

Les techniques de datation par Aurélie Delattre

Archéologies en chantier (ens.fr).

La datation semble un élément fondamental de l'étude d'un site archéologique : elle permet de localiser le site dans une période chronologique donnée, mais aussi de lui donner une « épaisseur » chronologique, de déterminer la durée de son occupation, les différentes phases de cette occupation : a-t-on eu plusieurs occupations successives, ou une occupation continue ? Quand le site connaît-il son extension maximale, quand commence-t-il à « décliner » ?... Autant de questions auxquelles on ne peut répondre si l'on ne peut pas dater de façon rigoureuse le site, et même toutes les unités stratigraphiques du site (voir la fiche [sur le rôle de la stratigraphie pour la datation](#)).

Les grands types de méthodes de datation

On dénombre deux grands types de méthodes de datation : les méthodes de datation absolue ou objective, et les méthodes de datation relative. Les premières donnent la date de l'échantillon sans avoir besoin de tenir compte du contexte (qui intervient alors dans l'interprétation des résultats). Les secondes en revanche se basent avant tout sur des analyses comparatives, soit par rapport au contexte de découverte, soit par rapport à un corpus de référence ; elles peuvent aussi se fonder sur une analyse globale du matériel trouvé sur le site en prenant en compte l'évolution de ce matériel en fonction des couches stratigraphiques.

Comment choisir une méthode de datation

Le choix de la méthode employée dépend essentiellement de deux facteurs : le type de matériel présent sur le site et la problématique archéologique que l'on se fixe. Le premier de ces facteurs détermine le type d'analyse qui pourra être mené sur les échantillons : est-il possible ou non de mener des analyses en laboratoire ? Si oui, lesquelles pourront donner des résultats ? L'analyse doit-elle être absolument non-destructrice ? Les échantillons recueillis sont-ils suffisants pour que l'étude soit concluante ? Le second facteur est absolument primordial et conditionne à la fois la manière dont on sélectionne les échantillons (afin qu'ils soient le plus représentatifs possibles), et la méthode employée : il faut notamment prendre en compte la précision que peut fournir chaque méthode, en fonction de la précision que l'on attend : il arrive par exemple qu'une typochronologie à partir de céramiques donne une datation plus précise qu'une datation par thermoluminescence sur les mêmes céramiques ; parfois aussi, quand la plage chronologique d'occupation du site est bien déterminée, il est inutile d'employer des méthodes de datation qui livreront une date avec une incertitude plus grande que la durée d'occupation du site.

Les méthodes de datation objective

Ces méthodes nécessitent un traitement des échantillons en laboratoire, et se basent sur des analyses physico-chimiques. Elles fournissent des dates « chiffrées », avec une précision plus ou moins grande selon les méthodes. Chaque méthode a également une « période d'application », c'est-à-dire qu'elle peut fournir des dates pour une période précise.

La dendrochronologie

Principe général

Chaque année un nouveau cerne se forme dans le bois d'aubier de l'arbre . On constate que l'épaisseur des cernes varie selon les années : en fonction du climat, mais aussi en fonction de l'action de l'homme (taille de l'arbre, déboisement dans l'entourage de l'arbre...). Au XXe siècle, Eliott Douglas fait des observations sur des souches d'arbre et essaie de corréliser les variations de l'épaisseur des cernes avec les changements climatiques. C'est ainsi qu'apparaissent les premières courbes dendrochronologiques, qui sont à la base de la méthode de datation.

Application et précision de la méthode

On trace pour l'échantillon la courbe qui montre l'épaisseur de chaque cerne. Cette courbe est ensuite comparée à des courbes de références. Pour obtenir ces courbes de référence, on établit les courbes de

plusieurs arbres puis on fait une moyenne ; par recoupements entre des arbres qui ont pour partie vécu au même moment, on remonte progressivement le temps. La séquence obtenue pour l'échantillon est calée sur la courbe de référence de l'espèce pour la région considérée (comme l'épaisseur des cernes dépend du climat, les courbes varient selon la région), et l'on obtient une datation pour l'échantillon. Si on possède les derniers cernes de l'arbre, on peut ainsi obtenir une datation à l'année près pour des périodes allant de l'actuel à 11000 BP . C'est ce qui, avec l'absence de toute nécessité de calibrer les dates obtenues, qui a fait parfois dire que la dendrochronologie était la seule méthode de datation authentiquement absolue.

Limites de la méthode

Malheureusement, le bois, comme tous les matériaux organiques, résiste mal au temps. Il est donc rare d'en trouver en contexte archéologique, sauf dans quelques cas particuliers, notamment dans les milieux très humides ou très secs. Ainsi, pour l'Europe Occidentale, cette méthode a surtout pu être appliquée aux cités lacustres. En outre, toutes les espèces ne peuvent pas faire l'objet d'une datation dendrochronologique, car les cernes ne sont pas toujours assez visibles. L'espèce de référence pour l'Europe Occidentale est le chêne. Enfin, les courbes établies ne valent qu'à l'échelle régionale. On a donc des hiatus géographiques, mais aussi chronologiques, en fonction des sites découverts. Il est parfois nécessaire de se référer aux courbes de la région la plus proche sur le plan climatique pour pouvoir dater un échantillon.

Exemples d'application

La dendrochronologie fournit des informations anthropologiques : on peut déduire par exemple le plan d'un village en datant les différents pieux que l'on a retrouvé, dans le cas où l'on observe des recoupements entre différentes occupations successives. Il est aussi possible d'en tirer des informations concernant le commerce du bois : la présence d'une espèce ou d'une courbe dendrochronologique qui ne correspond pas à la région peut permettre de remonter jusqu'à l'origine du bois.

Méthodes isotopiques

Ces méthodes se basent sur la dégradation progressive, et qui suit une loi connue, des isotopes radioactifs des éléments chimiques.

Carbone 14

Principe

Il existe trois isotopes du carbone : le C12, le C13 et le C14. Ce dernier étant radioactif, il se décompose avec le temps en C12. Sa période* de décomposition est de 5730 ans plus ou moins 40 ans (selon Godwin, en 1962 ; selon Libby, qui a mis au point la méthode en 1950, elle est de 5568 ans plus ou moins 30 ans). Il est possible en connaissant la loi de décroissance du C14 de connaître le temps qui s'est écoulé en fonction de la dose de C14 mesurée dans l'échantillon.

L'intérêt de cette méthode est qu'elle repose sur des lois physiques intrinsèques à l'élément chimique, et ne dépend donc pas de l'environnement. Cette méthode s'applique aux matériaux archéologiques contenant du carbone, la matière organique : charbons de bois, ossements, macro-restes végétaux, résidus organiques (colles, résidus culinaires, colorants), tourbes, carbonates.

Contraintes

La préparation en laboratoire. La datation par le C14 nécessite une longue préparation en laboratoire car les échantillons peuvent avoir été contaminés de diverses manières, soit pendant l'enfouissement, soit au moment de leur découverte ; on fait donc subir aux échantillons une série de traitements physiques et chimiques qui vont les purifier de ces contaminations. Ensuite, on extrait le carbone de l'échantillon, et on mesure la quantité de noyaux radioactifs présente dans l'échantillon.

Limites de la méthode

La nécessaire calibration des dates C14. On constate après datation un rajeunissement systématique par le C14 d'échantillons bien datés par ailleurs (grâce à un calendrier par exemple, ou à la dendrochronologie). Ceci est dû au fait que la datation C14 repose sur l'hypothèse que le nombre initial de radioactif est constant, or on sait que la valeur calculée de 13,6 dpmg n'est constante que depuis deux millénaires environ, sans que l'on connaisse toutefois précisément les facteurs de variation. En outre, il faut tenir compte de l'existence d'un effet réservoir qui fait que le taux de C14 en milieu marin est plus faible que sur terre, et que les organismes assimilent préférentiellement du C12 (phénomène de fractionnement isotopique). Pour toutes ces raisons, il est nécessaire de corriger les dates obtenues : c'est la calibration. On s'appuie pour cela sur la dendrochronologie, qui permet d'avoir des dates calibrées jusque 11000 BP, et on essaie aussi maintenant de dater des coraux à la fois par le C14 et par la méthode Uranium-Thorium.

Potassium-Argon

Cette méthode permet de dater des roches éruptives pour des périodes allant de 100-500000 ans à 10 millions d'années. Le K40 se transforme en Ar40. On date l'événement qui a produit la libération de l'Ar40 produit antérieurement, on emploie pour ce faire la spectrométrie de masse. Cette méthode est surtout employée en géologie, mais peut également permettre de dater des niveaux du paléolithique inférieur interstratifiés avec des couches provenant d'éruptions volcaniques. Elle nous livre un ordre de grandeur, et sa fiabilité est liée à un échantillonnage multiple.

Uranium-Thorium

Le dosage relatif entre ces deux éléments permet d'obtenir des dates pour les périodes allant de 10000 à 350000 ans. On l'emploie sur les planchers stalagmitiques, en sédimentologie marine, ou sur les carbonates continentaux. Le phénomène daté est la précipitation du carbonate.

Traces de fission

On étudie les traces de fission des noyaux d'uranium 238 et 235. Ces traces modifient la structure des cristaux (présents par exemple dans les verres, les argiles cuites, les roches éruptives). Lorsque le matériau est chauffé, ces traces s'effacent. En observant les traces présentes sur l'échantillon et en déterminant la concentration en uranium de cet échantillon, il est possible de dater la dernière chauffe de l'objet, pour des périodes allant de l'actuel à quelques millions d'années.

Méthodes de physique du solide

Thermoluminescence

Principe

Un corps cristallin présente une organisation extrêmement ordonnée, mais également des défauts à l'échelle moléculaire. Sous l'effet de rayonnements provenant soit du matériau lui-même soit du milieu où il se trouve, des électrons passent à l'état excité et sont piégés dans ces défauts cristallins. Lors d'une chauffe supérieure à 4-500°C, les pièges à électrons sont vidés et les électrons reviennent à leur niveau d'énergie fondamental en émettant de la lumière.

La méthode de datation

Pour dater un objet par thermoluminescence, on chauffe l'objet, et on mesure la quantité de lumière émise (thermoluminescence naturelle) ; puis on soumet l'échantillon à une irradiation par une dose connue, pour remplir complètement les pièges ; on chauffe de nouveau l'échantillon, et on mesure la thermoluminescence artificielle. On met ensuite en rapport TLN, TLA, et irradiation, et on évalue la dose annuelle (le taux de remplissage des pièges chaque année) pour déterminer une datation pour l'échantillon.

Champ d'application

Les matériaux doivent contenir des matériaux thermoluminescents (quartz, feldspaths) et avoir été suffisamment chauffés pour vider les pièges (foyers, céramiques, matériaux de construction, coulées volcaniques). Cette méthode nous donne des dates allant de l'actuel à 200000, voire plus de 500000 ans, avec

une précision de 7 à 10%. Cependant, avant d'effectuer une datation par thermoluminescence, il faut s'assurer que les pièges à électrons de matériau à dater ne sont pas saturés, auquel cas la date obtenue perdrait tout sens puisqu'il est impossible de déterminer depuis combien de temps les pièges sont saturés ; on se sert pour cela du test du plateau.

RPE (résonance paramagnétique/électronique)/ESR (electron spin resonance)

Cette méthode est également basée sur les défauts cristallins. Elle permet de dater jusqu'à 1 million d'années la calcite, et jusqu'à 5 millions d'années les os et dents. L'événement daté est la formation du matériau.

Autres méthodes

Archéomagnétisme

Cette méthode se base sur le fait que les matériaux donnent le sens du champ magnétique terrestre au moment où ils ont été chauffés. Connaissant les variations de ce champ, il est possible de déterminer la date de la chauffe de l'échantillon archéologique. Cette méthode s'applique pour des dates allant jusqu'à quelques dizaines de milliers d'années et permet de dater des argiles cuites ou des coulées volcaniques. Cependant, il faut que le matériau à dater n'ait pas été déplacé depuis sa dernière chauffe (pour garder l'orientation exacte qu'il donne). On applique donc essentiellement cette méthode aux fours de potier en place.

Hydratation de l'obsidienne

Définition de l'obsidienne

L'obsidienne est un matériau vitreux provenant du refroidissement brutal de coulées volcaniques. Il a pu être employé pour façonner divers objets, par exemple des couteaux

Hydratation de l'obsidienne et méthode de datation

Lorsque l'obsidienne est taillée, la couche superficielle s'hydrate progressivement. On peut dater un objet en fonction de l'épaisseur de la couche hydratée. Cependant comme l'hydratation varie selon les régions, il est d'abord nécessaire de faire l'étude inverse sur des objets en obsidienne de date connue, pour établir une relation entre épaisseur de la couche hydratée et âge de l'objet. Cette méthode permet la datation d'objet de l'époque récente à quelques millions d'années.

Racémisation des acides aminés

Définition du phénomène

Certaines molécules de l'organisme présente deux structures symétriques : droite et gauche. On ne trouve naturellement que la structure gauche pour les acides aminés. Mais après la mort de l'organisme, les molécules de structure gauche se transforment en molécules de structure droite jusqu'à parvenir à un mélange équimolaire.

Processus de datation

Ce processus consiste à déterminer sous lumière polarisée la part de molécules de forme gauche et de molécules de forme droite, et à partir de là à remonter à la date de mort de l'organisme. Cependant le phénomène de racémisation dépend de l'environnement, et il est parfois difficile de déterminer les conditions exactes dans lesquels l'organisme a été conservé au cours des siècles ; cette méthode est donc à mi-chemin entre datation absolue et datation relative. Elle peut néanmoins nous donner des informations pour les périodes de 100000 à 400000 ans, donc pour des périodes où l'on ne peut pas employer le C14.

Datation relative

Les méthodes de datation relative peuvent permettre de dater un objet ou tout un site, soit en se référant à des corpus déjà établis, soit en établissant la succession chronologique des différents objets et structures présents sur le site.

Stratigraphie

Lien vers fiche « stratigraphie » (voir ce qui est dit pour éventuellement ajouter quelques détails propres aux datations)

Typochronologie

Cette méthode se fonde sur l'évolution de la forme, du mode de fabrication, du décor... d'objets. Des corpus de référence ont été établis qui mettent en évidence cette évolution et les critères retenus pour les distinguer. Cette méthode s'applique tout particulièrement au matériel trouvé le plus abondamment sur les sites : céramique, monnaie, éléments de parure, notamment les fibules pour la Gaule ou les plaques-boucles mérovingiennes. Une fois la typologie établie, on peut la combiner à des méthodes de datation absolue qui permettent de la jalonner de repères chronologiques précis (cette datation peut être liée au contexte de découverte, s'il n'y a pas de perturbation, par exemple une datation dendrochronologique sur du bois trouvé sur un des sites, ou elle peut s'appuyer sur l'objet lui-même : TL sur les céramiques, dates de frappe pour les monnaies). La datation par typochronologie peut s'avérer dans bien des cas plus précise qu'une datation absolue : par exemple, la typologie des vases proto-corinthien peut donner une date à 20 ou 30 ans près. Cependant, cette méthode fournit souvent un *terminus post quem*, notamment pour les objets retrouvés en contexte funéraire, puisqu'un objet peut être encore utilisé de nombreuses années après sa fabrication : les monnaies dans l'antiquité circulent longtemps, et des éléments de parure peuvent présenter une valeur affective et être retrouvés dans des contextes beaucoup plus tardifs. Mais une monnaie par exemple peut également fournir un *terminus ante quem* quand on le retrouve dans une structure à occupation longue, comme un habitat par exemple : on peut supposer que l'habitat existait avant que la monnaie n'y soit perdue.

Sériation

Ce que permet cette méthode

Grâce à des méthodes statistiques prenant en considération les différents objets présents dans une structure, on peut déterminer l'évolution de la structure, montrer une succession chronologique entre les différentes parties de cette structure. On part du principe que la diffusion d'un objet suit le schéma suivant : croissance progressive puis disparition progressive après un moment de diffusion maximale. Cette loi peut être représentée graphiquement par une gaussienne. Si les objets sur un site archéologique suivent cette loi, les combinaisons d'objets trouvés dans des parties différentes d'un site permettent de déterminer une succession pour ces différentes parties. Cette méthode s'applique par exemple en contexte de nécropole, pour savoir dans quel ordre les sépultures ont été construites, et ainsi reconstituer le schéma d'extension de la nécropole, ou encore dans les sites où la stratigraphie est perturbée et ne donne pas d'informations claires quant aux différentes phases du site. Une telle étude permet aussi de voir si un site a connu une occupation continue, ou a au contraire connu plusieurs occupations et abandons.

Mode opératoire

On établit un tableau de présence/absence qui indique par exemple pour chaque tombe quels types d'objets étaient représentés. Une fois ce tableau établi, on le réorganise, soit de façon « empirique », avec ciseaux et colles, soit en utilisant une méthode calculatoire (la méthode dite des barycentres), afin d'obtenir une diagonale plus ou moins exacte. Selon la répartition des croix sur cette diagonale, on peut dire si le site a été occupé de façon continue (pas de rupture sur la diagonale), ou s'il a connu différentes phases successives d'occupation (dans ce cas, on observe des hiatus dans la diagonale).

Webographie

- Laboratoire Chrono-Environnement - UMR 6249 : [Labo de chrono-ecologie de Besançon](#).
- Centre de Datation par le RadioCarbone UMR 5138 : Archéométrie et Archéologie : Origine, datation et technologie des matériaux : [Datation par le Carbone 14](#).

- Museum of Archaeology and Ethnology : [Musée virtuel de l'Université S. Fraser, Canada.](#)