

# Étude des propriétés magnétiques des poteries lacustres

Autor(en): **Mercanton, Paul-L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **38 (1902)**

Heft 145

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-266769>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

É T U D E

DES

PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DES POTERIES LACUSTRES

PAR

Dr Paul-L. MERCANTON,

ingénieur-électricien.

On sait, depuis Robert Boyle<sup>1</sup>, que les argiles cuites jouissent de propriétés magnétiques qui en font de véritables aimants permanents.

Des recherches récentes<sup>2</sup> ont montré que la distribution magnétique y est déterminée par la direction du champ terrestre à l'endroit et à l'instant où la cuisson s'est effectuée. L'aimantation, due à l'action du champ sur les composés ferriques (magnétite principalement) contenus dans la pâte, se maintient sans altération au cours des siècles, tant qu'une seconde cuisson n'intervient pas.

Le phénomène est général et intéresse aussi bien les argiles cuites naturelles et les tufs volcaniques que les pièces de céramique ancienne et moderne.

M. le Dr Folgheraiter<sup>3</sup>, de l'Université de Rome, a

<sup>1</sup> R. Boyle, d'après *Observations sur la physique*, vol. X, 1777.

<sup>2</sup> Gherardi, *Sul magnetismo polare di palazzi ed altri edifizii in Torino*, « Nuovo Cimento, » vol. XVI, 1862. — *Sopra una speciale esperienza attinente al magnetismo delle terrecote*, id., vol. XVIII, 1863.

<sup>3</sup> O. Folgheraiter, *Variatione secolare dell'inclinazione magnetica*, « Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, » vol. V, 2<sup>e</sup> semestre 1896, pages 66, 127, 199, 242 et 293

Idem, vol. VII, 1<sup>er</sup> semestre 1897, page 64; vol. VIII, 1<sup>er</sup> semestre 1899, pages 69, 121, 176, 269.

Résumé dans les « Archives des Sciences physiques, » Genève, n<sup>o</sup> 7, 15 juillet 1899, tome VIII, 4<sup>e</sup> période.

fondé sur l'examen magnétique des terres cuites anciennes une méthode ingénieuse de détermination de l'inclinaison dans l'antiquité. Appliquée à un très grand nombre de vases tant grecs qu'étrusques et pompéiens, cette méthode a fourni d'importantes données sur la variation séculaire de l'inclinaison dans l'Italie centrale, entre le huitième siècle avant et le deuxième après Jésus-Christ.

M. le professeur F.-A. Forel a bien voulu, par la lettre suivante, attirer mon attention sur l'intérêt très grand qu'offrait à ce même point de vue l'étude des poteries palafittiques :

Morges, mars 1901.

Mon cher ami,

Je me suis demandé comment on pourrait appliquer d'une manière utile les méthodes du Dr Folgheraiter, de Rome, à l'étude des poteries antiques trouvées dans les palafittes des lacs suisses. Voici les espérances que je nourris à ce sujet :

Folgheraiter est parti du fait déjà indiqué par Robert Boyle à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle que toute masse d'argile cuite à une température suffisante prend et conserve un état magnétique tel que l'on peut y retrouver la direction des plans d'inclinaison et de déclinaison à l'époque de la cuisson et dans le lieu où était situé le four. Appliquant cette notion aux poteries, vases, briques et argiles cuites des monuments archéologiques de l'histoire ancienne, le physicien de Rome en arrive à déterminer l'inclinaison magnétique chez un grand nombre de pièces datées; tellement qu'il a pu établir pour la station de Rome les valeurs de cette inclinaison depuis le VIII<sup>e</sup> siècle avant J.-C. jusqu'au II<sup>e</sup> siècle de l'ère chrétienne. La courbe des variations de ces valeurs semble avoir les allures d'une courbe périodique.

Cela étant, je vous ai invité à chercher cette même inclinaison magnétique sur les poteries et argiles cuites trouvées dans les mines des stations lacustres de la Suisse. Si cette détermination est possible, vous auriez d'abord à chercher si et comment l'inclinaison varie avec les âges archéologiques que l'on connaît dans l'ère des Palafitteurs : époque de la pierre martelée et polie, époque de la pierre sciée et forée, époque de

la transition de la pierre au bronze, bel âge du bronze. Si vous y trouvez des variations systématiques, vous aurez le droit de poursuivre ces recherches.

En effet, vous pourrez tenter d'appliquer à la courbe de Folgheraiter les corrections nécessaires de la différence de latitude et de longitude entre la station de Rome et notre contrée et cette correction apportée, vous aurez ainsi la courbe probable des variations de l'inclinaison en Suisse non seulement pour les siècles de la domination romaine en Suisse, ce qui vous permettra des vérifications, mais pour quelques-uns des siècles qui précèdent l'histoire datée de notre pays.

Peut-être pourrez-vous observer pour quelques vases du bel âge du bronze des chiffres qui correspondent à la courbe de Folgheraiter, ainsi corrigée pour les stations suisses. En effet, nous croyons avoir fixé au Ve ou VI<sup>e</sup> siècle avant J.-C. l'arrivée des Helvètes qui ont détruit les palafittes du bel âge du bronze ; les deux ou trois derniers siècles de cette période archéologique, l'âge du bronze, sont donc dans la période couverte par la courbe de Folgheraiter. Vous pourriez ainsi vérifier par vos mesures magnétiques les déductions chronologiques tirées de méthodes tout autres.

Quant aux poteries des époques plus anciennes, celles de l'âge de la pierre néolithique et de ses divers étages, vous pourrez peut-être un jour y appliquer aussi les mêmes recherches, cela lorsque la courbe de Folgheraiter sera assez bien étudiée et assez complétée pour que l'on puisse en déterminer la formule de périodicité et extrapoler les valeurs probables de l'inclinaison magnétique pour les époques antérieures aux âges et dates certaines. L'on n'en est pas encore à ce point, et loin de là, il faut l'avouer ; mais nous avons le droit d'espérer qu'on y arrivera un jour, et alors, grâce à cette admirable application des méthodes et mesures de la physique de laboratoire à des faits d'archéologie pure, vous nous apprendrez à transformer en dates précises, en date de chronologie historique, les valeurs relatives de la chronologie géologique. Jusqu'à présent, nous savons seulement l'ordre de succession des époques humaines de la pré-histoire ; vous nous montrerez, j'en ai la ferme espérance, à mesurer la durée de ces périodes et à en fixer les dates sur le calendrier des siècles passés.

Ce problème n'est-il pas attrayant ? Les résultats qu'il laisse entrevoir seraient d'une importance assez capitale pour l'histoire de l'humanité

dans nos contrées, pour que, malgré les difficultés incontestables qu'il présente, j'ose vous encourager à l'aborder par le calcul et par l'expérience.

Je suis, mon cher ami, votre dévoué

F.-A. FOREL.

Monsieur le Dr Paul Mercanton, Lausanne.

Grâce à l'obligeance de MM. les conservateurs du Musée cantonal vaudois, j'ai pu faire quelques recherches préliminaires sur le matériel des palafittes qui y est rassemblé. Ces recherches ont justifié, dans une certaine mesure, par l'incertitude de leurs résultats, les craintes exprimées par M. Folgheraiter et par moi-même sur l'applicabilité de la méthode en l'espèce. Elles ont cependant fourni quelques renseignements que je crois utile de consigner ici.

Je rappelle en quelques lignes le principe de la méthode.

Mettons au four, avec son axe vertical, un cylindre d'argile, creux et de révolution, de faible épaisseur par rapport à son diamètre, et cuisons-le vers  $800^{\circ}$  C. Sous l'action du champ magnétique terrestre, et après refroidissement, ce cylindre sera devenu un aimant.

Proposons-nous de trouver la distribution du magnétisme libre à sa surface.

Admettons, ce qui est le cas en général, que le champ ait eu, par rapport à l'axe du cylindre, une direction oblique et décomposons-le en ses deux composantes, horizontale et verticale.

Le magnétisme libre dû à la composante verticale sera uniformément réparti sur les bases et aura pour valeur  $\pm V$ .

La composante horizontale engendrera le long des génératrices une distribution symétrique par rapport à la section passant par l'axe, parallèlement à la direction du champ, section que nous nommerons SECTION PRINCIPALE.

Nous pouvons admettre que cette distribution est une

fonction périodique  $\cos \varphi$  de l'angle  $\varphi$  que fait une section quelconque avec la section principale. On aura donc sur chaque élément, le long d'une génératrice une masse égale à  $\pm h \cos \varphi$ . Deux éléments des bases, diamétralement opposés, supporteront donc des masses

$$\begin{aligned} m_1 &= \pm v + h \cos \varphi \\ m_2 &= \pm v - h \cos \varphi, \end{aligned}$$

d'où

$$\begin{aligned} m_1 + m_2 &= \pm 2v \\ m_1 - m_2 &= \pm 2h \cos \varphi. \end{aligned}$$

La tangente de l'inclinaison sera donc

$$\operatorname{tg} i = \frac{v}{h} = \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} \cos \varphi,$$

expression qui se réduit à

$$\operatorname{tg} i = \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2}$$

pour les points de la section principale.

On voit que si l'on porte en abscisses les distances d'un élément du pourtour à un autre arbitrairement choisi comme point de départ, et en ordonnées les masses correspondantes, la courbe obtenue sera une cosinusoïde si l'inclinaison est nulle, une parallèle à l'axe des abscisses et d'ordonnée positive ou négative suivant le sens de l'inclinaison si celle-ci est de  $90^\circ$ . Entre ces valeurs extrêmes de  $i$ , la courbe aura une allure intermédiaire qui nous renseignera déjà sur l'ordre de grandeur et le sens de l'inclinaison.

La mesure des  $m$  se fait magnétométriquement. M. Folgheraiter s'est servi avec succès de l'anneau aimanté d'une boussole des tangentes. Le cylindre — et plus tard le vase à étudier — était couché horizontalement dans la direction est-ouest de manière que la génératrice la plus

basse, prolongée, passât par le centre de l'aiguille aimantée. En faisant tourner le cylindre sur lui-même on amenait les divers points à examiner dans la position voulue.

La mesure doit se faire sur les deux bases. En outre, l'aiguille subissant non seulement l'action du point le plus proche, mais encore de toutes les masses voisines, une correction devient absolument nécessaire.

Les recherches ont prouvé que cette correction ne peut être qu'empirique. Pendant de longs mois, M. Folgheraiter s'est astreint à reproduire en argile les formes et les proportions des vases antiques qu'il se proposait d'étudier, à cuire ces objets dans un champ préalablement déterminé, et, en les soumettant ensuite à l'examen magnétique, à retrouver la direction du champ primitif. Il a pu obtenir de la sorte une formule de correction valable pour des vases s'éloignant peu des formes cylindrique, tronconique ou sphérique et donnant la direction du champ à 1,5 degré près.

Je renvoie, pour les résultats de ses études, aux belles publications de l'auteur, me bornant à signaler la remarquable concordance des déterminations relatives aux vases de la même époque, garante de l'applicabilité de la méthode.

J'ai adopté presque sans changement le dispositif et le mode expérimental du physicien italien.

Une boussole des tangentes avec anneau à miroir de 16 mm. de diamètre servait de magnétomètre. Les lectures se faisaient avec échelle et lunette. Une caissette, pleine de sciure de bois et fermée par une glace parallèle au méridien magnétique, recevait les vases. Je les y plaçais de manière que le pourtour examiné eût son point le plus bas à 26 mm. de distance et au niveau du centre de l'anneau et vint s'appliquer contre la glace. Un fil à plomb suspendu à demeure devant celle-ci assurait sa verticalité et servait à repérer la position du vase. Les pourtours de la bouche et du fond de l'objet étaient divisés à la



craie en un nombre pair de parties égales. Il suffisait de placer le diamètre correspondant au point à examiner dans le plan vertical passant par le fil à plomb et le fil de cocon du magnétomètre en laissant reposer le pourtour du vase sur une latte, fixée horizontalement à la hauteur du centre de l'anneau. En faisant tourner le vase sur lui-même je faisais défiler successivement les points convenables devant l'appareil. Les déviations pour les objets les plus fortement magnétiques atteignaient une vingtaine de millimètres sur une échelle placée à un mètre. Les lectures se faisaient assez facilement au 0,1 mm.

A l'aide de ce dispositif j'ai examiné un très grand nombre de vases de l'époque du bronze, qui presque tous ont donné des signes d'aimantation, plus ou moins accentués, mais je me suis heurté d'emblée à des difficultés malaisément surmontables. Ces difficultés tiennent à plusieurs causes.

C'est d'abord le mauvais état du matériel d'étude.

Parmi ces vases, de pâte tendre, il en est bien peu qui nous soient parvenus intacts; faits à la main, ils sont d'épaisseur irrégulière et de forme imparfaite. Souvent ils présentent des déformations considérables, voire des fentes dues au retrait de l'argile pendant la cuisson.

La cuisson elle-même est loin d'avoir été égale pour tous les points d'un même vase et souvent les coups de feu reçus ultérieurement pendant leur emploi aux usages domestiques ont dû modifier leur distribution magnétique.

D'autres causes interviennent, plus impérieuses encore.

Premièrement les vases lacustres s'écartent pour la plupart trop des formes étudiées par M. Folgheraiter, pour qu'il soit légitime de leur appliquer les formules de correction relatives à celles-là. Suffisantes à la rigueur pour quelques types s'écartant peu du tronc de cône, elles sont notoirement inapplicables à une foule de formes caractérisées par l'étroitesse, voire même l'absence de base.



Il faudrait, pour bien faire, recommencer pour ces types-là le travail de céramiste de M. Folgheraiter et déterminer expérimentalement de nouvelles formules de correction.

Ce travail mériterait cependant d'être repris malgré ses difficultés, si l'on pouvait, par ailleurs, lever la grosse incertitude qui domine toutes ces études.

Quelle position occupaient les vases dans le four? Étaient-ils dressés sur leur fond ou sur leur bouche, ou simplement entassés pêle-mêle les uns sur les autres? De la réponse faite à cette question dépend le sens à assigner à l'inclinaison dans chaque cas donné.

A de très rares exceptions près, rien dans la forme des vases n'oblige à leur fixer une position déterminée. Nous en sommes réduit à de simples inductions.

Peut-être les poteries à fond conique reposaient-elles sur les torches d'argiles si fréquentes dans la céramique lacustre.

En fouillant les collections j'ai cependant trouvé quelques pièces dont la position dans le four ne peut prêter au doute, ou tout au moins dont la forme donne, à ce point de vue, des présomptions très fortes.

Ce sont les très rares formes dont l'anse dépasse la bouche. Malheureusement elles deviennent, de ce fait même, impropres à la détermination exacte de la distribution magnétique, qui doit, comme nous l'avons dit, porter sur les deux bases.

J'ai dû, en conséquence, me borner à recueillir quelques indices sur la direction et le sens de leur aimantation.

### Résultats.

I. Le premier vase étudié porte le n° 14 866 du catalogue et provient de la station de Corcelettes (lac de Neuchâtel, 1879).

Il est de la période dite « belle époque du bronze ». De

forme très sensiblement cylindrique, très régulière, avec une base un peu rétrécie ; il a comme dimensions :

Diamètre de la bouche	108 mm.
»           »    base	. 66 »
Hauteur	. . . . . 87 »

La bouche est munie de deux petites anses, minces prolongements de la paroi, percées d'un trou de suspension. Une patine noire, très belle, recouvre entièrement le vase. Il est agrémenté en outre de trois rainures circulaires parallèles à la bouche et portant chacune deux trous diamétralement opposés. D'après les archéologues, ce vase a dû servir à la fabrication du fromage. Sa base très plane, sa régularité de forme et la fragilité de ses anses excluent toute autre position au four que la position ordinaire sur sa base.

J'ai subdivisé base et bouche en huit parties égales désignées par les nos 1 à 8, 1' à 8', les points 1 et 1', etc., étant sur la même génératrice, et j'ai obtenu les déviations suivantes. Le signe — indique du magnétisme nord, le signe + du magnétisme sud.

N <sup>os</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8
$\alpha$	— 5,0	— 4,0	— 3,5	— 4,0	— 4,2	— 4,5	— 5,8	— 5,5
N <sup>os</sup>	7 <sup>1/2</sup>	8 <sup>1/2</sup>						
$\alpha$	— 5,5	— 5,0						
N <sup>os</sup>	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
$\alpha$	+ 1,5	—	+ 1,5	+ 1,3	+ 1,0	—	+ 1,5	—

La polarité est donc ici nettement nord à la base, sud à la bouche. L'inclinaison était donc boréale et l'allure calme de la courbe de distribution indique une forte valeur de  $i$ .

Les valeurs relatives à la bouche ne sont qu'approchées à cause des anses qui troublent la distribution et empêchent l'application parfaite de la bouche contre la glace de l'ap-

pareil. C'est pourquoi j'ai restreint le nombre des lectures et négligé le calcul de  $i$ .

II. Le vase portant le n<sup>o</sup> 14867, du même endroit et de la même époque, est en argile d'apparence mal cuite et toute craquelée, à couleur terreuse. Le retrait en a déchiré la bouche. Il a la même forme et la même décoration que le n<sup>o</sup> 14866, et, comme lui, n'a pu avoir au four que la position normale, debout sur son fond. Ses dimensions sont :

Diamètre de la bouche	120 mm.
»           »   base	. 70 »
Hauteur . . . . .	93 »

Les déviations obtenues ont été trop faibles pour qu'il ait valu la peine de subdiviser les pourtours. Les lectures faites sur différents points pris au hasard sont très voisines et donnent comme moyenne :

Bouche + 0,5	Fond — 2,0
--------------	------------

L'inclinaison était donc boréale et forte.

III. Le n<sup>o</sup> 14868, de même style et de même provenance que les deux précédents, porte une fissure latérale et il est aplati latéralement comme s'il avait été renversé dans le four. Ses dimensions sont :

Diamètre de la bouche	105 mm.
»           »   base	. 90 »
Hauteur . . . . .	80 »

La teinte est rouge pâle, sa décoration pareille à celle des premiers. Les résultats sont :

Fond + 0,6	Bouche insensible.
------------	--------------------

La polarité est donc ici australe.

Enfin, j'ai examiné encore deux petites tasses trouvées au même endroit et de la même époque.

IV. Le n<sup>o</sup> 13707 est une petite tasse d'argile rouge foncé,

munie d'une anse grossière, dépassant assez la bouche (5 mm. environ) pour qu'il soit légitime de lui assigner au four la position normale. Ses dimensions sont :

Diamètre de la bouche	73 mm.
»           »   base	. 55 »
Hauteur . . . . .	35 »

Subdivisée en deux séries de points 1 et 1', etc., comme pour le n° 14866, elle a fourni les résultats suivants :

N <sup>os</sup>	1	2	3	4
$\alpha$	-7	-4,5	-5	-7
N <sup>os</sup>	1'	2'	3'	4'
$\alpha$	+ 1,5	+ 7	+ 5,5	+ (1)

La déviation en 4' est incertaine à cause de l'anse.

L'inclinaison indiquée est donc boréale.

V. Enfin, le n° 12692, à patine noire, à fond plat, à anse débordant un peu le pourtour ébréché de la bouche, a été selon toute apparence placée normalement dans le four. Elle a pour dimensions :

Diamètre de la bouche	55 mm.
»           »   base	. 40 »
Hauteur . . . . .	35 »

et a donné les résultats suivants :

N <sup>os</sup>	1	2	3	4
$\alpha$	+ 4,5	+ 5,5	+ 5,5	+ 3,5
N <sup>os</sup>	1'	2'	3'	4'
	-3,5	-2,0	-3,5	-(3,5)

4' est douteux à cause de l'anse.

L'inclinaison indiquée est donc sud cette fois-ci.

On voit combien ces résultats sont loin d'être satisfaisants et combien peu ils imposent une opinion quelconque sur la valeur et le sens de l'inclinaison magnétique terrestre

à l'époque de leur fabrication. Il me semble toutefois que les données fournies par les n<sup>os</sup> 14866 et 14867 peuvent mériter quelque crédit.

Le vase n<sup>o</sup> 14868 est d'aimantation décidément bien faible et ses déformations excluent toute certitude sur sa véritable position au four. Le peu de saillie de l'anse du n<sup>o</sup> 12692 n'est pas de nature non plus à lever tous les doutes pour cet objet.

En conséquence et jusqu'à plus ample informé, je crois pouvoir me hasarder à conclure de cette recherche que, à l'époque du beau bronze de Corcelettes, l'inclinaison magnétique était boréale et plutôt forte.

C'est tout ce qu'a pu me donner jusqu'ici l'examen des vases palafittiques du Musée de Lausanne. Il vaudrait la peine de le poursuivre sur d'autres collections.

Il suffirait d'ailleurs qu'un ou deux vases fussent de forme à nous renseigner avec certitude sur le sens de l'inclinaison pour qu'on en pût étudier utilement la grandeur sur l'ensemble des vases de la même provenance et de la même époque. L'examen des torches d'argile, toujours fortement magnétiques, donnerait, je crois, des résultats excellents, si l'on pouvait trouver un critère de leur position au four.

Je tiens, en terminant, à remercier vivement MM. Folgheraiter et Forel, dont les excellents conseils m'ont été infiniment précieux, ainsi que MM. les conservateurs du Musée archéologique vaudois, qui m'ont donné toute facilité pour cette étude.

