Zeitschrift: Chronique archéologique = Archäologischer Fundbericht
Herausgeber: Service archéologique cantonal
Band: - (1984)

Artikel: Étude archéomagnétique du site néolithique de Delley/Portalban II
Autor: Hedley, Ian / Wagner, Jean-Jacques / Ramseyer, Denis
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-388930

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: 04.12.2025

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

ÉTUDE ARCHÉOMAGNÉTIQUE DU SITE NÉOLITHIQUE DE DELLEY/PORTALBAN II

Ian Hedley/Jean-Jacques Wagner
(Lab. de pétrophysique – Groupe d'archéomagnétisme – Département de minéralogie – Université de Genève)
Denis Ramseyer

Introduction

Le site de Delley/Portalban II a livré, lors des fouilles de sauvetage systématiques effectuées entre 1962 et 1979, 12 000 m^2 de couches archéologiques. On y a mis en évidence 95 chapes d'argile de forme généralement circulaire qui ont en moyenne 2 à 3 m de diamètre. Ces chapes correspondent vraisemblablement à une couverture de protection sur laquelle on entretenait le feu à l'intérieur des habitations; c'est pourquoi on les appelle aussi *foyers*. Elles constituent dès lors l'un des éléments essentiels dans la recherche des structures d'habitats des stations littorales. A Portalban, elles sont toujours posées sur le sable et plaident en faveur d'habitations construites sur terre ferme (Ramseyer 1982). Il faut cependant signaler que pour certains sites néolithiques, des constructions surélevées ont pu exister (Gallay 1983; Pétrequin 1983). Dans ce cas, une étude archéomagnétique de chapes effondrées ne serait plus possible.

La chronologie et l'évolution culturelle du site sont bien connues grâce à un matériel très riche et extrêmement bien conservé; l'âge des foyers se situe au troisième millénaire av.J.-C. (Table 1).

Lors de la dernière activité des foyers, l'argile a fossilisé dans ses grains d'oxydes de fer une aimantation thermorémanente (ATR) dont l'orientation est celle du champ magnétique existant au néolithique. Les données sur le comportement de ce champ ancien étant rares, l'étude de ce site présente un vif intérêt.

Civilisation	Dendrochronologie	C-14 (non calibré)
Lüscherz (Foyers 3, 4)	–2820 à –2697[1]	2240 ± 100 BC[3] 2340 ± 130 BC[3] 2430 ± 100 BC[3]
Saône-Rhône/cordée (Foyers 1, 2)	–2550 à –2330[2]	2000 ± 60 BC[4]

[1] Lab. romand de dendrochronologie
[2] Lab. de dendrochronologie du Musée cantonal d'archéologie de Neuchâtel
[3] Lab. de chimie inorganique et nucléaire de l'Université de Louvain, Belgique
[4] Lab. de physique de l'Université de Berne

Table 1 Ages obtenus par la dendrochronologie et par la méthode isotopique du carbone 14.

Méthode

L'aimantation rémanente naturelle (ARN) des terres cuites que l'on mesure en laboratoire est une aimantation composite comprenant, en plus de l'ATR, des aimantations «parasites» comme l'aimantation rémanente visqueuse (ARV). Celle-ci s'acquiert, après le refroidissement du foyer, dans le champ magnétique ambiant en fonction logarithmique du temps. Pour retrouver l'aimantation correspondant au champ magnétique originel (direction et intensité), on tente d'éliminer les composantes non désirables. Dans une première phase, un stockage de quelques jours à quelques semaines des échantillons, dans une enceinte de Mumetal ayant la propriété d'annuler le champ magnétique terrestre ambiant, permet de réduire l'ARV peu résistante. On peut la caractériser par un indice de viscosité (Thellier, 1981). Dans une deuxième phase, l'ARV plus résistante est détruite par une désaimantation sélective par champ alternatif et/ou par effet thermique (Thellier, 1981).

Dans la désaimantation par champ alternatif, on «détruit», en l'absence du champ magnétique terrestre les directions d'aimantation des grains magnétiques ayant une coercivité inférieure au champ magnétique alternatif appliqué. Cette coercivité est fonction du type et de la taille des grains. Le procédé est le suivant: l'échantillon est placé sur un support ayant un mouvement de rotation quasi aléatoire dans le champ alternatif; ce champ est alors réduit progressivement à zéro. Les grains magnétiques de coercivité décroissante fixent des orientations d'aimantation aléatoires dont la résultante sera nulle. On répète cette opération avec des champs de plus en plus intenses jusqu'à destruction totale de l'aimantation de l'échantillon.

La désaimantation thermique est basée sur le principe qu'un échantillon acquiert son aimantation selon un spectre de températures (appelées températures de blocage) qui est dépendant du type et de la taille des grains magnétiques. A l'inverse, il est possible, en chauffant et refroidissant un échantillon par étapes de températures croissantes, en l'absence de champ terrestre, de détruire les diverses aimantations rémanentes qu'il contient. Cependant, si cette façon de procéder est appropriée pour des céramiques peu fragiles, on préfère – pour les sols plus friables – mesurer en permanence durant le chauffage l'aimantation rémanente jusqu'à sa disparition; cela limite les manipulations.

Pour étudier les résultats des procédés de désai-

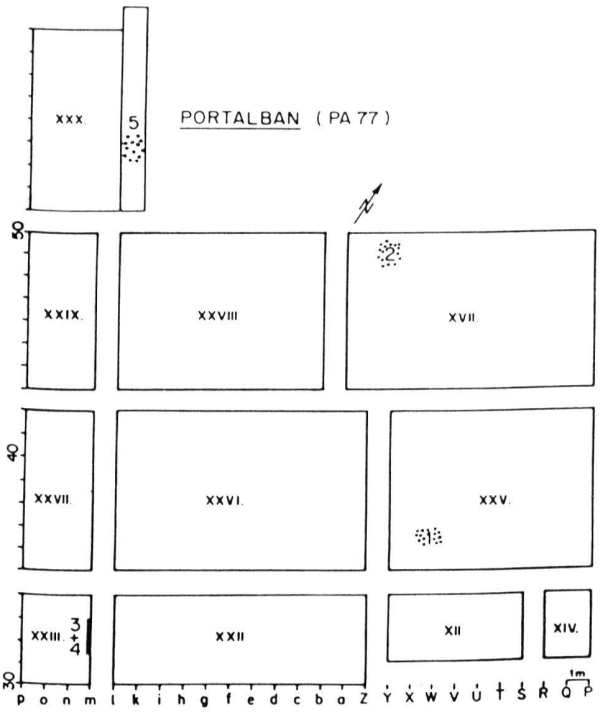


Fig. 1a Plan de situation des foyers échantillonnés à Delley/Portalban II.

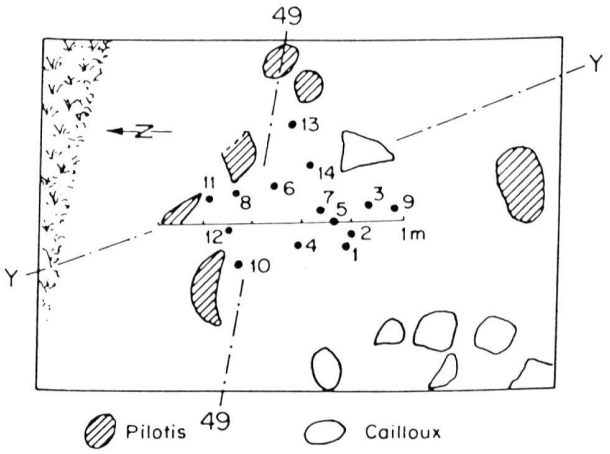


Fig. 1b Situation de échantillons prélevés sur la chape du foyer 2.

mantation, une analyse simultanée de l'intensité et de la direction du vecteur résiduel est nécessaire. Un diagramme de Zijderveld (1967) est particulièrement bien adapté. Le vecteur aimantation y est représenté par ses composantes verticale [plan NS–vertical] et horizontale [plan NS–WE] (Fig. 3). Sur l'abscisse et l'ordonnée, l'aimantation est exprimée en Gauss. Chaque point correspond soit à un champ soit à une température de désaimantation. L'origine correspond à une destruction totale de l'aimantation. Dans le cas d'un échantillon porteur d'une seule aimantation caractéristique, les deux composantes seraient deux droites passant par l'origine; plus communément, on trouve au moins deux droites par composante, ce qui est une indication de la présence de deux aimantations.

La cohérence des données directionnelles pour chaque foyer est analysée à l'aide des paramètres statistiques k et $\alpha 95$. Si l'on postule que les vecteurs aimantation ont une intensité unitaire et une distribution de type Fisher analogue pour la sphère à une distribution de Gauss, il est possible de définir un cône de confiance (demi-angle α) autour de la position du vecteur moyen. Par convention, on utilise un angle $\alpha 95$ défini comme un cône dans lequel il y a 95% de chance de trouver la direction moyenne vraie. Une valeur de quelques degrés correspond à de bonnes données; avec l'augmentation de $\alpha 95$, le résultat est progressivement moins fiable. Le paramètre de précision k détermine la dispersion des directions; s'il est proche de zéro, les directions sont aléatoires; si k est très grand, les directions sont groupées près de la direction moyenne.

Echantillonnage

L'échantillonnage se fait à l'aide de boîtes en plastique, soit cylindriques (diam. 25 x 22 mm), soit «carrées» (20 x 20 x 17 mm) que l'on enfonce dans ce sol non consolidé. A l'aide d'une boussole, une flèche de repérage, orientée en direction du nord magnétique, est tracée sur la face supérieure de chaque boîte. Dans le cas d'un échantillonnage de coupes verticales (foyers 3 et 4), on mesure l'azimut de la surface verticale de la boîte.

48 échantillons, d'une argile assez tendre de couleur brune-orange, représentant 5 foyers ont ainsi été prélevés; le plan de la répartition et les coordonnées de ces derniers sont donnés dans les figures 1a, 1b et la table 2.

Mesures

Toutes les mesures d'aimantation rémanente, à température ambiante, ont été réalisées avec un magnétomètre à rotation à «sonde de flux» contrôlé par un mini-ordinateur DIGICO (Molyneux, 1971).

Une variante de ce magnétomètre, possédant une enceinte thermique, (Heiniger et Heller, 1976) a permis la détermination de l'évolution de l'aimantation en fonction de la température.

La désaimantation en champ alternatif s'est faite à l'aide d'un équipement développé dans notre laboratoire.

Analyse des résultats

Les directions moyennes de l'ARN pour les foyers 1 à 5 sont données dans la table 3. Seul le foyer 2

N° du foyer	Nombre d'échantillons	Secteur	Couche	Coordonnées de fouilles
1	12	25	FS 5	V–W/36
2	14	17	FS 5	X–Y/48–49
*3	6	23	Niveau inférieur	m/32
*4	7	23	Niveau supérieur	m/32
5	9	30		K/53

* Situé sur une coupe verticale

Table 2 Foyers échantillonnés à Delley/Portalban II – Juillet 1977.

donne des paramètres statistiques acceptables. Les autres foyers (1, 3, 4 et 5) sont rejetés sur la base du test de Watson (1956) qui indique nettement que les données ont une distribution aléatoire. Pour illustrer les différentes dispersions des données, les directions de l'ARN des échantillons des foyers 1 et 2 sont reportées sur deux stéréogrammes de Wulff (Fig.2a et 2b).

Cette première analyse nous a conduit à étudier en détail le foyer 2. Des quatorze échantillons, quatre (1, 2, 5 et 9) ont été rejetés sur la base de la statistique de Fisher (McFadden, 1980) car leur direction d'ARN se trouve nettement en dehors d'un cercle qui contient 80% de toutes les données. Ces échantillons montrent aussi, après stockage en champ nul, qu'ils sont ceux qui possèdent un indice de viscosité magnétique important, peu favorable à une aimantation stable.

Trois échantillons pilotes (3, 10, 12) ont été désaimantés par la méthode du champ alternatif; les champs successifs sont compris entre 36 et 500 Oersteds. Sur le diagramme de Zijderveld (Fig.3), l'échantillon 12 présente trois composantes dont deux sont des aimantations parasites. La première est éliminée à 100 Oe et la deuxième disparaît entre

Foyer	Directions moyennes n	D(°)	I(°)	k	α_{95} (°)
1	12	17	−57	1.1	n.s.
	5*	319	60	2.7	56
2	14	23	58	2	37
	10*	8	54	7.8	18
3	6	128	58	1.3	n.s.
4	7	73	−45	1.1	n.s.
5	9	120	−40	1.0	n.s.
	5*	68	36	1.7	n.s.

* Seulement les échantillons ayant une inclinaison positive

n.s. = non significatif
n = nombre d'échantillons
D = déclinaison moyenne
I = inclinaison moyenne

Table 3 Directions moyennes de l'ARN des foyers de Delley/Portalban II.

100 et 350 Oe. Les deux autres échantillons (3, 10) ont une caractéristique de désaimantation du même type. Le comportement de ces pilotes nous a conduit à traiter le solde des échantillons à l'exception du 7 en trois étapes de 100, 200 et 300 Oe.

Si l'on compare les résultats individuels et moyens avant et après la désaimantation (Fig.2b et 4, Table 4), on observe que la déclinaison passe de 8°E à 1°W et que l'inclinaison diminue légèrement de 54° à 49°. Les paramètres statistiques sont cependant presque identiques.

L'échantillon 7 testé thermiquement, malgré sa faible aimantation initiale responsable de la dispersion des données (Fig. 5), indique que toute aimantation rémanente a disparu au-dessus de 250°.

Discussion des résultats

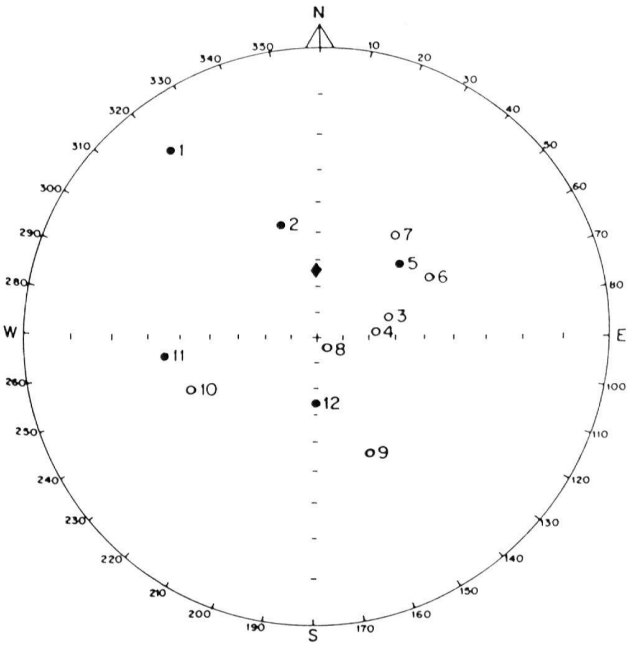
La forte dispersion des résultats de l'ARN, si on exclut la chute des chapes sur le sol ou dans l'eau, pourrait être due à des tassements du sol provoqués par des piétinements après l'abandon du foyer.

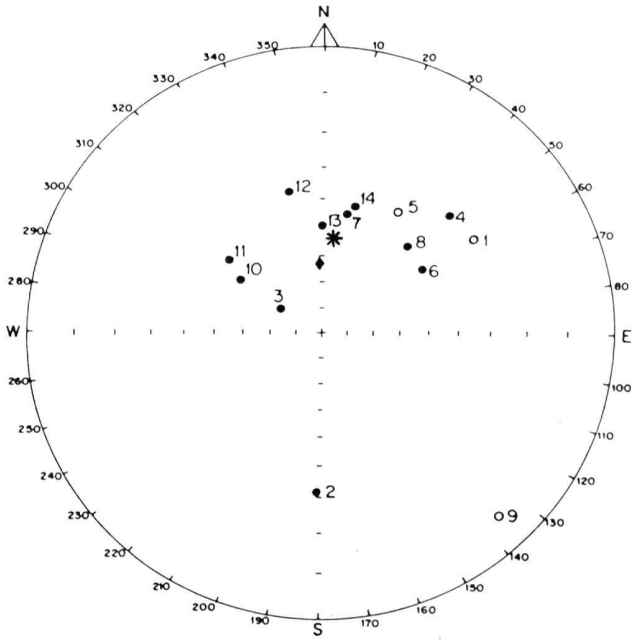
La direction du champ magnétique au néolithique déduite de notre étude doit être considérée avec beaucoup de prudence, car malgré toutes nos précautions, la dispersion des résultats reste importante. Comparée à la direction du champ magnétique terrestre actuel à Portalban (Décl. = 357°, Incl. = 62,5°) ou encore à celle théorique du champ magnétique terrestre dipolaire actuel (Décl. = 0°, Incl. = 65°), notre valeur pour le néolithique (Décl.= 359°, Incl. = 47°) est caractérisée par une inclinaison nettement plus faible.

Les données archéomagnétiques pour le troisième millénaire av.J.-C. sont rares; elles proviennent surtout du sud-est de l'Europe (Belshé et al., 1963, Kovacheva, 1977, 1980, Kovacheva et Veljovich, 1977, Becker, 1979). Dans l'ensemble, elles indiquent par rapport au champ local actuel une déclinaison se situant légèrement plus à l'ouest et une inclinaison légèrement inférieure. Cette dernière, cependant, n'est pas significativement différente! L'inclinaison ancienne est cependant assez différente de l'inclinaison du champ dipolaire.

On peut aussi étudier le comportement du champ magnétique de ces derniers millénaires par son enregistrement dans les sédiments lacustres. Ceux-ci ont l'avantage de fournir une information continue avec la réserve que la déclinaison y est relative du fait de la difficulté de définir l'azimuth du tube carrotier. La courbe inclinaison–déclinaison, produite à partir de l'étude des lacs du nord de la Grande Bretagne par Turner et Thompson (1982) et couvrant les trois derniers millénaires av.J.-C. (Fig.6), indique également que pour la période qui nous intéresse, le champ possédait une inclinaison inférieure à celle actuelle. Relevons au passage sa position très à l'est entre 1500 et 600 av.J.-C.

Dans ce contexte, notre résultat, quoique déce-

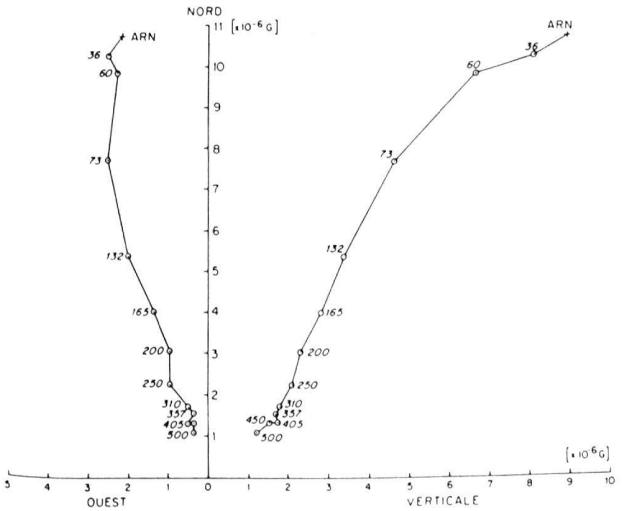




(●): Inclinaison positive
(O): Inclinaison négative
(♦): Direction actuelle du champ magnétique terrestre à Delley/Portalban II.

Fig. 2a Projection stéréographique des directions de l'ARN des échantillons du foyer 1.

Fig. 2b Projection stéréographique des directions de l'ARN des échantillons du foyer 2. (*): Direction moyenne après exclusion des échantillons 1, 2, 5 et 9.



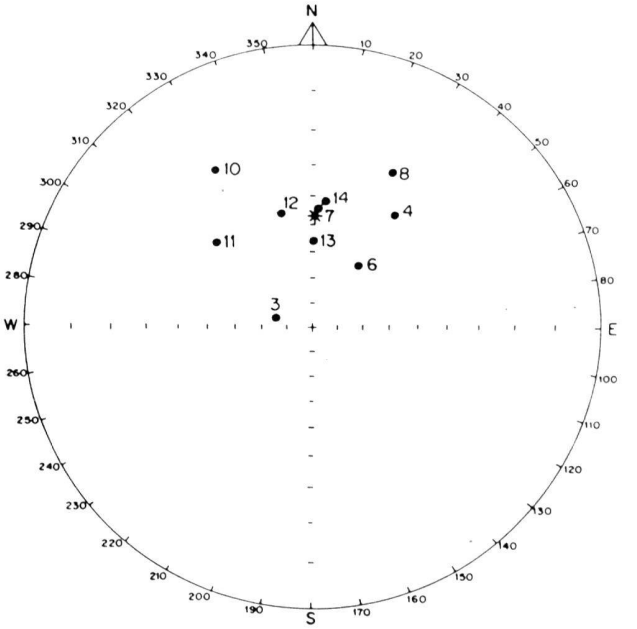


Fig. 3 Diagramme de Zidjerveld de la désaimantation par la méthode du champ magnétique alternatif de l'échantillon 12 du foyer 2.

Fig. 4 Projections stéréographiques des directions de l'aimantation rémanente après désaimantation des 9 échantillons sélectionnés du foyer 2. (*): Direction moyenne.

Echantillon	ARN					AR après désaimantation						
nº	Décl. (Degré)	Incl. (Degré)	J (.10–6 G)	k	α 95 (Degré)	Décl. (Degré)	Incl. (Degré)	J (.10–6 G)	Hdés	Remarque	k	α 95 (Degré)
1	52	–36	86,0			60	–38	15,0	200	rejeté		
2	178	28	5,5			169	44	1,3	200	rejeté		
3	302	71	16,0			288	75	5,8	200			
4	47	27	9,2			36	37	1,9	200			
5	27	36	269,0			–	–	–	–	rejeté		
6	59	44	8,2			41	58	3,0	200			
7	14	44	21,0			–	–	–	–	Désaimant. thermique		
8	45	44	1,3			28	26	1,0	200			
9	136	–7	2,1			–	–	–	–	rejeté		
10	304	54	19,0			329	23	1,7	250			
11	309	56	2,5			313	42	1,6	200			
12	347	36	15,0			347	44	2,3	360			
13	0	51	3,4			3	55	2,2	300			
14	15	41	3,6			7	41	2,5	200			
Moyenne n = 10	8	54		7,8	18	Moyenne n = 9 359	49				8,2	19

Décl. = Déclinaison du vecteur aimantation rémanente
Incl. = Inclinaison du vecteur aimantation rémanente
J = Intensité du vecteur aimantation rémanente
Hdés = Valeur pointe du champ de désaimantation
k = Paramètre statistique de précision
α_{95} = Demi-angle du cône de confiance

Table 4 Direction de l'aimantation rémanente des échantillons du foyer 2, avant et après désaimantation par la méthode du champ alternatif.

vant sur le plan de la qualité statistique, reflèterait l'inclinaison du néolithique.

Le comportement thermomagnétique de l'argile composant la base du foyer permet de donner une information sur la température ayant régné à l'emplacement de l'échantillon; dans notre cas, de l'ordre de 250°C. Cette température n'a rien d'anormal pour un foyer, elle fait partie de la fourchette de températures déterminées lors d'autres études. On a obtenu entre 200 et 400°C à partir des argiles des foyers néolithiques de Twann (Hedley et Wagner, 1980). Un même travail sur les pierres chauffées de foyers paléolithiques à Etiolles et Marsangy en France donne des températures de cuisson comprises entre 250 et 550°C (Barbetti et al., 1980). Une approche indépendante du problème par la méthode de la thermoluminescence (Valladas, 1981) indique des températures de 350 à 500°C et confirme ainsi celles obtenues par l'expérience thermomagnétique.

Remerciements

Nous remercions le Service archéologique cantonal fribourgeois et tout particulièrement sa responsable, Mademoiselle Hanni Schwab, pour l'accès à la fouille de Delley/Portalban. Cette étude entre dans le cadre de la recherche «Contribution à la datation des sites préhistoriques et historiques par l'archéomagnétisme» subventionnée par le Fonds national pour la recherche scientifique (nº 2.699–0.80).

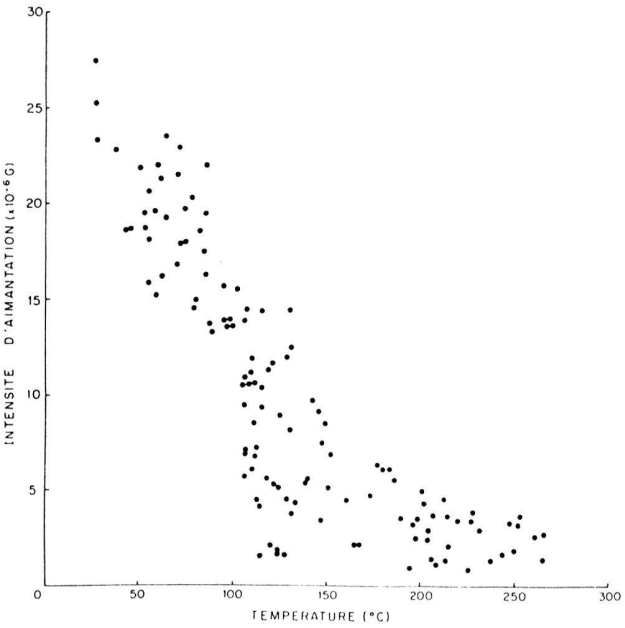


Fig. 5 Variation de l'intensité de l'aimantation rémanente en fonction de la température de l'échantillon 7 du foyer 2.

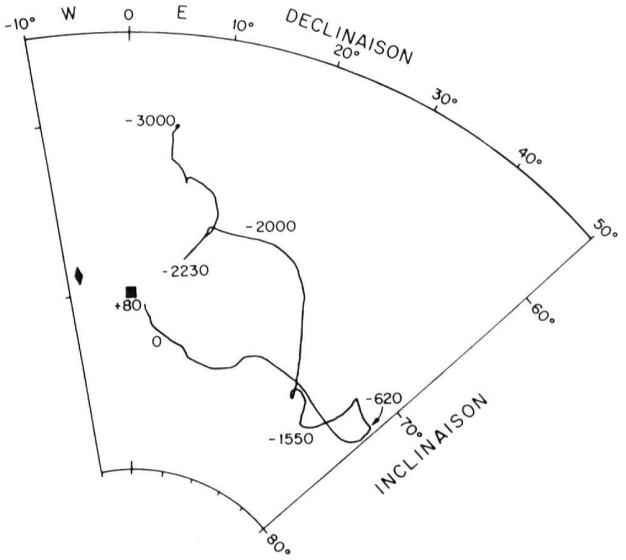


Fig. 6 Secteur de projection stéréographique montrant la variation de la courbe inclinaison–déclinaison du champ géomagnétique en Grande-Bretagne entre 3000 av.J.-C. et 80 apr.J.-C. Elle est basée sur l'aimantation rémanente de sédiments lacustres (Turner et Thompson, 1982).
(♦): Direction actuelle du champ magnétique terrestre à Windermere, Angleterre.
(■): Direction du champ dipolaire à Windermere.

Bibliographie:

Aitken, M.J., Archaeological Involvements of Physics. Physics Reports (Section C, Physics Letters) 40, 5, Amsterdam 1978, 227–351.

Aitken, M.J., Alcock, P.A., Bussell, G.D. and C.J. Shaw, Palaeointensity studies on archaeological material from the Near East in «Geomagnetism of Baked Clays and Recent Sediments» (eds. Creer, K.M., Tucholka, P. and C.E. Barton) Elsevier, Amsterdam 1983, 122–127.

Barbetti, M., Taborin, Y., Schmider, B. and K. Flude, Archaeomagnetic results from Late Pleistocene hearths at Etiolles and Marsangy, France, Archaeometry, 22, 1, Oxford 1980, 25–46.

Becker, H., Archaeomagnetic investigations in Anatolia from prehistoric and Hittite sites (first preliminary results), Archaeo Physika (Landschaftsverband Rheinland, Rheinisches Landesmuseum) 10, Bonn 1979, 382–387.

Belshe, J.C., Cook, K. and R.M. Cook, Some archaeomagnetic results from Greece. Annual of the British School at Athens, 58, Athens 1963, 8–13.

Gallay, A., L'habitat lacustre préhistorique. Esquisse historique de la question palafittique. Archives des Sciences, 36, Genève 1983, 203–214.

Hedley, I.G. et J.-J. Wagner, Archäomagnetische Untersuchungen an Lehmlinsen/Archaeomagnetic study. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann, Bd. 7, Bern 1980, 215–220.

Heiniger, Chr. et F. Heller, A high temperature vector magnetometer. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 44, London 1976, 281–287.

Kovacheva, M., Archaeomagnetic investigations in Bulgaria: Field intensity determinations. Physics of the Earth and Planetary Interiors, 13, Amsterdam 1977, 355–359.

Kovacheva, M. and D. Veljovich, Geomagnetic field variations in south eastern Europe between 6500 and 100 years B.C. Earth and Planetary Science Letters, 37, Amsterdam 1977, 131–138.

Kovacheva, M., Summarized results of the archaeomagnetic investigations of the geomagnetic field variations for the last 8000 years in south eastern Europe. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 61, London 1980, 57–64.

Mc Fadden, P.L., Determination of the angle in a Fisher distribution which will be exceeded with a given probability. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 60, London 1980, 391–396

Molyneux, L., A complete result magnetometer for measuring the remanent magnetization of rocks. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 24, London 1971, 429–433.

Petrequin, P., L'habitat lacustre préhistorique. Etat actuel des connaissances sur les problèmes archéologiques. Archives des Sciences 36, Genève 1983, 215–232.

Ramseyer, D., Structures d'habitats néolithiques sur les rives du lac de Neuchâtel (Suisse). Le cas de Delley/Portalban. Actes du colloque de Sens, 1982, 145–148.

Thellier, E., Sur la direction du champ magnétique terrestre en France durant les deux derniers millénaires. Physics of the Earth and Planetary Interiors, 24, Amsterdam 1981, 89–132.

Turner, G.M. and R. Thompson, Detransformation of the British geomagnetic secular variation record. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 70, London 1982, 789–792.

Valladas, H., Thermoluminescence de grès de foyers préhistoriques; estimation de leur température de chauffe. Archaeometry, 23, 2, Oxford 1981, 221–229.

Watson, G.S., A test for randomness of directions. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Geophysical supplement, 7, London 1956, 160–161.

Zijderveld, J., Demagnetization of rocks: analysis of results, in «Methods in Palaeomagnetism» (eds. Collinson, D.W., Creer, K.M. and S.K. Runcorn) Elsevier, Amsterdam 1967, 254–286.