiens parasités par des larves de *Spirometra* sp. en applications locales (16) dans un but de cicatrisation. A Chalain, l'abondance des os de grenouilles a fait évoquer la consommation de ces animaux dans un but alimentaire, mais il demeure que l'on peut se poser la question d'une utilisation sous forme cataplasme dans un but thérapeutique comme certaines tribus ou populations le font actuellement. Il faut insister sur le fait que ce mode de médication est une pure hypothèse pour la période néolithique et qui en plus sera difficilement vérifiable.

Conclusion

Les premières analyses en paléoparasitologie étant positives, il apparaît déjà qu'il existe des pics d'émergence de certaines parasitoses au cours des différentes époques préhistoriques ou historiques. L'histoire de l'épidémiologie parasitaire doit être sérieusement envisagée dans les années à venir. Quelques travaux sur des sites archéologiques de l'Ancien Monde se sont limités à un inventaire des éléments parasitaires (4, 17, 19, 21, 24, 27) mais peu d'auteurs ont soulevé les problèmes biologiques induits par la variabilité des relations hôtes parasites (5, 7, 12, 18, 23). Il apparaît que les cycles parasitaires ont évolué et qu'ils n'ont pas fini de nous surprendre par leur dynamisme et leur puissance d'adaptation. D'autre part, la grande variabilité des relations hôtes-parasites doit intégrer la dimension temporelle, le contexte paléoenvironnemental et doit comprendre les possibilités de transmission verticale ou transversale d'un hôte à un autre.

Références

ARBOGAST R.S., PETREQUIN A.M., PETREQUIN P. (1995) Le fonctionnement de la cellule domestique d'après l'étude des restes osseux d'animaux : le cas d'un village néolithique du lac de Chalain (Jura, France), *Anthropozoologica*, 21, 131-146.

ALLISON M.J., PEZZIA A., HASEGANA I. et GERSZTEN E. (1994) A case of hookworm infestation in precolumbian America, *American Journal of Physical Anthropology*, 41, 103-106.

ASPÖCK H., AUER H., PICHER O. (1996) *Trichuris trichiura* eggs in the neolithic glacier mummy from the Alps, *Parasitology Today*, 7, 255-56.

BOUCHET F. (1995) Recovery of Helminths eggs from Archeological excavations of the Grand Louvre (Paris, France), *Journal of Parasitology*, 81, 785-787.

BOUCHET F., PAICHELER J.C. (1995) Paléoparasitologie : présomption d'un cas de bilharziose au XVIème siècle à Montbéliard (Doubs, France), *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Série III*, 318, 811-814.

BOUCHET F., PETREQUIN P., PAICHELER J.C., DOMMELIER S. (1995) Première approche paléoparasitologique du site néolithique de Chalain (Jura, France), *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 88, 1-4.

BOUCHET F., BAFFIER D., GIRARD M., MOREL P., PAICHELER J.C., DAVID F. (1996) Paléoparasitologie en contexte pléistocène : premières observations à la Grande Grotte d'Arcy-sur-Cure (Yonne, France), *Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Série III*, 319, 147-151.

BOUCHET F. (1997) Intestinal capillariasis in neolithic inhabitants of Chalain (Jura, France), *The Lancet*, 349, 256.

CALLAN E.O., CAMERON T.N.M. (1960) A prehistoric diet revealed in coprolites, *The New Scientist*, 8, 35-39.

REYMAN T.A. et PECK W.H. (1975) Autopsy of an Egyptian mummy, *Science*, 187, 1155-1160.

COMBES C. (1990) Where do human parasites come from ?, *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*.

DEELDER A.M., MILLER R.L., JONGE (DE) N., KRUGER F.N. (1990) Detection of Schistosome antigen in mummies, *The Lancet*, 24, 724.

DESSE J., DESSE-BERNET N. (1996) Les poissons de Chalain et de Clairvaux, in P. PETREQUIN, *Les sites littoraux néolithiques de Chalain et de Clairvaux (Jura), Chalain station 3 (3200 - 3000 av. J.-C.)*, Paris, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.

DOMMELIER S., BENTRAD S., BOUCHET F., PAICHELER J.C., PETREQUIN P. (1998) Parasitoses liées à l'alimentation chez les populations néolithiques du lac de Chalain (Jura, France), *Anthropozoologica*, 27, 41-49.

EUZEY J. (1984) *Les parasitoses humaines d'origine animale : Caractères épidémiologiques*, Paris, Editions Flammarion Médecine Sciences Ed., 1-324.

FAULKNER C.T., PATTON S., STRAWBRIDGE J.S. (1989) Prehistoric parasitism in Tennessee: Evidence from the analysis of desiccated fecal material collected from Big Bone Cave, Van Buren county, Tennessee, *Journal of Parasitology*, 75, 461-463.

FERREIRA L.F., ARAUJO A., DUARTE A.N. (1993) Nematode larvae in fossilized animal coprolites from lower and middle Pleistocene sites, central Italy, *Journal of Parasitology*, 79, 440-442.

GREIG J. (1981) The investigation of a medieval barrel latrine from Worcester, *Journal of Archeological Sciences*, 8, 265-282.

HACHA P.N., SZYFRES B. (1989) *Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux*, Edition Office International des Epizooties, 1-1065.



HERRMANN B. (1988) *Parasite remains from medieval latrine deposits: an epidemiologic and ecologic approach*, Actes des 3e Journées Anthropologiques, Paris, Editions CNRS, 135-142.

JONES A.K.G., HUTCHINSON A.R. et NICHOLSON C. (1988) The worms of roman horses and other finds of intestinal parasite eggs from unpromising deposits, *Antiquity*, 62, 275-276.

JOUY-AVENTIN F., COMBES C., LUMLEY H. (de), MISKOVSKY J.C. et MONE H. (1999) Helminth eggs in animal coprolites from a Middle Pleistocene site in Europe, *Journal of Parasitology*, 85, 2, 376-379.

KLIKS M.M. (1990) Helminths as heirlooms and souvenirs: a review of New World paleoparasitology, *Parasitology Today*, 6, 93-100.

MORAVEC F. (1980) Revision of Nematodes of the genus *Capillaria* from european freshwater fishes, *Folia parasitologica*, 27, 309-324

PEDUZZI R. (1990) Résurgence de la Bothriocéphalose (parasitose à *Diphyllobothrium latum*) dans la région du Lac Majeur, *Médecine et Maladies Infectieuses*, 20, 493-497.

PIKE A.W. (1968) Recovery of Helminths eggs from archeological excavations, and their possible usefulness in providing evidence for the purpose of an occupation, *Nature*, 219, 303-304.

RUFFER M.A. (1910) Note on the presence of *Bilharzia haematobia* in Egyptian mummies of the twentieth dynasty, *British Medical Journal*, 1, 16.

VIGNE J.D. (1993-1994) *Les transferts anciens de mammifères en Europe occidentale : histoires, mécanismes et implications dans les sciences de la vie*, Colloque d'Histoire des Connaissances Zoologiques, Liège, 15-38.

Identification of helminth eggs in coprolithes from the Neolithic age

Françoise Bouchet

UFR de Pharmacie, Laboratoire de Paléoparasitologie Associé CNRS ESA 8045 51,rue Cognacq-Jay 51100 Reims - France

Abstract

Three neolithic sites, one in France (Chalain, in the Jura Mountains) and two in Switzerland (Arbon, close to the Bodensee, and Concise, close to Lake of Neuchâtel) were submitted to palaeoparasitological studies. Numerous well preserved eggs of parasitic intestinal worms were discovered and examined from the point of view of morphology and morphometry. Five parasites could thus be identified : *Trichuris sp.*, *Fasciola sp.*, *Diphyllobothrium sp.*, *Capillaria sp.*, *Dioctophymus sp.*

Special attention was paid to the latter two as they pose the question of the emergence and disappearance of the corresponding diseases in the prehistoric and historic periods. These two parasitoses (*Capillariosis* and *Dioctophymosis*) have now become anecdotal phenomena in modern European countries. However, as the helminth eggs are often found in association with pollens and spores, we can assume that the latter were used as part of a medical treatment.

Parasitology has for a long time neglected the historical dimension of parasites and the diseases they transmit, forgetting that our knowledge is very recent and does not really go beyond the limits of the last century. The kind of parasitology that we submit to our students offers an image of the issue that represents the scope of the knowledge that we have collected in the course of the last century. In that respect, we should remind that that A. Laveran (Nobel Prize winner in 1907) provided the first description of the agent of malaria that he had identified in a parasitized red blood cell less than one century ago.

What kinds of parasitoses did our ancestors suffer in a more or less remote past ? Where can we find support to detect these parasitoses ? These are two questions - among many more - for which Paleoparasitology can provide tentative information. This pioneering work is gradually developing by collecting fresh data in both the Old and New World.

Which forms? Which traces?

Helminths are parasitic worms developing in the digestive tract of men and animals; they release into the environment a great number of eggs in a shell made up of several membranes of various thickness. This resistant structure, composed of chitin and lipids, protects the embryo against the aggressions from the outer world. It makes it possible to perpetuate the biological cycle and sustain the capacity of the worm to cause infection. Paleoparasitologic investiga-

tion brings to light such shells found in fossilized form when taphonomic conditions have been favorable for conservation. These microscopic eggs, whose size ranges from 30 to 160 mm testify to the presence of certain parasitoses at a given time and provide information about the individual who hosted the parasite. We may then deduct valuable information about the diet, the hygiene, the cooking procedures, etc.

Where to investigate? Which material to study? How to extract?

In some countries such as Egypt and Peru where mummification was common practice, the study of mummified tissues has provided significant information on specific parasitoses that had developed before our era (2, 3, 10, 12, 28). The material used in this study originates from archaeological excavation sites. It is composed of coprolithes (fossilized faeces) and the underlying sediments which captured helminth eggs which migrate *per descensum* at the time of early diagenesis (water loss).

Though the composition of helminth eggshells is close to that of pollen hulls, the the method used in paleoparasitology for extraction is different (4, 5, 9) from that applied in palynology. After a sedimentological study of the various mineral and organic phases making up the archaeological deposit and/or a study of the coprolithes according to the thin-blade procedure in polarized microscopy, the samples are re-hydrated and then filtered in a multi-



layered fine-mesh sieve. (360, 160, 50, 25 mm). The last two deposits in the sieve are analyzed after being submitted to a series of physicochemical reactions based on sedimentation and flotation.

Our selection: the Neolithic age

We paid special attention to this prehistoric era as it corresponds to a period when people settled down and became sedentary and agriculture and breeding developed. As a consequence, promiscuity between men and animals generated the first cases of anthroponosis (forms of parasitosis common to humans and animals).

We had access to three lakeside cities in the the French and Swiss Jura Mountains dating back to between the 36th and 30th centuries B. C.: Chalain (Lake Chalain in France) (6, 8, 15), Arbon, (Lake of Constance or Bodensee in Switzerland) and Concise (Lake Neufchâtel in Switzerland). The amphibian environment of the sites permitted an exceptional state of conservation for all archaeological material, including the parasitic elements (1, 14, 15).

Certain parasitoses were identified on all three sites, whereas some cases are proper to one or the other village.

Which forms of parasitosis?

Some specimens of tenia (*Taenia* sp. - 30µm) embryophores still have fossilized fangs, which testify to a diet including grilled meat (pork, wild boar, beef). This fact is supported by the presence of heating stones close to the dwellings and bone remainders with charcoaled ends.

The presence of eggs of *Fasciola* sp., (130x75µm), a species responsible for a serious form of hepatitis (distomatosis), betrays the consumption of salad polluted by the faeces of animals carrying the parasites. The plants involved in this vegetarian diet are watercress (*Nasturtium officinal*), dandelion (*Taraxacum dens leonis*) or bear garlic (*Allium ursinum*) whose pollen predominates in particular in the palynologic spectrum of Chalain. To confirm the parasitic cycle, we found additional support when we observed the presence, in the malacologic left-overs, of small molluscs acting as intermediate hosts: limneas (in particular *Limmnea truncatula*). Thus the pieces of information in the jigsaw puzzle began to fit together and various assumptions overlapped and complemented each other.

Reasoning on the basis of the eggs of *Bothriocephalus* (*Diphyllobothrium* sp. - 70 x 65 µm) - a hematophagous tapeworm which, in its adult phase, can have a length of 10 to 12 meters - was more complex. Its heteroxenic cycle includes a transformation as a cyclops, which is itself ingested by a fish of the salmonidae family. The translucent larva of the worm settles in the flesh or the

fillets of the fish, in particular trout truite (*Salmo trutta*). Man is infested when eating these fillets either raw or insufficiently cooked. This parasitosis may still occur in the region of Alpine lakes and the latest epidemic dates back to 1990 (26). Macroscopic remainders of ichthyofauna (vertebrae and bones) are extremely rare in the siftings carried out by archaeologists (14). But the divergence in results is only apparent as it is common practice for the communities having no means of conservation to process the fish at the place where it was caught, select the fillets and transport them to the village after processing them by smoking (16). But we know that this treatment does not eliminate the *Bothriocephalus* larvae.

Other cases are even stranger. On the Arbon site, for example, two coprolithes included rare eggs assigned to *Dioctophymus* sp (65x40µm) species. This worm gnaws at the kidneys of its host. Only 20 human cases have been reported to date. The cycle of this worm is also heteroxenic and includes the lombric and the frog. The larvae are to be found in the mesenter of the latter amphibians. Our diet includes in modern times only eviscerated animals, but in the Neolithic era, the frogs were probably eaten as a whole after being grilled. We will need further evidence from other sites to confirm or cancel this assumption.

In Chalain, we identified a considerable number of eggs of *Capillaria* sp (70x31µm)(8). *Capillaria* are hair-thin worms, owing their name to this characteristic (25). The reticulated aspect of the egg shell is due to a specific mesh-like ornamentation precluding any possibility of morphological confusion with the eggs of the *Trichuris* species. This form of parasitosis is business rather for vets than for doctors. Concerning human pathology, the literature mentions only 11 cases of confirmed hepatic capillariosis in Europe and 9 cases of pulmonary capillariosis (even rarer) detected in the whole world. However, in Chalain, 21 coprolithes out of 23 contained eggs of *Capillaria* sp Which assumptions can be put forward? Which line of reasoning can be proposed? The present cycle of capillariosis calls for a period of life in synanthrope rodents (*Mus* or *Rattus*) and some small wild mammals (*Apodemus* sp), (*Microtus* sp.), (*Sorex* sp.) (20). During the Neolithic era, between 3000 and 3500 B. C., rats and mice, the main carriers of these parasitoses, had not yet settled in this part of Western Europe (29). It was not until the advent of the Bronze age, about 1500 B. C., i.e. 15 centuries later, that the cycle was in agreement with the picture that we have today. It is therefore necessary to look for other "virus repositories" in the Neolithic age. According to the archeozoologic context, potentialities mostly refer to badgers (*Meles* sp), polecats (*Mustela* sp.) and above all hedgehogs (*Erinaceus* sp.).

Which treatment?

Even if the results supplied by our paleoparasitologic analyses provide information on the presence of parasitoses, it is difficult to evaluate the kind of medication used in the Neolithic era. The micro-



scopic observation of the coprolithes, the identification of spores or mechanical rings of Fern suggest that there existed some form of anthelmintic treatment. The root of the male fern was indeed mentioned in the most ancient Codex and the earliest documents mentioning its use date back to the Medical Treatise by Dioscorides (1st century A.D.). It is therefore quite possible that this treatment was used in the Neolithic era.

Another assumption refers to the Diphyllbothriidae. We know of some ethnic communities using the muscles of Amphibians carrying *Spirometra* sp. larvae as parasites in local application (16) to accelerate cicatrization. The abundance of frog bones in Chalain is an indication that these animals might have been consumed as food, but we can also imagine that it was used as a cataplasm for therapeutic purposes as some ethnic communities currently do. We think that this mode of medication was used in the Neolithic age is no more than an assumption and it seems to be beyond verification.

Conclusion

As the earliest analyses in Paleoparasitology offer positive results, it seems that certain parasitoses experienced peaks of emergence during the various prehistoric or historical eras. Programs in the history of parasitic epidemiology should be set up in the years to come. Research on some archeological sites in the Old World was limited to an inventory of parasitic elements (4, 17, 19, 21, 24, 27) but few authors have examined the biological problems induced by the variability of the parasite-host relations (5, 7, 12, 18, 23). It seems that the parasitic cycles have changed in the course of time; they will probably supply more unexpected information due to their dynamism and their adaptability. In addition, the wide range of host-parasite relations should be integrated into time depth and the paleo-environmental context and include the possibility of having vertical or transverse host-to-host transmission.

References

ARBOGAST R.S., PETREQUIN A.M., PETREQUIN P. (1995) Le fonctionnement de la cellule domestique d'après l'étude des restes osseux d'animaux : le cas d'un village néolithique du lac de Chalain (Jura, France), *Anthropozoologica*, 21, 131-146.

ALLISON M.J., PEZZIA A., HASEGANA I. et GERSZTEN E. (1994) A case of hookworm infestation in precolumbian America, *American Journal of Physical Anthropology*, 41, 103-106.

ASPÖCK H, AUER H, PICHER O (1996) *Trichuris trichiura* eggs in the neolithic glacier mummy from the Alps, *Parasitology Today*, 7, 255-56.

BOUCHET F. (1995) Recovery of Helminths eggs from Archeological excavations of the Grand Louvre (Paris, France), *Journal of Parasitology*, 81, 785-787.

BOUCHET F., PAICHELER J.C. (1995) Paléoparasitologie : présomption d'un cas de bilharziose au XVI^{ème} siècle à Montbéliard (Doubs, France), *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, Série III, 318, 811-814.

BOUCHET F., PETREQUIN P., PAICHELER J.C., DOMMELIER S. (1995) Première approche paléoparasitologique du site néolithique de Chalain (Jura, France), *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 88, 1-4.

BOUCHET F., BAFFIER D., GIRARD M., MOREL P., PAICHELER J.C., DAVID F. (1996) Paléoparasitologie en contexte pléistocène : premières observations à la Grande Grotte d'Arcy-sur-Cure (Yonne, France), *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, Série III, 319, 147-151.

BOUCHET F. (1997) Intestinal capillariasis in neolithic inhabitants of Chalain (Jura, France), *The Lancet*, 349, 256.

CALLAN E.O., CAMERON T.N.M. (1960) A prehistoric diet revealed in coprolites, *The New Scientist*, 8, 35-39.

REYMAN T.A. et PECK W.H. (1975) Autopsy of an Egyptian mummy, *Science*, 187, 1155-1160.

COMBES C. (1990) Where do human parasites come from ?, *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*.

DEELDER A.M., MILLER R.L., JONGE (DE) N., KRUGER F.N. (1990) Detection of Schistosome antigen in mummies, *The Lancet*, 24, 724.

DESSE J., DESSE-BERNET N. (1996) Les poissons de Chalain et de Clairvaux, in P. PETREQUIN, *Les sites littoraux néolithiques de Chalain et de Clairvaux (Jura), Chalain station 3 (3200 - 3000 av. J.-C.)*, Paris, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.

DOMMELIER S., BENTRAD S., BOUCHET F., PAICHELER J.C., PETREQUIN P. (1998) Parasitoses liées à l'alimentation chez les populations néolithiques du lac de Chalain (Jura, France), *Anthropozoologica*, 27, 41-49.

EUZEBY J. (1984) *Les parasitoses humaines d'origine animale : Caractères épidémiologiques*, Paris, Editions Flammarion Médecine Sciences Ed., 1-324.

FAULKNER C.T., PATTON S., STRAWBRIDGE J.S. (1989) Prehistoric parasitism in Tennessee: Evidence from the analysis of desiccated fecal material collected from Big Bone Cave, Van Buren county, Tennessee, *Journal of Parasitology*, 75, 461-463.

FERREIRA L.F., ARAUJO A., DUARTE A.N. (1993) Nematode larvae in fossilized animal coprolites from lower and middle Pleistocene sites, central Italy, *Journal of Parasitology*, 79, 440-442.

GREIG J. (1981) The investigation of a medieval barrel latrine from Worcester, *Journal of Archeological Sciences*, 8, 265-282.

HACHA P.N., SZYFRES B. (1989) *Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux*, Edition Office International des Epizooties, 1-1065.

HERRMANN B. (1988) *Parasite remains from medieval latrine deposits: an epidemiologic and ecologic approach*, Actes des 3^e Journées Anthropologiques, Paris, Editions CNRS, 135-142.

JONES A.K.G., HUTCHINSON A.R. et NICHOLSON C. (1988) The worms of roman horses and other finds of intestinal parasite eggs from unpromising deposits, *Antiquity*, 62, 275-276.

JOUY-AVENTIN F., COMBES C., LUMLEY H. (de), MISKOVSKY J.C. et



MONE H. (1999) Helminth eggs in animal coprolites from a Middle Pleistocene site in Europe, *Journal of Parasitology*, 85, 2, 376-379.

KLIKS M.M. (1990) Helminths as heirlooms and souvenirs: a review of New World paleoparasitology, *Parasitology Today*, 6, 93-100.

MORAVEC F. (1980) Revision of Nematodes of the genus *Capillaria* from european freshwater fishes, *Folia parasitologica*, 27, 309-324

PEDUZZI R. (1990) Résurgence de la Bothriocéphalose (parasitose à *Diphyllobothrium latum*) dans la région du Lac Majeur, *Médecine et Maladies Infectieuses*, 20, 493-497.

PIKE A.W. (1968) Recovery of Helminths eggs from archeological excavations, and their possible usefulness in providing evidence for the purpose of an occupation, *Nature*, 219, 303-304.

RUFFER M.A.(1910) Note on the presence of *Bilharzia haematobia*"in Egyptian mummies of the twentieth dynasty, *British Medical Journal*, 1, 16.

VIGNE J.D. (1993-1994) *Les transferts anciens de mammifères en Europe occidentale : histoires, mécanismes et implications dans les sciences de la vie*, Colloque d'Histoire des Connaissances Zoologiques, Liège, 15-38.