



6. TÉMOIGNAGES ARCHÉOLOGIQUES : à gauche, fragments de poteries découverts dans les niveaux à la base de la tranchée (niveau IV). Les archéologues arméniens attribuent ces poteries à la période Kura-Arax (Âge du bronze, il y a 4200-4600 ans). À droite, texte cunéiforme ourartien gravé sur une paroi rocheuse sur les rives du lac de Van, entre 742 et 739 avant J.-C. Ce manuscrit relate les campagnes militaires du roi Arghishti Ier dans la région du lac Sévan : «Par la grandeur de Khaldi [Dieu majeur ourartien],

Arghishti ier dit : Quand j'ai encerclé la ville de Behoura une nouvelle fois, les montagnes de Bamni [massif de Vardenis] étaient dévastées, la fumée [cendres ?] recouvrait la ville et atteignaient le Soleil.» Dans un autre passage faisant allusion aux mêmes faits, c'est le fils d'Arghishti, Sardour II, qui parle : «Le peuple [de Behoura] craignant mes armes s'échappa et partit dans les montagnes d'Ushkiani et de Bamni, j'en ai encerclé une partie que j'ai tuée, les autres qui se sont échappés ont été brûlés par le dieu Taisheba [Dieu tellurique].

Ces deux passages du texte font allusion de façon évidente à des phénomènes géologiques catastrophiques : volcan, séisme (?) qui seraient venus prêter main forte aux envahisseurs ourartiens pour conquérir la place forte de Behoura.

Ces allusions semblent plausibles lorsque l'on sait qu'à moins de 15 kilomètres du site de la ville subsistent des évidences d'activités volcano-tectoniques parmi les plus récentes d'Arménie. En effet, au pied du volcan Porak, des coulées volcaniques très fraîches (peu colonisées par la végétation) sont dans le prolongement Sud-Est du segment de faille de Khonarasar. Dans cette région, comme dans d'autres secteurs d'Arménie, l'activité volcanique holocène (moins de 10 000 ans) est liée au fonctionnement de failles dont certaines peuvent recouper et décaler des cônes et des coulées volcaniques.

Restait à vérifier si nos déductions historiques étaient compatibles avec celles déduites des observations géo-

logiques réalisées sur la faille elle-même. Pour cela, nous avons creusé des tranchées sur le passage de la faille et, dans l'une d'entre elles, nous avons découvert un sol ancien contenant des fragments de céramique du I^{er} millénaire avant J.-C., identiques à celles découvertes près du mur mégalithique. Ce sol ancien est clairement recoupé par une faille, le tout étant cacheté par le sol moderne. La faille recoupant le sol ancien représente, comme pour le mur mégalithique décalé, le dernier événement sismique, et son âge est compatible avec la date (entre 783 et 773 avant J.-C.) de la prise de Behoura par le roi Arghishti I^{er}.

Paradoxalement, l'histoire géologique récente, et plus particulièrement celle des catastrophes naturelles, est souvent mal documentée. Les avancées dans ce domaine résultent de la mise au point de méthodes modernes comme la télédétection ou des datations fiables pour les périodes récentes, mais surtout par une collaboration

interdisciplinaire ; à ce titre, notre expérience en Arménie est exemplaire. Cette rencontre entre l'Histoire ancienne et la Géologie des tremblements de terre a quelque chose d'émouvant, pour nous géologues, peu habitués à mettre en scène des témoins humains d'événements telluriques du passé dont les noms sont maintenant presque oubliés.

Hervé PHILIP est maître de conférences à l'Université de Montpellier II. Arkadi KARAKHANIAN est chercheur à l'Institut géologique de l'Académie des sciences de la République d'Arménie, directeur du Laboratoire Georisk.

R.S. YEATS, K. SIEH, et C.R. ALLEN, *The Geology of Earthquakes*, Oxford University Press, 1997.

Mac CALPIN, *Paleosismology*, Academic Press, 1996.

Trésors de l'Arménie ancienne, des origines au IV^e siècle, Somogy Édition d'Art, Musée d'Obrée (Nantes), Catalogue de l'exposition, mars-septembre 1996.

La datation des objets en bois

GOTTFRIED MATTHAES

Une nouvelle méthode, simple, bon marché et fiable permet de déterminer l'âge de meubles, de panneaux peints, de sculptures et autres objets en bois.

La matière est le support qui enregistre l'âme de l'artiste, peintre, ébéniste ou sculpteur, et accompagne toute la vie de l'œuvre : pour en déterminer l'authenticité, on doit l'analyser. Lorsque les critiques d'art et les collectionneurs veulent s'assurer de la date de création d'une œuvre d'art, ils comparent les formes, les couleurs et le style à ceux d'autres œuvres d'art datées de façon fiable et accréditent leur opinion par des études d'histoire de l'art, concentrant leur attention sur des aspects esthétiques.

Focalisée non sur le message, mais sur le support, une nouvelle technique qui enregistre l'absorption des rayonnements infrarouges par le bois augmente la fiabilité de la datation.

Les librairies et les bibliothèques proposent une profusion de livres d'art en toutes langues, qui détaillent les caractéristiques de l'art de chaque époque ; malheureusement, ces livres sont à la disposition des faussaires. L'imitateur qui copie la peinture gothique se documente sur les techniques et les styles de l'époque ; paradoxalement, il a plus d'information que l'artiste ou l'artisan médiéval...

Le but principal du faussaire est de tromper l'œil humain, et il peut induire en erreur les experts les plus habiles. En revanche, une simple loupe suffit à révéler les détails de matière, de patine, de couleurs et d'usure, dont la réalisation demanderait au faussaire un travail excessivement coûteux, l'exposant davantage au risque d'être démasqué. Si l'analyse de la matière d'une œuvre d'art détermine la plupart des faux, elle n'est pas absolument sûre, et doit être complétée par une datation scientifique certaine.

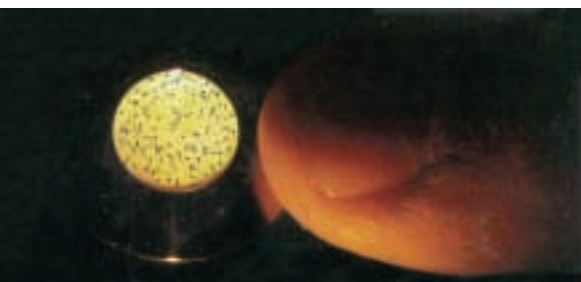
Jusqu'en 1992, la datation des œuvres d'art était insuffisamment fiable. La méthode reposant sur le dosage de l'isotope radioactif du carbone, le carbone 14, n'est pas applicable aux objets fabriqués après 1650 environ, à cause des changements qui ont eu lieu dans les couches supérieures de l'atmosphère terrestre, où cet isotope est produit. La concentration en carbone 14 par rapport aux produits de sa désintégration n'est plus une mesure fiable du temps passé.

Une autre technique scientifique de datation, la dendrochronologie (fondée sur la mesure des distances entre les cernes de croissance du bois) ne s'est pas toujours révélée utile en raison de l'effet sur la croissance des précipitations et autres facteurs climatiques locaux. De surcroît, important handicap, les cernes ne peuvent être étudiés que sur une surface relativement grande. Aussi 90 pour cent des créations artistiques ou artisanales en bois ne peuvent être datées scientifiquement.

1. POUR DATER ET AUTHENTIFIER une statuette, on prépare une «pastille» contenant une petite quantité de sciure du bois prélevée sur l'œuvre d'art, et on la mélange à une matrice transparente aux rayonnements infrarouges. Par la datation infrarouge, on a déterminé que le bois de cette statuette est ancien ; la facture est caractéristique de l'époque médiévale. En combinant la datation spectroscopique et les opinions d'experts sur le style, on s'assure de l'authenticité des objets en bois.



Photographies : Museo del Collezionista d'Arte/Dall'Oglio/Archivio I.G.D.A.



La Fondation Matthaes, propriétaire du *Museo del collezionista d'arte*, à Milan, et de son laboratoire, lança en 1989 une recherche sur la datation des objets d'art en bois fabriqués après la période gréco-romaine.

La recherche a porté sur l'analyse chimique des changements du bois au cours du temps. Ces tests sont trop coûteux pour être utilisés de façon systématique, mais la situation a changé radicalement avec les possibilités offertes par la spectroscopie infrarouge. Les données spectroscopiques sont rapidement analysées, comparées et classées par les ordinateurs.

La spectroscopie infrarouge est utilisée depuis des décennies par l'industrie pour des analyses chimiques, des tests de routine de pollution de l'air et de l'eau, et pour des analyses médicales. Les entreprises pharmaceutiques contrôlent constamment la qualité des principes actifs qu'elles produisent. La surveillance de la production au moyen de la spectroscopie assure ce contrôle rapide et continu : on compare le produit avec un échantillon de référence de paramètres connus.

Le vieillissement modifie le spectre

En revanche, l'application (brevetée en Italie par l'auteur de cet article) de la spectroscopie à la datation du bois est nouvelle. Cette méthode, mise au point au *Museo del collezionista d'arte*, est extrêmement utile : les experts estiment que plus de 60 pour cent des antiquités du marché de l'art sont des faux.

Cette nouvelle méthode de datation est fondée sur la transformation du bois avec l'âge, laquelle se décèle à des modifications du spectre

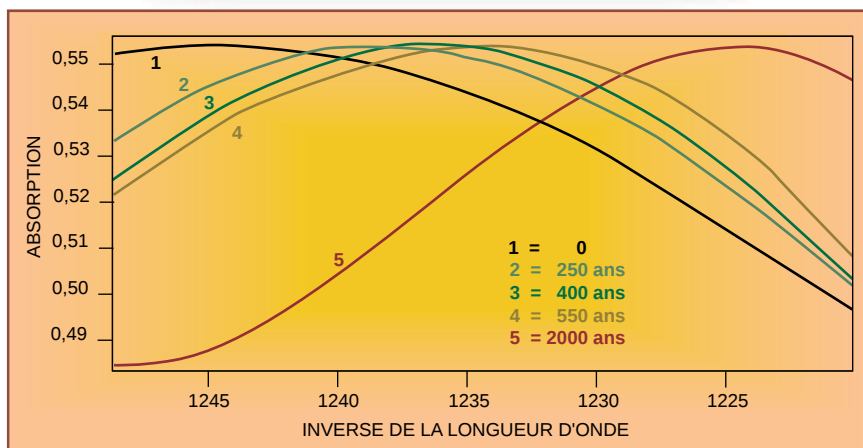
d'absorption infrarouge. Toutes les molécules organiques ont des liaisons qui vibrent à certaines fréquences, déterminées par leur type, par la nature des atomes liés et par l'environnement de ces atomes dans les molécules : lors-

qu'elles sont illuminées par des rayonnements d'une fréquence appropriée, les molécules absorbent ces rayonnements.

Quand une faible quantité de sciure d'un arbre fraîchement abattu est insérée dans le spectromètre, l'instrument enregistre l'absorption du rayonnement par les molécules du bois. Il affiche sur un écran la courbe d'absorption en fonction de la fréquence, créant une image qui dépend de la composition chimique du bois, sans identifier précisément la structure chimique des molécules absorbantes. Cette courbe est «l'empreinte digitale» d'un bois jeune pour une espèce d'arbre.

Quand le bois vieillit, la mince couche externe de l'objet (attaquée par la lumière, l'oxygène et les autres facteurs de l'environnement) se décompose assez rapidement, tandis que la masse interne du bois, où doit être prélevé l'échantillon à mesurer, est altérée bien plus lentement par les micro-organismes et les réactions chimiques. Au cours des siècles, l'altération des molécules du bois transforme la courbe spectroscopique d'origine et, pour chaque essence, une courbe d'absorption caractérise l'âge. On obtient une datation absolue en comparant la courbe obtenue avec celles d'autres échantillons d'ancienneté attestée.

Le bois étant un matériau complexe, on ne mesure l'absorption que par quelques composants pour lesquels les signes de vieillissement sont mesurables. On a identifié les composés végétaux qui subissent une transformation lente et constante et qui ne sont pas sensibles aux agents atmosphériques, aux variations de températures, aux attaques des champignons et d'autres micro-organismes.



2. SPECTRES INFRAROUGES DE CHÊNES d'âges différents. Quand le bois vieillit, le pic de la courbe d'absorption se déplace vers les grandes longueurs d'onde. Avec les spectres établis pour chaque essence, on date avec précision les objets d'art en bois. Ainsi le meuble ci-dessus n'est pas authentique. La datation spectroscopique a révélé qu'en dépit des similitudes de style des parties hautes et basses, la portion supérieure date d'il y a 250 ans, tandis que la partie inférieure a été fabriquée au tout début du xx^e siècle.



3. LA PRÉSENCE D'UN CENTRE EN BOIS à l'intérieur de cette pagode chinoise en ivoire, a permis de la dater.



4. MASQUE AFRICAIN YORUBA (à gauche) et représentation du Bouddha (à droite) faites du même bois. La comparaison des œuvres non datées avec d'autres œuvres bien attestées provenant de régions de même climat tropical assure une bonne identification.



5. SCULPTURE CHINOISE (à gauche) et sculpture italienne de la même époque (à droite). Les deux structures sont en peuplier. L'utilisation de la datation par spectroscopie infrarouge sur ces deux

œuvres a confirmé que le vieillissement du bois présente les mêmes caractéristiques sur tous les continents, sauf dans les régions de climat tropical où un nouvel étalonnage est nécessaire.

L'existence de tels composés a été confirmée par l'analyse d'échantillons végétaux qui ont été exposés pendant de nombreux millénaires à l'air, la terre et l'eau. Les bateaux anciens conservés dans le sol humide, sont des exemples bien connus, tout comme l'ambre, une résine d'arbre fossile qui a survécu pendant plus de 100 millions d'années dans des environnements hostiles.

Une comparaison des spectres de l'ambre fossile de la Baltique et de la colophane ou du copal (des résines d'arbres actuels) montre que de nombreuses molécules n'ont pas été décomposées, mais ont seulement subi quelques modifications chimiques. Comme de nombreux composés végé-

taux ne sont pas modifiés par les facteurs environnementaux, la datation spectroscopique infrarouge des objets anciens en bois est indépendante de leur état de conservation.

On pourrait craindre que le climat de la région où a poussé un certain arbre ait un effet sur les mesures spectroscopiques et, donc, sur la fiabilité de notre méthode de datation des objets en bois. Il n'en est rien : les spectres infrarouges bien choisis ne dépendent pas de la zone où l'arbre a poussé. En accordant à des pays étrangers l'autorisation d'utiliser cette méthode de datation spectroscopique, la Fondation Matthaes a établi avec certitude que le bois d'une même

espèce subit le même processus de vieillissement sur tous les continents, sauf dans les régions à climat tropical. Pour les objets façonnés dans les régions tropicales (Afrique et Asie du Sud-Est principalement), des corrections s'imposent.

D'autres facteurs que le vieillissement naturel du bois perturbent-ils la datation spectroscopique? Par exemple, la composition chimique du bois est-elle modifiée par les vers, qui consomment principalement certaines molécules? La méthode spectroscopique permet de détecter les altérations de la composition chimique du bois causées par la présence de vers, et un nettoyage effectué au laboratoire

Les icônes sont contrefaites

La datation du bois par spectroscopie infrarouge est particulièrement probante pour les panneaux peints. Les icônes que les touristes fascinés ramènent d'Europe de l'Est sont souvent des faux vendus par des escrocs. Deux tiers de ces peintures sont des productions récentes, fabriquées et vieillies artificiellement.



Ikône récente (peinte en 1972).



Ikône russe ancienne datée de 1770.

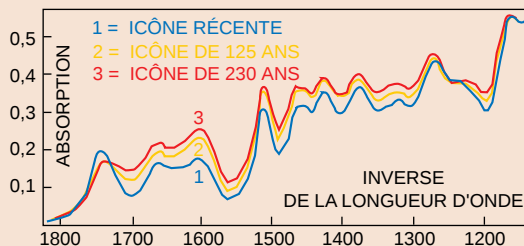
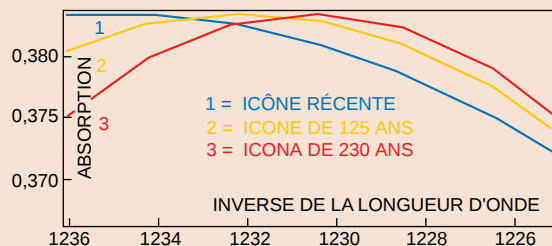


Ikône russe authentique datée de 1875.

Les couleurs, les techniques artistiques et les sujets des icônes sont fondés sur une tradition millénaire qui laisse peu de place à la créativité individuelle. Ce style uniforme est facilement copiable. Les icônes récentes sont souvent dépistées par l'absence de la superposition des couches qui distinguent une icône originale d'une peinture sacrée plus commune.

Les icônes traditionnelles sont des peintures réalisées par des religieux qui peignent leurs œuvres après de longues périodes de prière et de jeûnes. Conformément aux canons, les artistes peignent le visage en plusieurs couches, commençant par le noir (la mort), le jaune (le Soleil) puis le blanc (le divin). Le relief qui s'ensuit est visible quand on observe la peinture en lumière rasante.

Une icône est, au cours des siècles, souvent restaurée, notamment les panneaux de bois et les peintures. Les interventions réalisées avec des matériaux différents de ceux d'origine peuvent être révélées par des techniques particulières d'éclairage. Ainsi la lumière de la lampe de Wood entraîne une fluorescence du plâtre utilisé pour combler les fissures pendant une restauration.





élimine les substances contaminantes et autorise la datation, même si la marge d'erreur est alors supérieure.

On pouvait penser qu'une exposition prolongée à de hautes températures ou à des conditions climatiques particulières (forte humidité, par exemple) entraînerait un vieillissement accéléré. Nous avons vérifié que, lorsque le bois est soumis à un vieillissement artificiel par une irradiation aux ultraviolets et une exposition à la vapeur d'eau, les effets majeurs se limitent à la seule surface et ne changent que la couleur, principalement en raison de la détérioration de la lignine.

À deux ou trois millimètres de profondeur, le bois demeure intact. Même quand il est soumis à un chauffage prolongé ou à de hautes températures (inférieures à 180 °C, car au-delà commencent les réactions de pyrolyse), le lent processus de vieillissement n'est pas notablement modifié, et les molécules utiles pour la datation spectroscopique restent inchangées.

L'éventualité d'une erreur de datation due à l'utilisation d'un bois ancien pour la création d'un objet récent est très faible. Le bois se patine en surface, est attaqué par des vers (qui ont, nous l'avons vu, des particularités reconnaissables) et montre des signes d'usure reconnaissables. Un laboratoire ou un antiquaire habile reconnaissent un bois ancien, avant même que l'objet ne soit daté par spectroscopie infrarouge.

Pour établir l'âge d'une œuvre par la méthode spectroscopique, il faut prélever quelques milligrammes de sciure de bois. On fore pour cela un petit trou dans un endroit peu visible. Lors d'une première perforation superficielle, la surface externe contaminée du bois est éliminée, puis une perforation plus profonde permet de recueillir quelques milligrammes de sciure saine.

Nombre de collectionneurs et de conservateurs de musées répugnent à extraire du bois de leurs trésors. Toutefois ces prélèvements sont minimes : les vers creusent des galeries qui font parfois 1 000 fois plus de dégâts qu'un foret fin. L'obtention d'une certification sans erreur ne justifie-t-elle par une petite opération ?

6. LA DAME AU VOILE, peinte par Rogier Van der Weyden en 1459 (à gauche), et une copie récente (à droite).

La sciure extraite est mélangée à un minéral transparent aux infrarouges, et le mélange obtenu est fortement comprimé en une pastille, qui est introduite dans le spectromètre. La transparence du disque ne contenant que quelques fibres de bois montre la faible quantité de matière nécessaire à une datation.

Certaines essences de bois sont rarement utilisées par les ébénistes, les peintres et les sculpteurs, et leur datation est imprécise. Au contraire, il existe depuis quelque temps des tables de datation étalonnées et ajustées (avec une barre d'erreur de dix ans) pour des essences courantes comme le sapin, le pin, le chêne, l'érable, le peuplier ou le tilleul. Un échantillon de sciure est suffisant pour déterminer, avec cette marge d'erreur, l'âge d'une sculpture en bois, d'un chevron provenant d'une vieille maison ou d'un panneau peint.

Meubles et peintures

La datation du mobilier est un peu plus délicate. Un meuble peut non seulement avoir été restauré avec du bois neuf, mais aussi avoir été modifié au cours de sa vie par l'addition de parties entières pour s'adapter à de nouveaux besoins. Avec un tel objet, on doit prélever divers échantillons dans au moins deux ou trois parties différentes, afin de comparer les résultats des analyses. La table de la figure 7, tenue pour avoir été fabriquée en 1740, fut vendue comme authentique par une importante maison de vente aux enchères. La datation spectroscopique a cependant révélé que seuls les quatre pieds datent de 1756 (à 15 ans près), ce qui confirme leur authenticité. En revanche, la spectroscopie infrarouge a déterminé que les autres parties du meuble ne sont vieilles que de 100 ans, au plus. La table est en partie un faux, comme beaucoup d'autres œuvres analogues.

La datation des peintures réalisées entre 1880 et 1930 est particulièrement intéressante. Ces peintures se vendent très cher, et de nombreuses copies sont en circulation. Un âge correct du châssis (le cadre en bois sur lequel la toile est tendue) est une présomption d'authenticité, car pour les peintures relativement récentes on suppose avec raison que l'âge du châssis correspond à l'âge réel de la peinture.



7. SEULS LES QUATRE PIEDS de cette superbe table datent du milieu du XVIII^e siècle. Le reste de la structure en bois a été reconstruite au début du XX^e siècle.

Au contraire, les châssis de peintures très anciennes peuvent avoir pourris ou avoir été détruits et changés lors de restaurations. Si elle ne constitue pas une preuve absolue, la datation permet de confirmer un doute légitime. Le carbone radioactif (dont l'abondance dans l'atmosphère a énormément augmenté à cause des essais nucléaires) permet de détecter de nombreux faux des impressionnistes et des expressionnistes : cet isotope est présent en grande quantité dans les matériaux des faux fabriqués après 1950.

Une petite partie en bois suffit pour dater précisément une œuvre ; ainsi, dans la pagode plaquée d'ivoire représentée sur la figure 3, la partie centrale en bois donne une datation spectroscopique intéressante, attribuant à cet objet un âge de 1880 ans à dix ans près.

Le spectromètre distingue aussi aisément des liants et des pigments anciens, permettant ainsi l'identification de nouveaux produits utilisés par des faussaires peu scrupuleux pour copier les œuvres des grands maîtres.

La méthode spectroscopique s'imposera également pour la datation des œuvres d'art primitif. Jusqu'à présent, les évaluations reposaient exclusivement sur l'avis d'experts. Les œuvres d'art en bois des cultures africaines, d'Asie du Sud-Est et d'Amérique centrale sont faites de bois poussant sous des latitudes équatoriales et, donc, soumises à des climats tropicaux, pour lesquels les tables de datation ne sont pas encore disponibles. Bientôt,

cependant, des comparaisons avec des objets datés précisément (appartenant en général aux cultures du Sud-Est asiatique) permettront d'élaborer des tables d'étalonnage pour les bois tropicaux. On pourra enfin déterminer scientifiquement l'année de création des objets d'art primitif. Aujourd'hui la précision de la méthode spectroscopique varie de huit ans, pour les échantillons assez récents, à une trentaine d'années pour les bois très anciens.

Cette précision peut être améliorée grâce aux échantillons de référence dont on disposera à l'avenir. Donnant une mesure exacte de l'âge d'un objet créé dans la période comprise entre 1650 environ et aujourd'hui, la méthode de datation spectroscopique est aussi simple que rapide.

Naguère réservée aux centres de recherche, la spectroscopie infrarouge est aujourd'hui courante et peu coûteuse : des collectionneurs privés et des marchands d'antiquités peuvent l'utiliser.

Gottfried MATTHAES est le fondateur du Museo del collezionista d'arte, à Milan.

Gottfried MATTHAES, *Restauro e antiquariato*, De Agostini, 1995.

Gottfried MATTHAES, *Weltkunst*, mai-septembre 1996.

Gottfried MATTHAES, *Manuale Illustrato del Collezionista d'Arte*, The Art Collector's Museum, vol. 1, pp. 80-83, Milan, 1997.

Restauro, Callway, Munich, juillet 1998.
