

> rayons cosmiques avant qu'ils ne puissent faire des dégâts dans l'organisme. Ces blindages seraient placés soit sur le vaisseau et les habitats, soit dans les combinaisons spatiales et les vêtements. Pour le moment, la seule méthode que les scientifiques connaissent pour protéger des rayons cosmiques est d'utiliser des matériaux denses, tels que le plomb. Ils sont efficaces, mais l'idée n'est pas envisageable : envoyer de grandes quantités de plomb dans l'espace, du fait de son poids, coûterait excessivement cher. Des efforts sont en cours pour concevoir des matériaux de blindage innovants, légers et efficaces.

Une autre idée est de limiter le blindage à certaines zones stratégiques de la coque où les astronautes pourraient se réfugier en cas d'éruption solaire par exemple. Les ingénieurs cherchent aussi à concevoir des casques et des combinaisons spatiales qui maximiseraient la protection contre les rayons cosmiques pendant les sorties dans l'espace ou même les heures de sommeil. Mais il faudrait trouver un matériau plus protecteur que tous ceux existant aujourd'hui.

Plutôt que d'utiliser des blindages lourds, une idée à l'étude est de créer un champ magnétique qui engloberait le vaisseau spatial. Mais ce champ devra être très intense (de l'ordre de 20 teslas) et on ignore les effets à long terme d'un tel champ sur l'organisme.

Une autre stratégie repose sur des médicaments et aliments que les astronautes absorberaient régulièrement ou après une exposition aiguë aux rayons cosmiques. Des compléments à base d'antioxydants, par exemple, pourraient neutraliser les radicaux libres et limiter leur action dans l'organisme. Les chercheurs ont aussi fait des progrès dans la conception de substances chimiques pouvant consolider les circuits neuronaux et les aider à maintenir leur fonction quand des dommages se sont produits.

Mais toutes ces approches n'en sont qu'aux premiers stades de développement, et aucune n'a le potentiel d'offrir une protection parfaite. Le mieux que nous puissions espérer est de réduire, et non pas éliminer, les dommages. Nous devons également continuer à explorer les effets du rayonnement cosmique sur le cerveau, ainsi que sur le corps entier, afin d'élucider plus complètement les risques sur la santé à court et à long terme.

NOTRE AVENIR DANS L'ESPACE ?

Quand on pense aux effets d'un rayonnement ionisant, le premier risque qui vient à l'esprit est celui du développement de cancer. Ce danger est mieux connu que celui que nous avons étudié sur la réduction des performances cognitives et les dommages produits sur le cerveau. Cependant, ce risque pourrait être d'une certaine façon moins critique pour une mission

spatiale car la plupart des cancers radiogéniques mettent du temps à se développer. En revanche, nous avons montré que même de petites quantités de rayonnement cosmique entraînent rapidement chez la souris des dommages neuronaux et des déficiences cognitives. Et tout laisse à penser que les rayons cosmiques pourraient avoir le même effet sur les humains.

La persistance de ces altérations induites par le rayonnement est une autre source d'in-



Les performances cognitives des souris avaient chuté d'environ 90 %



quiétude. Les chercheurs n'ont aucun élément permettant de penser qu'une fois endommagées par l'exposition aux rayons cosmiques, la complexité dendritique et la densité d'épines pourraient se rétablir. Et même s'il est prématuré de qualifier ces dégâts de permanents, nous n'avons pas d'indications selon lesquelles les neurones peuvent guérir après ce type d'atteintes. Par conséquent, jusqu'à ce que les chercheurs trouvent des interventions spécifiques capables de promouvoir et accélérer la guérison de ces tissus cérébraux irradiés, nos meilleures options semblent être limitées à protéger nos circuits neuronaux existants.

L'exposition au rayonnement cosmique pourrait bien représenter l'un des plus grands obstacles pour un voyage vers Mars, et encore davantage pour les missions plus longues destinées à explorer des planètes les plus distantes. Bien que certains puissent trouver discutable l'interprétation de ces résultats, il paraît difficile d'éluder ces données et leurs implications potentielles sur l'exploration spatiale. Cela signifie-t-il que nous sommes à jamais liés à la Terre ? Pas forcément. Ces résultats représentent peut-être simplement un obstacle supplémentaire que les chercheurs doivent affronter et surmonter tandis que nous nous préparons à nous embarquer dans ce qui pourrait être le défi le plus redoutable de l'humanité, mais aussi peut-être, qui sait, sa plus grande réussite... ■

BIBLIOGRAPHIE

V. K. Parihar et al., **What happens to your brain on the way to Mars**, *Science Advances*, vol. 1(4), e1400256, 2015.

F. A. Cucinotta et al., **Space radiation risks to the central nervous system**, *Life Sciences in Space Research*, vol. 2, pp. 54-69, 2014.

N. Pattyn et P.-F. Migeotte, **Vivre dans l'espace**, *Pour la Science*, n° 422, décembre 2012.

Göbekli Tepe est un complexe de sanctuaires construits pendant la Préhistoire, des siècles avant l'agriculture et l'élevage.



L'ESSENTIEL

> Il y a 11 000 ans, des chasseurs-cueilleurs ont érigé en Asie mineure des lieux de culte à moitié souterrains, qui semblent annoncer de grandes mutations sociales.

> Si nous ignorons l'essentiel des rituels qui y étaient pratiqués, quelques rares représentations suggèrent une possible forme de chamanisme.

> Beaucoup de ces sanctuaires ont fini par être volontairement détruits et comblés, pendant que d'autres de moindre dimension étaient construits ailleurs.

> Les archéologues voient dans ces constructions monumentales un marqueur du passage vers le nouveau mode de vie qu'impliquait l'économie paysanne.

L'AUTEURE



MARION BENZ
archéologue, spécialiste
des mutations sociales
au Proche-Orient
préhistorique

Les premiers sanctuaires des chasseurs-cueilleurs

IL Y A 11 000 ANS, SUR UNE COLLINE TURQUE SURPLOMBANT LA SYRIE, DES MÉGALITHES DE PLUSIEURS MÈTRES ENCASTRÉS DANS DES MURS FORMAIENT DE MONUMENTALES INSTALLATIONS. LES SANCTUAIRES AURAIENT-ILS PRÉCÉDÉ L'AGRICULTURE ET L'ÉLEVAGE ?

Göbekli Tepe, c'est-à-dire, en turc, la « Colline au nombril », porte-t-elle en son ventre les plus anciens sanctuaires de l'humanité ?

Oui, pour Oliver Dietrich, qui se souvient encore du jour où il a pour la première fois été confronté à ses mégalithes : « Je me sentais écrasé et ne pouvais croire que ce que je voyais avait 11 000 ans ! » Cet archéologue berlinois fouille depuis dix ans ce complexe de sanctuaires découvert en 1995 au sein d'un tell, c'est-à-dire de l'une de ces buttes artificielles constituées par des occupations humaines successives dont regorgent le Levant et la Mésopotamie. Déjà impressionnant en soi, ce tell l'est aussi par son implantation : il se trouve à 800 mètres d'altitude au nord du plateau de Harran, dans le sud-est de la Turquie, de sorte que par beau temps, depuis Göbekli Tepe, on aperçoit la Syrie.

Les archéologues turcs et allemands fouillent le complexe de sanctuaires ensemble. Lee Clare, de l'Institut archéologique allemand, coordonne le travail. Il a succédé à Klaus Schmidt (1953-2014), qui initia les fouilles en 1995. Leurs équipes ont déjà mis au jour six installations culturelles monumentales, et les images satellitaires en révèlent quatorze de plus. Toutes partagent les mêmes caractéristiques principales : elles consistent en espaces ovales d'une douzaine de mètres de long creusés dans le substrat rocheux et bordés de murs de pierres sèches ; dans chacun d'eux, une douzaine de mégalithes en forme de T d'environ 2 mètres de haut sont à moitié encastrés dans les murs ; deux autres mégalithes en T, qui peuvent excéder 5 mètres de haut, se dressent au milieu de l'ovale.

Le fait que ces installations étonnantes datent de 11 000 ans stupéfie les archéologues parce que cela les place plusieurs siècles avant >



© Shutterstock.com/Sezai Sahmay

► l'agriculture et l'élevage, qui ont commencé au cours de la première moitié du IX^e siècle avant notre ère au Proche-Orient. De fait, à Göbekli Tepe, les archéologues n'ont mis au jour aucun os d'animal domestique parmi ceux qu'ils ont découverts; en revanche, les restes de gazelles, d'aurochs, d'ânes sauvages, de cervidés, de sangliers et de plantes sauvages abondent. Le fait que les bâtisseurs des sanctuaires de la colline étaient des chasseurs-cueilleurs est donc une évidence.

Cela est d'autant plus remarquable que Göbekli Tepe se trouve sur la bordure nord du Croissant fertile, cet arc géographique allant de l'Égypte à la Mésopotamie en passant par le Levant et l'Anatolie du Sud, où les premières domestications de plantes et d'animaux se sont produites. Plus fort: jamais de telles installations cultuelles n'auraient pu être érigées sans la participation durable de groupes importants de travailleurs bien coordonnés. Cela implique l'existence d'une structure sociale rendant de telles entreprises collectives possibles. Ainsi, tant l'ampleur architecturale du complexe de sanctuaires de Göbekli Tepe que la façon dont il a été réalisé illustrent l'amplitude des transformations des sociétés de chasseurs-cueilleurs qui furent à l'origine de l'avènement du paysan.

DES MOIS POUR PRODUIRE UN SEUL MÉGALITHE

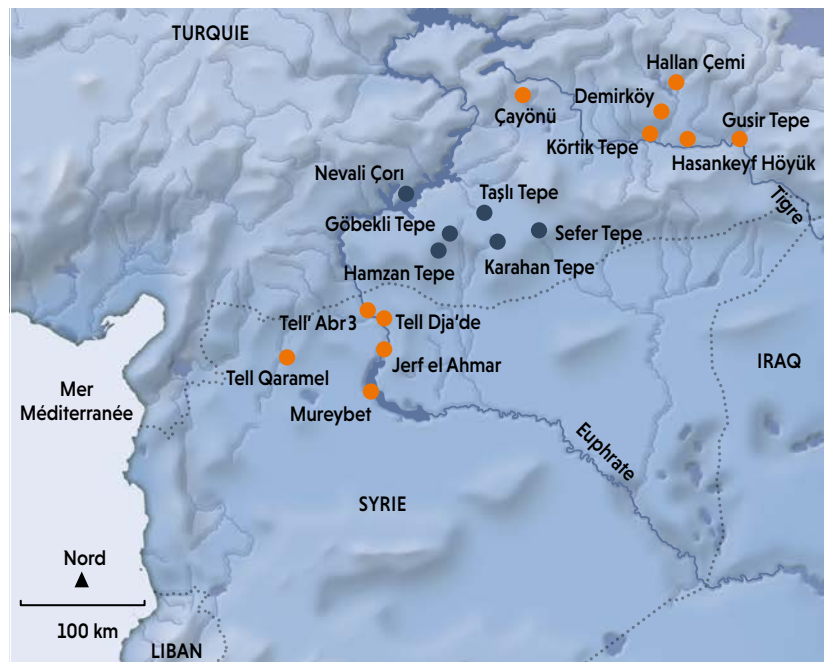
Si cette amplitude est étonnante, les préhistoriens savent depuis longtemps que les mutations économiques et sociales qui ont conduit au Néolithique se sont produites par petites étapes différant d'une région à l'autre (ils évitent désormais de parler de «révolution néolithique»). S'il est clair que les chasseurs-cueilleurs du X^e millénaire avant notre ère vivaient encore de la nature, ils exploitaient déjà les plantes sauvages d'une façon systématique et entretenaient sans doute aussi des cheptels d'animaux sauvages. C'est ainsi qu'ils auraient progressivement acquis les connaissances clés nécessaires à la domestication de plantes et d'animaux. Même s'ils étaient toujours chasseurs, ils s'installaient de façon saisonnière et parfois définitive dans des habitats fixes, où ils n'employaient pas encore la céramique pour stocker, préparer ou consommer leur nourriture. Les installations cultuelles de Göbekli Tepe relèvent de ce stade culturel proto-néolithique dit du Néolithique précéramique A, une période d'un millénaire à peu près, qui s'étend de 9600 à 8600 avant notre ère.

Les tailleurs de pierre et les maçons qui réalisèrent les sanctuaires de la Colline au nombre durent certainement travailler des mois d'affilée sur le site. «Pour façonner les piliers des sanctuaires, ils ont taillé la roche des affleurements calcaires des bords du plateau Harran», explique

Oliver Dietrich (voir la photo page ci-contre). Or, dans un cas au moins, cette opération a échoué: un bloc a été abandonné, qui, s'il avait pu être exploité, aurait donné un pilier de 7 mètres de haut! Une chance pour les archéologues, qui ont pu ainsi reconstituer les techniques de taille et observer les marques d'outils des tailleurs. «Ils s'y prenaient en taillant la forme du pilier dans le calcaire, avant de tenter d'extraire le bloc en T résultant à l'aide de leviers, décrit Oliver Dietrich. Nous ignorons comment les choses se passaient une fois le bloc dégagé, mais il est probable qu'on le faisait avancer sur des rondins jusqu'au lieu où le mégalithe devait être dressé.» Un groupe d'étudiants de l'université de Halle, à qui l'on a demandé de tailler un pilier similaire en calcaire, a calculé que les efforts de vingt personnes pendant plusieurs mois d'affilée sont nécessaires pour obtenir un mégalithe...

La forme en T des mégalithes est certainement une allusion à la silhouette humaine, la tête étant représentée par la traverse supérieure. Détail qui le confirme, des bras repliés ont été sculptés sur certains exemplaires. Nombre de mégalithes portent des bas-reliefs représentant des animaux et/ou des formes géométriques. Les tailleurs de ces piliers avaient certainement une idée très claire du résultat auquel ils voulaient arriver. «Les hauts-reliefs sont travaillés avec une telle précision qu'il ne peut s'agir que de l'œuvre de spécialistes», estime Lee Clare.

Les étapes qui venaient après l'extraction des piliers exigeaient aussi beaucoup



OÙ LA SÉDENTARISATION A COMMENCÉ

Sur le cours supérieur de l'Euphrate et du Tigre, la nature était si généreuse au X^e millénaire avant notre ère que les chasseurs-cueilleurs s'y sont sédentarisés. Ci-dessus, leurs habitats connus (en orange et en noir), dont ceux qui comportaient des mégalithes en T (en noir).



LES SANCTUAIRES OVALES DE LA COLLINE AU NOMBRIL

Plusieurs sont visibles ci-dessus : leurs parois en murs de pierres sèches accueillent une douzaine de piliers en T ornés, taillés dans des affleurements calcaires tels ceux visibles en arrière-plan.

d'expérience et de coordination. Pour créer un sanctuaire, on creusait une forme ovale à quelque 2 mètres de profondeur dans le substrat rocheux, que l'on terminait par un mur de pierres sèches. Des plans inclinés réalisés en terre servaient probablement à introduire les piliers à l'intérieur de l'ovale. Deux mégalithes particulièrement grands étaient dressés au milieu de l'espace cultuel, tandis que les autres étaient insérés dans des niches ménagées dans les murs. Les fondations n'étant pas assez profondes pour soutenir de tels mégalithes, une structure de soutènement ou un toit de bois semblent avoir été nécessaires pour achever de les stabiliser.

Dietmar Kurapkat, chercheur en architecture à l'université des sciences appliquées de Regensburg et archéologue du bâti, pense pour sa part que ces structures étaient dotées d'un toit. Sans cela, les pluies d'automne ou d'hiver les auraient inondées. Le très bon état de conservation des reliefs fournit un autre

indice dans ce sens, car si le tendre calcaire dans lequel ils étaient sculptés était resté des siècles exposé aux éléments, ceux-ci les auraient bien plus dégradés.

La plupart de ces sanctuaires mi-souterrains ne comportent apparemment pas d'entrée. Pour Dietmar Kurapkat, on accédait donc à l'espace cultuel par des ouvertures ménagées dans le toit, comme si l'on descendait dans le monde souterrain. La demi-pénombre créée par un éclairage à base de torches ou de lampes à huiles devait conférer à l'espace cultuel une ambiance magique.

Les deux grands mégalithes centraux devaient contribuer particulièrement à cette ambiance. Sans doute, afin de renforcer leur apparence imposante, les habillait-on d'une ceinture, d'un pagne imitant la peau de renard ou de panthère et d'une étole jetée par-dessus l'épaule. Les têtes en T étaient volontairement laissées anonymes : ni bouche ni yeux ne révélaient l'identité de ces êtres de pierre. À moitié intégrés au mur, d'autres piliers étaient recouverts de reliefs d'animaux, par exemple de serpents, de scorpions, de panthères et de lions. Des corps animaux sortaient aussi des murs, ce qui, dans la lumière vacillante, devait créer des ombres dansantes.

PAS DE DIEU, PAS DE TEMPLE

Personne ne saura jamais si les colossaux piliers centraux représentaient des dieux, des ancêtres ou des héros. C'est pourquoi les chercheurs ont maintenant cessé d'identifier à des temples les installations cultuelles de Göbekli Tepe. Un temple est par définition dédié à des dieux. Or rien sur la Colline au nombril n'évoque leur présence. Quoi qu'il en soit, «la construction d'une installation aussi monumentale a, de tout temps, été une démonstration de force», estime Joachim Bauer, un neurobiologiste de Fribourg qui aide à l'interprétation de Göbekli Tepe. «La réalisation du site a aussi eu pour effet de lier les gens qui y ont participé, ainsi que tous les curieux que le spectacle attirait. Être membre d'une communauté humaine menant de tels projets est hautement désirable.»

L'approvisionnement des équipes qui travaillaient sur le site a aussi dû constituer un défi logistique. Klaus Schmidt estimait que la réalisation d'une installation comportant douze piliers demandait le travail de trois cents personnes, ce qui est impensable sans la coordination de toute une communauté. Dès lors, cette dernière ne pouvait se lancer dans un tel projet que si celui-ci était très utile. C'est pourquoi les archéologues supputent que la Colline au nombril servait aux rites et au culte de nombreux groupes vivant dans un territoire environnant vaste.

Les sanctuaires de Göbekli Tepe ne sont pas les seules installations remarquables du >



Néolithique précéramique A connues dans le Croissant fertile, mais ce sont les plus imposantes. Sur l'Euphrate moyen en Syrie, des équipes syro-françaises ont en effet découvert des structures ressemblant beaucoup à celles de la Colline au nombril et qui leur sont à peu près contemporaines : à la fin des années 1990, l'archéologue Danielle Stordeur, de la maison de l'Orient, à Lyon, a découvert de telles structures dans le village de Jerf el Ahmar, un habitat datant du Néolithique précéramique A situé au bord de l'Euphrate. Son collègue syrien Thaer Yartah en a découvert de similaires sur le site qu'il a fouillé (Tell 'Abr 3).

Dans chacun de ces cas, un grand espace rond avait été creusé dans le sol et équipé d'une banquette octogonale décorée, appuyée au mur (*voir la photo ci-dessus*). Des traces caractéristiques d'une longue usure de ce banc confirment sa très longue utilisation. À Tell 'Abr 3, sous la banquette, les fouilleurs ont aussi découvert des vases de pierre, des os animaux et des plaques de pierre portant des images gravées. Les restes d'enduits sur les murs sont particulièrement intéressants, de même que la présence de nombreuses cavités.

Des poteaux de bois d'un diamètre pouvant aller jusqu'à 30 centimètres occupaient par ailleurs les angles de ces banquettes octogonales. Ils étaient enduits de terre, de sorte que les motifs triangulaires gravés sur les plaques de calcaire constituant le flanc des banquettes pouvaient y être continués. Sans doute s'agissait-il de produire l'impression d'une construction en pierre, annonciatrice de l'architecture de Göbekli Tepe ou la rappelant.

À quoi servaient donc ces bâtiments spéciaux, qu'il s'agisse de ces maisons rondes enfoncées dans le sol de villages ou des sanctuaires imposants de Göbekli Tepe ? Danielle Stordeur voit dans ceux des villages protonéolithiques des « bâtiments communautaires » parce que la présence de certains artefacts tels des meules attestent que l'on y préparait de la nourriture et donc que l'on y mangeait ensemble. Les compartiments équipant certains de ces bâtiments pourraient en outre avoir constitué des espaces de stockage. Pour de nombreux chercheurs, cette interprétation minimaliste ne suffit pas. Il leur semble en revanche très clair qu'au X^e millénaire avant notre ère, les habitants de la Mésopotamie septentrionale partageaient les mêmes rituels et symboles, et que la construction de ces bâtiments a joué un rôle clé dans ces rituels.

DES CHASSEURS-CUEILLEURS QUI CULTIVAIENT

De fait, plusieurs indices vont dans ce sens. Les fouilles et les relevés de sites des vingt dernières années montrent que pendant le X^e millénaire, toute la Mésopotamie septentrionale était assez densément peuplée. Il semble que les populations de chasseurs-cueilleurs y trouvaient des ressources suffisantes pour s'installer de façon durable. Leurs premiers habitats s'étirent le long des rives de l'Euphrate, du Tigre et de leurs affluents, sans doute parce que le gibier, notamment les oiseaux aquatiques, y abondait ainsi que le poisson. Ces premiers villages couvraient en général moins de deux hectares, et de cent cinquante à trois cents personnes y habitaient.

Le bâtiment communautaire de Jerf el Ahmar, avec ses compartiments présumés être des silos, est entouré de maisons villageoises quadrangulaires, dont la forme venait d'être inventée.

Les accumulations de centaines de meules et de mortiers que l'on retrouve suggèrent que les villageois s'étaient installés définitivement. Ces ustensiles sont en effet bien trop lourds pour qu'on les transporte avec soi quand on se déplace d'un lieu à l'autre! La présence de ce matériel atteste aussi de l'exploitation intensive des pistaches, des glands, des amandes et des graminées. Les études archéobotaniques qui ont été menées à Körtik Tepe, l'un des plus anciens villages sur le Tigre, suggèrent en outre que des céréales sauvages étaient déjà cultivées. L'ADN de l'engrain – l'une des toutes premières graminées domestiquées – pointe du reste vers une origine de nos céréales en haute Mésopotamie.

Vivre près du fleuve était une bénédiction, mais aussi un malheur: Yilmaz Erdal, de l'Institut anthropologique d'Ankara, a montré que les habitants de Körtik Tepe souffraient d'une inflammation chronique de l'oreille moyenne. Beaucoup d'enfants mouraient et les adultes vivaient rarement plus de trente-cinq ans. La mort faisait manifestement partie de la vie quotidienne. Du reste, l'équipe de Vecihi Özkaya, le directeur des fouilles de Körtik Tepe, a déjà mis au jour les squelettes de plus de huit cents défunts enterrés dans les maisons. Un nombre extraordinairement élevé!

L'inhumation de certains de ces défunts s'est accompagnée d'actes spectaculaires: des vases précieux à la décoration recherchée, des haches et des massues de pierre ont été volontairement brisés avant d'être déposés sur les corps. De tels rituels devaient être inoubliables pour ceux qui y assistaient.

La chose est étrange, mais les bâtiments communautaires à vocation cultuelle présumée n'ont jusqu'à présent pas livré de tombe. À Jerf el Ahmar, Danielle Stordeur a cependant découvert deux crânes isolés semblant constituer une sorte de dépôt de fondation du bâtiment. Ils se trouvaient à l'intérieur de deux trous de poteaux superposés.

UNE JEUNE FEMME SACRIFIÉE?

Dans un autre bâtiment commun du même site, un troisième crâne était caché dans une niche murale. En outre, une grande surprise y attendait les archéologues: le bâtiment contenait aussi les ossements d'une jeune femme. Elle était couchée bras et jambes étendus comme si on l'avait jetée au milieu de la pièce peu avant que le bâtiment ne brûle. Fut-elle sacrifiée? Sa mort est-elle la raison de l'incendie du bâtiment?

Un détail de cette découverte intrigue: le crâne de la jeune femme manquait, alors que

Selon Klaus Schmidt, on offrait des cadavres aux grands oiseaux charognards...

toutes les vertèbres cervicales étaient présentes. Pour les anthropologues, il s'agit là de l'indication claire du fait que le crâne a été prélevé seulement une fois qu'il n'a plus été relié aux vertèbres cervicales. En d'autres termes, après l'incendie du bâtiment, quelqu'un est venu prélever le crâne et cette personne savait exactement où le trouver.

Klaus Schmidt suspectait déjà que le sanctuaire de la Colline au nombril jouait un rôle particulier dans le culte des morts. Selon lui, on y offrait des cadavres aux grands oiseaux charognards. Cette façon de traiter les morts a plus tard été pratiquée par le zoroastrisme, l'une des plus anciennes religions monothéistes de l'humanité, probablement fondée en Asie centrale au II^e millénaire avant notre ère. La présence d'os de vautours et de corbeaux dans le remplissage des sanctuaires de Göbekli Tepe va dans le sens de la thèse de Klaus Schmidt, que la quasi-absence de squelettes humains tendrait en revanche à réfuter.

Le fait que les maisons rondes semi-enterrées des villages et les sanctuaires imposants de Göbekli Tepe jouaient un rôle dans le monde des

croyances du Protonéolithique mésopotamien est aussi attesté par les représentations animales que l'on y trouve. Celles des piliers et de quelques découvertes de Göbekli Tepe attestent que, comme à Körtik Tepe, on «bannissait» les serpents, les scorpions, en les représentant sur des objets tels que des vases façonnés dans la pierre, des plaques de chlorite ou encore des pendentifs en os.

Les animaux représentés ne faisaient pas partie du gibier, mais vivaient plutôt dans d'autres sphères que les humains: les serpents rampent au sol et sortent de terriers, >



Des suites de symboles gravés sur des plaquettes de seulement quelques centimètres de long servaient à propager des informations. Une première forme de communication par un système de signes?

> donc en pratique vivent sous terre; les oiseaux dominent les airs et ceux qui sont aquatiques maîtrisent les deux espaces. Nombre d'entre eux, tels les sangliers, les aurochs ou les panthères, sont dangereux. Pour les chasseurs du nord de la Mésopotamie, le renard était sans doute d'abord un concurrent, mais jouait peut-être aussi un rôle symbolique, puisque dans certains mythes d'Asie orientale, il apparaît en tant que compagnon d'une puissante déesse ou encore comme un démon tapi dans la pénombre que l'on doit calmer par des offrandes.

Or ce sont justement les animaux dangereux ou à caractère mythique qui, dans le chamanisme que pratiquent encore certains groupes humains, revêtent une grande importance. Leur rôle est d'agir comme guide ou aide dans le monde des esprits; il arrive que les chamanes eux-mêmes se transforment en de tels animaux, par exemple pour rechercher les causes d'une maladie. Sur un vase de pierre découvert à Körtektepe, un humain déguisé en oiseau semble figuré. Les grues représentées à Göbekli Tepe ont pour leur part des jambes humaines. Et à Çatalhöyük, au centre de la Turquie, dans le village néolithique du VII^e millénaire avant notre ère (des milliers d'années après la période d'activité de Göbekli Tepe), on réalisait des représentations similaires.

LA FIN DES GRANDS SANCTUAIRES

Aujourd'hui, personne ne peut dire ce que les gens du Néolithique précéramique A resentaient face à l'architecture monumentale et aux sculptures des sanctuaires. « Dans un monde où les images étaient rarissimes, ces représentations faisaient certainement forte impression », pointe Oliver Dietrich. Elles constituaient un langage symbolique que comprenaient tous les habitants de la région entre les cours supérieurs et moyens de l'Euphrate et du Tigre et qui était certainement profondément ancré dans leur pensée.

Toutefois, les traditions des gens du Protonéolithique étaient menacées, car leur monde était en mutation. Les villages croissaient sans cesse, ce qui ne pouvait que provoquer des tensions. Il fallait s'approvisionner dans la nature. L'augmentation ininterrompue des effectifs des groupes humains signifiait aussi que l'on se trouvait de plus en plus souvent dans la situation de ne pouvoir partager avec tous. La proximité caractéristique de la vie en petits groupes disparaissait progressivement et, avec elle, la confiance.

« Avec l'émergence de la production alimentaire et du mode de vie associé, certains sites majeurs des cultures de chasseurs-cueilleurs, tel celui de Göbekli Tepe, perdirent leur importance », explique Harald Hauptmann, le

Cette tête sculptée d'une trentaine de centimètres de haut fait partie des quelques sculptures de pierre qui ont traversé les siècles dans les ruines du village néolithique de Nevalı Çori (Néolithique précéramique B, 8600 à 7000 avant notre ère). Point extraordinaire, quelques-unes d'entre elles sont anthropomorphes.



directeur des fouilles de Nevalı Çori, un village où la mutation sociale est particulièrement lisible. Au cours des fouilles de la fin des années 1980, les archéologues y ont mis au jour un bâtiment de 188 mètres carrés à moitié enfoncé dans une pente. Comme à Göbekli Tepe, des piliers en pierre en ornèrent autrefois le centre et d'autres étaient incrustés dans des niches murales. Ce bâtiment commun fut réalisé vers le milieu du IX^e millénaire avant notre ère, donc à une époque où la culture et l'élevage de moutons, de chèvres et de cochons étaient déjà pratiqués.

Il semble que la pratique religieuse conduisait à modifier régulièrement l'aménagement des édifices cultuels pour finir par les enterrer. Beaucoup d'entre eux ont été nettoyés et abandonnés, d'autres brûlés; le sanctuaire de Göbekli Tepe fut comblé de terre, ce qui explique sa conservation exceptionnelle après 11 000 ans.

Dans une phase ultérieure (entre 8600 et 8000 environ avant notre ère), de nouveaux sanctuaires, bien moins impressionnants, furent construits: les piliers n'y mesurent que deux mètres de haut et les sculptures d'animaux dangereux y sont sommaires. Presque partout sur le plateau du Harran, les archéologues turcs sont tombés sur des piliers en T similaires quoique de plus petites dimensions que ceux de Göbekli Tepe. Il semble que les grands projets collectifs n'étaient plus nécessaires. La vie en village s'était établie, et la culture et l'élevage dominaient la vie quotidienne. Revenir en arrière était impensable. ■

BIBLIOGRAPHIE

T. Yartah, **Typologie de bâtiments communautaires à Tell 'Abr 3 (PPNA) en Syrie du Nord**, *Neo-Lithics*, vol. 2/16, pp. 29-49, 2016.

M. Benz et J. Bauer, **On Scorpions, birds and snakes – Evidence for shamanism in Northern Mesopotamia during the Early Holocene**, *Journal of Ritual Studies*, vol. 29, pp. 1-24, 2015.

Danielle Stordeur, **Le village de Jerf el Ahmar (Syrie 9500-8700 av. J. C.). L'architecture, miroir d'une société néolithique complexe**, CNRS Éditions, 2015.

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE

OFFRE
SPÉCIALE
NOËL

FORMULE
INTÉGRALE
-46%



99€

FORMULE
PASSION
-33%



79€

FORMULE
DÉCOUVERTE
-33%



59€



EN CADEAU AVEC VOTRE ABONNEMENT LE LIVRE "RELATIVITÉ ET QUANTA : UNE NOUVELLE RÉVOLUTION SCIENTIFIQUE..."

LHC, particules, trous noirs, cosmologie... Enfin un point clair et concis sur la dernière révolution scientifique ! Ces trois dernières années, les moissons scientifiques ont été exceptionnellement fructueuses, de la découverte du boson de Higgs à celles des ondes gravitationnelles émises lors de la coalescence de deux trous noirs massifs, et aux observations du fond cosmologique par le satellite Planck. L'humanité vient alors d'atteindre un nouveau palier dans la compréhension du monde quantique et du monde de la gravitation : nos bases théoriques, expérimentales et technologiques forment un socle scientifique solide pour aller plus loin et tenter de répondre aux nouvelles questions qui surgissent suite à ces découvertes... Enquête et mise au point sur une révolution en cours.



BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

☐ OUI, JE M'ABONNE À **POUR LA SCIENCE** POUR 1 AN, JE CHOISIS MA FORMULE CI-DESSOUS :

☐ FORMULE **INTÉGRALE**

12 n° de *Pour la Science*
+ 4 Hors-Séries
+ Accès illimité aux archives en ligne depuis 1996
+ Le livre "Relativité et quanta : une nouvelle révolution scientifique..."

11A99EK4

99€
Au lieu de 183,45€*

☐ FORMULE **PASSION**

12 n° de *Pour la Science*
+ 4 Hors-Séries
+ Le livre "Relativité et quanta : une nouvelle révolution scientifique..."

PIA79EK2

79€
Au lieu de 118,45€*

☐ FORMULE **DÉCOUVERTE**

12 n° de *Pour la Science*
+ Le livre "Relativité et quanta : une nouvelle révolution scientifique..."

D1A59EK2

59€
Au lieu de 88,45€*

J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

• Mon e-mail : (à remplir en majuscule) _____@_____

J'accepte de recevoir les informations de *Pour la Science* ☐ OUI ☐ NON
et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

• Je choisis mon mode de règlement :

☐ Par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ Par carte bancaire

N° _____

Date d'expiration : _____ Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB) : _____

Signature obligatoire

* Par rapport au prix de vente en kiosque, l'accès numérique aux archives et la valeur du livre. Vous pouvez également si vous le souhaitez acquérir séparément le livre "Relativité et quanta : une nouvelle révolution scientifique..." au prix de 10€, chaque n° de *Pour la Science* au tarif de 6,50€, notre n° spécial au tarif de 6,95€ et nos hors-séries au tarif de 7,50€. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/03/2018 en France métropolitaine uniquement et dans la limite des stocks disponibles. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à *Pour la Science*. Photos non contractuelles.

L'ESSENTIEL

> Au centre de certaines galaxies se cachent des trous noirs supermassifs.

> Une étoile passant trop près d'un tel trou noir sera déchiquetée par les forces de marée. En tombant dans le trou noir, la matière stellaire, soumise à de fortes frictions, chauffe et brille intensément.

> Cette fin stellaire est visible loin dans l'Univers. De nouveaux télescopes, dits à grand champ, permettent aux astronomes d'étudier en détail ces événements cataclysmiques.

> En observant de tels épisodes, les chercheurs espèrent mieux comprendre comment les trous noirs croissent et évoluent.

LES AUTEURS



BRADLEY CENKO
astrophysicien au centre de vol spatial Goddard de la Nasa et professeur à l'université du Maryland



NEIL GEHRELS
ancien directeur du laboratoire de physique des astroparticules au centre de vol spatial Goddard de la Nasa

Le trou noir dévoreur de soleils

LORSQU'UNE ÉTOILE S'APPROCHE TROP D'UN TROU NOIR SUPERMASSIF, ELLE EST HAPPÉE ET FINIT DÉCHIQUETÉE DANS UNE EXPLOSION DE LUMIÈRE. UN CATACLYSME COSMIQUE QUE L'ON DÉTECTE DEPUIS PEU ET QUI EST RICHE EN INFORMATIONS SUR CES OGRES TAPIS AU CENTRE DES GALAXIES.