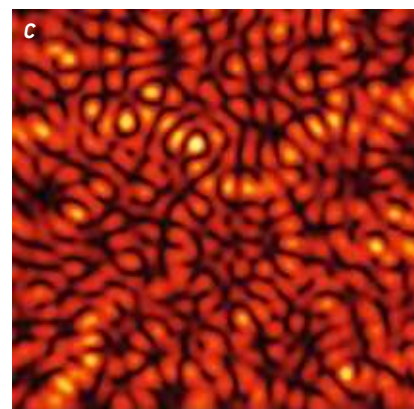
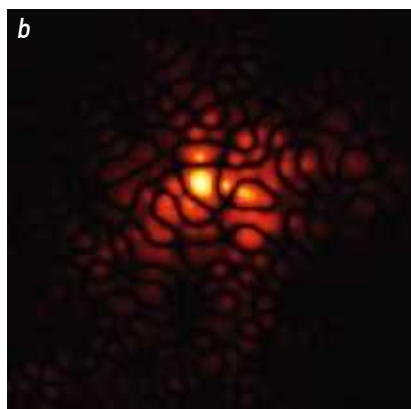
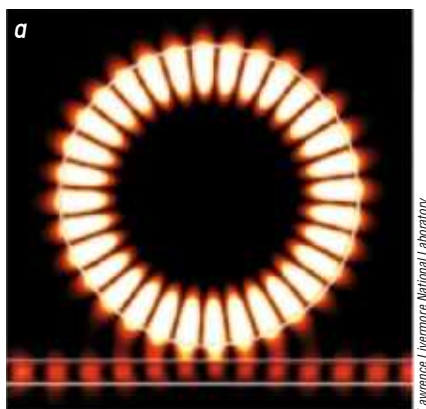




Lawrence Livermore National Laboratory

LPIC, CNRS - Université de Nice

LPIC, CNRS - Université de Nice

dans quelle mesure ils se distinguent des lasers classiques et c'est là qu'il faut aller chercher les applications futures. La cohérence temporelle de l'émission d'un laser conventionnel dépend des caractéristiques de la cavité optique. Cela peut représenter un sérieux désavantage dans certaines applications, lorsque par exemple une grande précision spectrale est requise. En revanche, avec un laser aléatoire, la longueur d'onde d'émission n'est plus sensible à l'alignement d'une cavité, et sa sensibilité aux effets thermiques ou aux vibrations mécaniques peut être fortement réduite.

D'autre part, la perte de cohérence spatiale dans les lasers aléatoires peut s'avérer très utile. Parce qu'ils émettent et sont donc visibles dans toutes les directions, les lasers aléatoires pourraient être très efficaces dans les dispositifs d'affichage. Cette propriété leur a d'ailleurs valu la dénomination de peinture laser. Évidemment, la longueur d'onde émise par un laser aléatoire est imprévisible. Elle dépend de façon complexe de la configuration du désordre dans la zone d'excitation. Cela peut cependant devenir un atout dans les dispositifs de codage ou d'identification. Ainsi, la Société *Spectra Systems Corp.* conçoit et distribue un système de codes-barres photoniques multicolores spécialement conçu pour le tri en environnement difficile.

L'utilisation des lasers aléatoires est aussi proposée pour le dépistage de certains cancers. Zeev Vally Vardeny et son équipe, à l'Université de l'Utah, ont récemment montré que l'injection d'un colorant dans des tissus biologiques, en particulier humains, donne lieu à un effet laser aléatoire plus intense dans une tumeur que dans un tissu sain, à cause de la plus grande hétérogénéité de la tumeur.

Les lasers aléatoires pourraient aussi présenter un intérêt pour la réalisation

de lasers dans les domaines ultraviolet et X, pour lesquels il n'existe pas de bons miroirs, comme dans le domaine visible. Cette difficulté serait levée si l'on parvenait à construire des lasers aléatoires – qui ne nécessitent pas de miroirs – dans ces domaines. Ainsi, les poudres d'oxyde de zinc sont particulièrement étudiées, car elles sont très efficaces dans l'ultraviolet (voir la figure 3).

Enfin, nous l'avons évoqué, l'étude fondamentale de l'effet laser aléatoire trouve un intérêt particulier dans le domaine des cristaux photoniques (voir la figure 7). Le cristal parfait n'existe pas et le désordre est inévitable. D'où l'intérêt croissant des scientifiques pour comprendre le rôle du désordre et, si possible, plutôt que de repousser à tout prix les limites technologiques pour l'éviter, en faire plutôt son allié.

Principal obstacle : l'excitation du milieu actif

À l'heure actuelle, ces applications ne sont que potentielles, car plusieurs obstacles restent à franchir. Le plus sérieux est celui de l'excitation du milieu actif. Tout d'abord, les pertes par les fuites vers l'extérieur étant beaucoup plus importantes que dans une cavité traditionnelle, les seuils d'excitation à atteindre pour obtenir un effet laser peuvent être élevés.

Par ailleurs, le faisceau d'excitation est lui-même diffusé par le milieu désordonné et pénètre donc difficilement dans l'échantillon ; l'excitation du milieu en est d'autant moins efficace et nécessite donc des intensités d'excitation plus élevées. Le futur du laser aléatoire sera probablement de le confiner au moins partiellement sous forme de couche mince ou de guide d'onde.

8. TROIS MODES LASER illustrés pour trois systèmes bidimensionnels différents (simulations numériques). L'un est une cavité microdisque (*a*), où un microdisque diélectrique sert à la fois de cavité et de milieu amplificateur ; le faisceau est piégé dans le microdisque et, pour en récupérer une partie, on appose une fibre optique le long du disque, qui sert de guide à la lumière (*en bas*). Les deux autres systèmes sont des milieux remplis de particules (*non représentées*) très diffusantes (*b*), ou peu diffusantes (*c*). Dans le premier cas (*a*), le mode se caractérise par ses motifs réguliers. Dans le deuxième (*b*), le mode est spatialement localisé par le désordre [seuil bas]. Dans le troisième (*c*), le mode laser est étendu et les fuites aux bords sont importantes [seuil élevé].

Nous effectuons actuellement des recherches dans ce sens en imposant au système une géométrie soit bidimensionnelle – membrane semi-conductrice de 150 nanomètres suspendue dans l'air –, soit unidimensionnelle – colorant et nanoparticules dans des tuyaux micrométriques. L'excitation électrique à l'aide d'électrodes, comme dans les lasers à semi-conducteurs, est aussi une alternative qui stimule plusieurs études dans cette direction.

Un autre obstacle réside dans la difficulté à obtenir des lasers aléatoires plus performants. Dans l'espoir d'étendre les applications possibles du laser aléatoire, plusieurs groupes tentent ainsi d'améliorer sa pureté spectrale.

Le laser aléatoire est encore jeune et sa compréhension reste incomplète, malgré les nombreux progrès de ces dix dernières années. On peut néanmoins s'attendre à l'émergence de certaines applications dans les années à venir. Quant à la question : est-ce un vrai laser ? La réponse est oui, même si certaines de ses propriétés d'émission le distinguent d'un laser classique. ■

Les esclaves des tombes néolithiques

A. Testart, Ch. Jeunesse, L. Baray et B. Boulestin

Les Européens d'il y a quelque 6 000 ans inhumait souvent plusieurs personnes en même temps. L'analyse de leurs tombes suggère qu'une ou plusieurs personnes dépendantes d'un personnage principal, sans doute ses esclaves, l'accompagnaient dans la mort.

L'ESSENTIEL

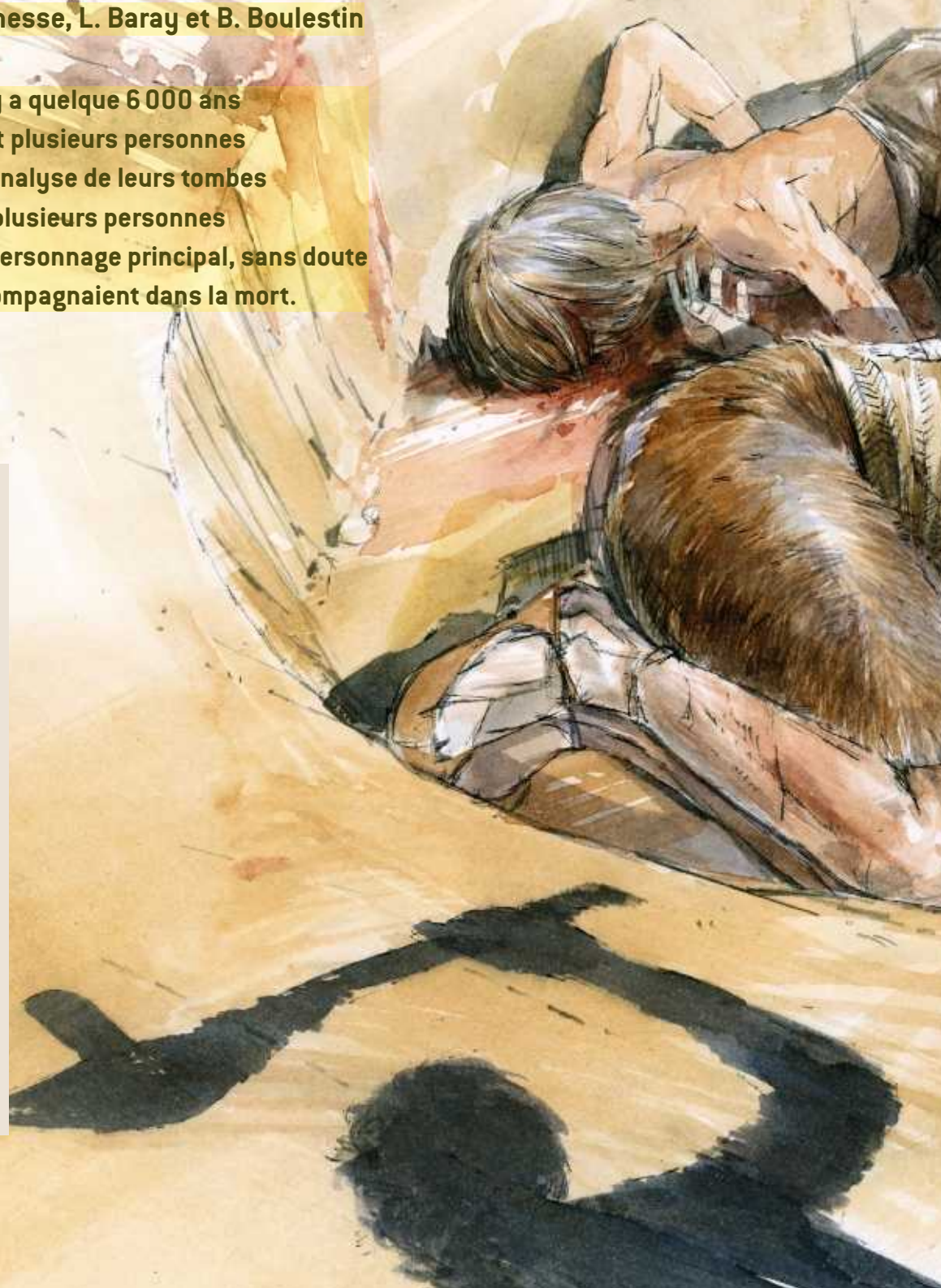
✓ Dans une large partie de l'Europe, on commence il y a quelque 6 000 ans à inhumer dans des tombes en fosses circulaires.

✓ Certaines de ces tombes contiennent plusieurs défunts enterrés simultanément.

✓ Tandis qu'un de ces défunts est enterré dans la position mortuaire alors conventionnelle, les autres semblent avoir été jetés là dans des positions aberrantes.

✓ La répétition de cette situation suggèrent que ces défunts secondaires accompagnaient dans la mort un défunt principal.

Benoît Clarys





1. CET ANCIEN HABITANT DE LA RÉGION DE DIDENHEIM,
en Alsace, n'est pas mort seul (voir la figure 4).
Nous ignorons pourquoi, mais il s'est fait accompagner
dans la mort par trois personnes, dont un adulte
et deux enfants. Sur cette vue d'artiste, on le voit
accompagné d'un enfant, tandis qu'une autre
personne est mise à mort (ombres).



Alain Beeching, Centre d'archéologie préhistorique du Rhône aux Alpes à Valence

2. LA DISPOSITION DES CORPS dans cette tombe trouvée dans les années 1980 à Saint-Paul-Trois-Châteaux, dans la Drôme, révèle une asymétrie entre une défunte principale disposée en décubitus latéral et accompagnée d'un vase (à droite) et deux autres défentes, dont les corps semblent avoir été jetés sans ménagement contre la paroi.

LES AUTEURS



Alain TESTART, anthropologue, directeur de recherche au CNRS, travaille au Laboratoire d'anthropologie sociale du Collège de France.
Christian JEUNESSE, archéologue, est professeur d'archéologie à l'Université de Strasbourg.
Luc BARAY, archéologue, chargé de recherche au CNRS, travaille à l'Université de Bourgogne.
Bruno BOULESTIN, archéologue, travaille au Laboratoire d'anthropologie des populations du passé de l'Université Bordeaux 1.

Il y a quelque 6000 ans, une nouvelle manière de traiter les morts apparaît en Europe. Tout au long d'un vaste croissant reliant le Midi de la France à la Pologne, les paysans du Néolithique récent – entre 4500 et 3500 avant notre ère – se mettent à enterrer des défunts dans des fosses circulaires, que l'on interprète souvent comme des silos réemployés. Quand il y est isolé, un mort y est le plus souvent dans la position mortuaire conventionnelle au Néolithique, qui rappelle la position fœtale. Toutefois, dans nombre de tombes, plusieurs corps ont été jetés sans respect à côté d'un défunt enterré de façon conventionnelle. Intrigués par ce phénomène, les archéologues en débattent intensément. Nous examinerons soigneusement plusieurs tombes multiples typiques afin de les caractériser, puis nous en défendrons l'interprétation qui nous convainc le mieux : l'existence au Néolithique récent d'une forme d'esclavage qui se poursuivait jusque dans la mort...

Le mode de vie néolithique, c'est-à-dire pour simplifier l'agriculture, la céramique et la vie sédentaire en village, se répand en Europe occidentale au cours du VI^e millénaire avant notre ère. Entre le bassin de la Seine et le littoral méditerranéen, on assiste vers 4500 à la formation d'une culture appelée le Chasséen. Autant qu'on puisse en juger, cette époque est marquée par de profonds bouleversements à

la fois économiques et sociaux. Un système de subsistance plus efficient rend possible la colonisation de régions restées en marge lors de la première vague de néolithisation, ce qui enclenche une augmentation de la population visible dans la multiplication spectaculaire des habitats. En même temps, émerge une nouvelle organisation sociale marquée par une plus grande différenciation sociale.

Ce mouvement se traduit par de nouveaux usages funéraires. D'une part, des coffres en pierre recouverts de tertres destinés à accueillir les morts de l'élite sont construits dans le Sud de l'aire concernée. D'autre part, d'insolites sépultures y apparaissent en nombre, qui ont deux traits principaux : elles sont dispersées au sein de l'habitat et leurs fosses sont circulaires (ce qui fait qu'il pourrait s'agir de silos réemployés). La plupart contiennent un seul individu en position fœtale, c'est-à-dire couché sur le côté avec les membres inférieurs et supérieurs fléchis. Cette position, que les archéologues nomment le décubitus latéral, constituait une sorte de norme funéraire puisqu'elle fut la plus fréquemment utilisée par la plupart des cultures néolithiques. Au sein de ce grand ensemble de sépultures à fosses circulaires, un petit sous-ensemble de tombes retient notre attention, car il s'agit de tombes multiples.

On nomme ainsi des tombes contenant plusieurs corps déposés simultanément. Dans tous les cas dont nous parlerons, cette simultanéité est bien établie par des fouilles minutieuses mettant en évidence les phénomènes significatifs à cet égard, tels l'absence de séparation notable entre squelettes ou le maintien des connexions labiles (articulations, connexions entre vertèbres, etc.)

Sauf exceptions notables, les archéologues ont interprété la présence récurrente de corps déposés sans ménagement comme des cas de relégations d'individus jugés indignes de bénéficier du traitement funéraire normal, ou alors comme la dernière étape, non significative, d'une série de gestes à la signification inconnue, et que, faute de traces, rien ne permettrait jamais de reconstituer.

Il aura fallu attendre les fouilles menées dans les années 1980 dans la vallée du Rhône sous l'impulsion d'Alain Beeching, du Centre d'archéologie préhistorique du Rhône aux Alpes à Valence, pour que s'amorce un changement de perspective. Les deux sites chasséens de Saint-Paul-