Zeitschrift: NIKE-Bulletin
Herausgeber: Nationale Informationsstelle zum Kulturerbe
Band: 28 (2013)
Heft: 1-2

Artikel: Lumière du passé : datation par la thermoluminescence
Autor: Le Tensorer, Jean-Marie
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-726916

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: 06.12.2025

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

Lumière

Par Jean-Marie Le Tensorer

Le 28 octobre 1663, lors d'une communication à la Royal Society de Londres le savant irlandais Robert Boyle rapporta une curieuse observation: ayant emprunté un remarquable diamant à un certain Mr. Clayton et l'ayant réchauffé dans son lit un bon moment contre son corps, il provoqua l'apparition d'une sorte de scintillement faible. L'origine de cette lueur demeura mystérieuse et ne put être interprétée qu'en 1930, après la découverte de la radioactivité.

En 1953, un article signé de trois chercheurs de l'Université du Wisconsin intitulé «Thermoluminescence as a Research Tool», marque le début de l'utilisation du phénomène en vue de datations. En Suisse, à l'Institut de physique de l'Université de Berne, la méthode fut appliquée dès le milieu des années 50 par Houtermans et Grögler pour dater des roches volcaniques puis des tessons de poteries de l'âge du bronze du site de la colline de Bürg à Spiez (VS). A partir de 1969 la méthode connut un essor considérable grâce aux travaux de chercheurs anglais et danois. D'abord limitée à l›étude des céramiques, elle fut ensuite appliquée à la datation de pierres brûlées, puis à celle de toutes sortes de roches contenant du quartz ou d'autres minéraux favorables comme les feldspaths. On l'utilise aussi pour la détection de faux objets d'art en terre cuite.

De la lumière mystérieuse à la datation

Un minéral est constitué d'atomes formant une structure cristalline que l'on pourrait croire parfaite. En fait, on observe dans ce réseau des anomalies, des lacunes ou des zones occupées par d'autres atomes. Lorsque le minéral est soumis à un rayonnement ionisant provenant de substances radioactives ou du bombardement cosmique auquel la terre entière est soumise, les particules émises pénètrent dans le cristal et interagissent avec les atomes de manières très diverses. Pour simplifier, disons que des électrons sont arrachés aux atomes et mis en mouvement dans le solide. Ils peuvent alors être piégés dans les imperfections du réseau. Dans ce cas, ils conservent une partie de l'énergie induite par la radioactivité. Ainsi, au cours du temps, sous l'effet de l'irradiation, le minéral accumule de l'énergie dans les défauts de sa structure. Plus le temps écoulé est long, plus l'énergie accumulée et grande, voilà un des secrets de cette horloge radiométrique.

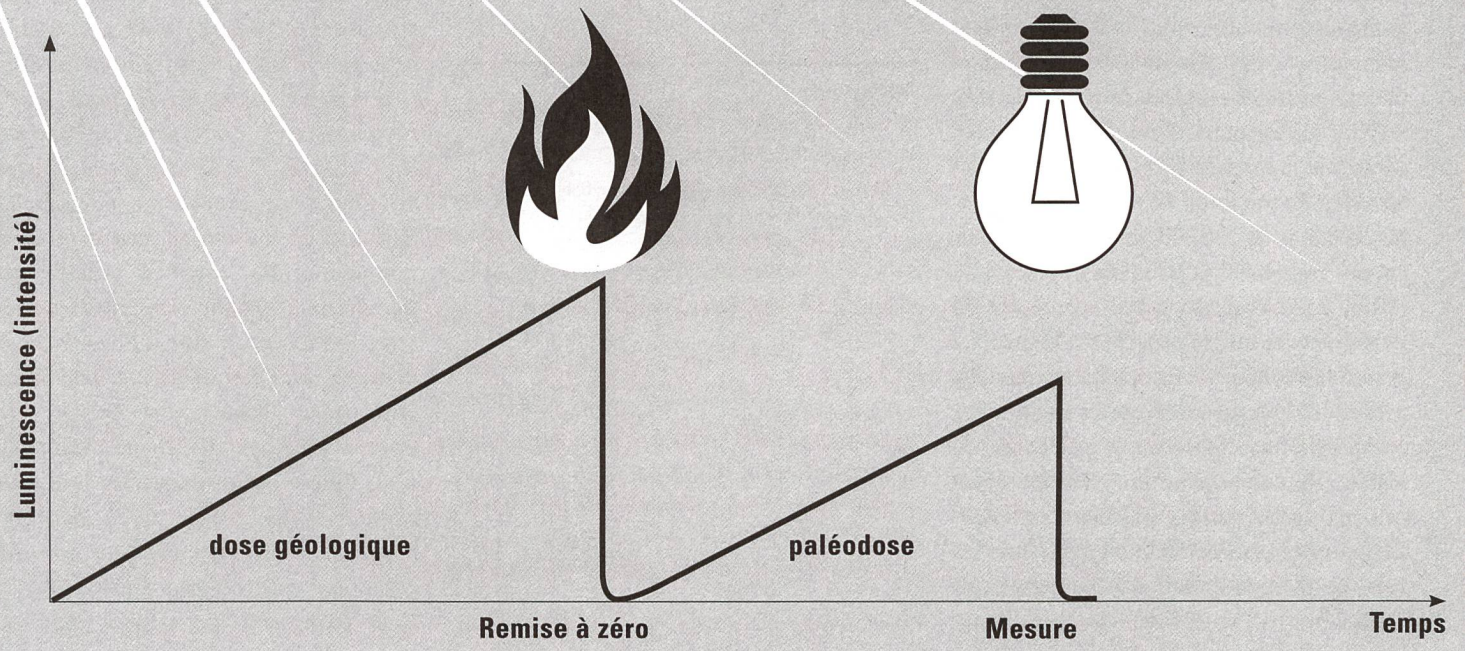
Si une excitation extérieure au cristal survient, une élévation de température suffisante par exemple, les électrons sont expulsés des pièges. C'est alors que se produit le phénomène mystérieux observé par Robert Boyle. Avant de se recombiner avec d'autres atomes, les électrons restituent sous forme de lumière l'énergie accumulée. La lueur fugace produite est une luminescence. Elle peut être due à une énergie thermique ou optique: dans le premier cas, il s'agit de la thermoluminescence (TL), dans le second, de luminescence stimulée optiquement ou OSL (optically stimulated luminescence). Cette méthode est privilégiée pour la datation de quartz, c'est-à-dire de sables, contenus dans des sédiments exposés à la lumière solaire avant leur

du passé:
datation par la thermoluminescence

enfouissement. On peut produire également ce phénomène par infrarouge ou IRSL (infrared stimulated luminescence), par lumière verte, la GLSL (green light stimulated luminescence) ou par lumière bleue, la BLSL (blue light stimulated luminescence). Toutes ces luminescences se caractérisent par leur nature irréversible: après chauffage ou éclairage, les pièges sont vidés et la lueur disparaît à jamais. Elles se distinguent en cela d'autres phénomènes lumineux comme l'incandescence ou l'électroluminescence qui peuvent se répéter indéfiniment.

La datation résulte de la mesure de l'accumulation d'énergie après remise à zéro de l'horloge radiométrique, c'est-à-dire après effacement du signal dit géologique à un moment donné: par exemple la chauffe d'un outil de silex dans un foyer préhistorique, la cuisson de l'argile d'une céramique, la solidification d'un minéral dans une lave, l'exposition au soleil de grains de sables ou la cristallisation de la calcite d'une stalagmite. Vient alors la phase d'enregistrement du temps depuis cette remise à zéro. Les pièges ayant été vidés, le minéral peut accumuler à nouveau de l'énergie sous l'effet des rayonnements ambiants. Pour réaliser une datation correcte il faudra donc estimer avec précision la quantité de rayonnement reçue par unité de masse du minéral. Pour cela, on effectue des mesures de dosimétrie du milieu où se trouve l'objet à analyser. Dans les sédiments, les cristaux sont continuellement

Principaux rayonnements ionisants reçus par un grain de quartz dans un milieu naturel.



irradiés par le rayonnement cosmique et les éléments radioactifs naturels, principalement ceux des familles de l'uranium et du thorium ainsi que par l'isotope radioactif du potassium, le 40K.

La datation proprement dite consiste à mesurer la dose totale d'énergie accumulée par l'objet, ou paléodose, puis de la comparer à la quantité de rayonnements ionisants auxquels l'échantillon est soumis dans son environnement dite dose annuelle. L'âge s'obtient alors par le simple rapport paléodose / dose annuelle. On obtient donc un âge en années. La méthode parait simple dans son principe, mais elle se complique dans sa mise en œuvre. Au laboratoire, la mesure se fait par chauffe lente de la température ambiante à 500° C d'un très petit échantillon prélevé sur l'objet à dater comme de minuscules grains de quartz extraits d'une céramique ou de quelques milligrammes pulvérisés d'un silex brûlé préhistorique et l'on enregistre la lumière émise en fonction de la température.

Limites et difficultés de la méthode

La datation par luminescence se heurte à quelques problèmes majeurs. L'âge maximum atteignable dépend du nombre d'électrons pouvant être piégés dans un cristal et du taux de radioactivité environnante. Ainsi, en milieu naturel assez radioactif (granite) un grain de sable ou un silex seront saturés en moins de 100 000 ans tandis que dans un environnement peu radioactif (loess) un cristal de feldspath pourra accumuler de l'énergie bien au-delà de 500 000 ans. La mesure de la dose de rayonnement annuelle peut se révéler très délicate et induire des erreurs parfois importantes. Au cours du temps, les conditions naturelles du dépôt peuvent varier, surtout en raison de l'infiltration et de la circulation de l'eau dans les sols. Le taux de radiation peut donc avoir changé depuis l'enfouissement d'un objet.

Néanmoins, en raison du progrès constant des appareils de dosimétrie et des protocoles d'analyse, le champ d'application de la datation par thermoluminescence et autres méthodes analogues s'élargit. Au-delà de l'archéologie, céramiques et pierres chauffées, il s'applique aujourd'hui à la datation des roches volcaniques, des sédiments, de la calcite des concrétions stalagmitiques, des dunes et accumulations sableuses, des loess et dépôts fluviatiles variés. C'est ainsi que récemment on a pu dater l'âge de blocs erratiques abandonnés par le glacier du Rhône dans le bassin de l'Aare voilà 20 000 ans.

La méthode de datation la plus utilisée en archéologie est celle dite du Carbone 14, mais elle ne permet pas de remonter au-delà de 50 000 ans environ et ne s'applique qu'à du matériel organique. De ce fait, les méthode de datation par luminescence sont de plus en plus utilisées pour estimer l'âge de très anciens objets, roches ou dépôts géologiques à condition qu'au moment de leur enfouissement ou de leur formation ils aient été brûlés ou éclairés par la lumière du soleil.

Bibliographie

C. Furetta. Handbook of Thermoluminescence. World Scientific Publishing Co Pte Ltd. 2010.

N. Grögler, F. G. Houtermans, H. Stauffer. Über die Datierung von Keramik und Ziegel durch Thermolumineszenz. (Physikalisches Institut der Universität Bern) Helv. Phys. Acta, 33, 1960, p. 595.

D. Richter, J.-M. Le Tensorer, T. Hauck, D. Wojtczak. Chronometric age estimates for the site of Hummal (El Kowm, Syria). In: J.-M. Le Tensorer, R. Jagher, M. Otte (Eds.). The lower and middle palaeolithic in the middle east and neighbouring regions. Études et Recherches de l'Université de Liège 126, 2011, p. 249-261.

H. Valladas, N. Mercier. Les méthodes de datation par la luminescence. In: J.-C. Miskovsky (Dir.). Géologie de la Préhistoire. Paris 2002.

G. A. Wagner. Einführung in die Archäometrie. Berlin 2007.

Resümee

Ein Artikel mit dem Titel «Thermoluminescence as a Research Tool» von drei Forschern der Universität Wisconsin markiert 1953 den Beginn der Nutzung dieses Phänomens für die Altersbestimmung. Ab 1969 erhält die Methode beträchtlichen Aufschwung dank der Arbeiten britischer und dänischer Forscher. Zunächst für die Datierung keramischer Objekte verwendet, wird sie anschliessend auch auf gebrannte Steine angewendet.

Ein Mineral besteht aus Atomen, die eine kristalline Struktur bilden. In dieser Struktur gibt es Anomalien, wie Plätze, die von fremden Partikeln besetzt sind. Wird das Mineral mit Ionen bestrahlt, etwa aus radioaktiven Quellen oder der kosmischen Strahlung, der die Erde ständig ausgesetzt ist, dringen diese Partikel in den Kristall ein und werden darin eingeschlossen. Durch die Bestrahlung sammelt sich so im Lauf der Zeit im Mineral Energie an. Je länger die Zeitspanne ist, umso grösser ist die Energie.

Findet von aussen eine plötzliche Reizung des Kristalls statt, beispielsweise durch deutliche Erhöhung der Temperatur, lösen sich die gefangenen Partikel. Bevor sie wieder an andere Atome gebunden werden, geben sie die angesammelte Energie in Form von Licht ab. Dadurch wird die radiometrische Uhr gewissermassen auf Null gestellt. Die Messung der abgegebenen Energiemenge ermöglicht demnach, den Zeitraum zu bestimmen, seit dem die Uhr zum letzten Mal auf Null gestellt wurde: zum Beispiel während der Erwärmung eines Silex-Werkzeugs in einem Feuer oder beim Brennen eines Tongefässes. Dabei muss die vom Objekt akkumulierte Energie verglichen werden mit der Ionenstrahlung, der seine Umgebung ausgesetzt ist. Teilt man die angesammelte Energie durch diese Strahlenmenge, erhält man das Alter. So wird die Datierung nach Thermolumineszenz für die Bestimmung sehr alter Objekte angewendet.