

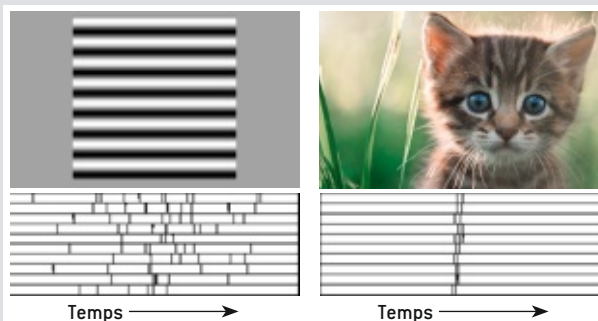
Un codage neuronal optimisé pour les images naturelles ?

Chaque neurone du cortex visuel est sensible à une zone restreinte de l'espace, nommée champ récepteur : seul un stimulus situé dans cette zone peut déclencher l'émission d'un potentiel d'action. Pourtant, le contexte visuel global a une influence sur la précision temporelle du codage, comme l'a montré une expérience menée au Laboratoire UNIC (Unité de Neurosciences, Information et Complexité), à Gif-sur-Yvette.

Une électrode a été implantée dans le cortex visuel d'un animal (préalablement anesthésié), afin de mesurer l'activité d'un neurone et de caractériser ses réponses fonctionnelles. La pointe de l'électrode, d'un diamètre de 0,1 micromètre, pénètre dans le corps cellulaire du neurone, dont le diamètre est d'une vingtaine de micromètres. Les réponses du même neurone ont été comparées pour deux films distincts, couvrant l'ensemble du champ visuel et présentés dix fois à l'animal : des bandes sombres et

claires alternées qui défilent et une séquence animée d'images « naturelles » (voir la figure ci-contre). Lorsqu'un stimulus (tel un trait orienté d'une certaine façon) passe dans le champ récepteur du neurone, un ou plusieurs potentiels d'action sont émis.

Pour le film composé de bandes, de nombreux potentiels d'action sont émis, à des instants variables d'une projection à l'autre. Pour le film composé d'images naturelles, les potentiels d'action sont beaucoup moins nombreux, mais émis à des instants quasi identiques du film à chaque projection. Ainsi, la réponse du neurone dépend de l'environnement perceptuel, en particulier du type d'image (artificielle ou naturelle, simple ou riche en information). Ces résultats suggèrent que le cerveau ajuste la précision temporelle du code neuronal à la quantité d'information à traiter, et que son fonctionnement s'est adapté aux images qui nous sont familières :



Des potentiels d'action sont émis en plus grand nombre et de façon plus aléatoire quand des bandes noires et blanches défilent (à gauche) que pour un film composé d'images naturelles (à droite). Sur les diagrammes du bas, chaque bande horizontale correspond à l'enregistrement de l'activité neuronale pour une projection du film et chaque trait à un potentiel d'action.

pour ce type de stimulus, le cerveau fonctionnerait sur un mode « optimisé » et sans bruit (tous les potentiels d'action sont porteurs d'information).

Cette optimisation s'effectue sans doute lors d'une période d'apprentissage précoce. Saura-t-on un jour concevoir un dispositif de vision arti-

ficielle calqué sur ce modèle, c'est-à-dire optimisant le codage et le rapport signal sur bruit en fonction de l'image à reconnaître ?

Yves Frégnac

est professeur en sciences cognitives à l'École polytechnique et directeur du Laboratoire UNIC, au CNRS.

Yves Frégnac, © Shutterstock/Smil

similaires dans les circuits du cortex préfrontal pourraient être à l'origine des troubles de la pensée accompagnant la schizophrénie.

Outre l'attention, la mémoire dépendrait aussi de la synchronie des impulsions. Lors de l'enregistrement des souvenirs, la chronologie relative des potentiels d'action semble être aussi importante que la fréquence d'activation. En particulier, l'émission synchronisée de potentiels d'action dans le cortex renforce les synapses (c'est-à-dire augmente l'intensité de la réponse du neurone postsynaptique à un potentiel d'action), ce qui est essentiel pour la mémoire à long terme. En 1997, Henry Markram et Bert Sakmann, de l'Institut Max Planck de recherche médicale, à Heidelberg, ont découvert un mécanisme nommé plasticité dépendante du temps d'arrivée des signaux : quand des potentiels d'action parviennent à une synapse à une fréquence de la bande gamma et que le neurone postsynaptique émet systématiquement un potentiel d'action dans les dix millisecondes qui suivent, la synapse se renforce ; au contraire, quand le neurone postsynaptique s'active dix millisecondes avant l'arrivée du potentiel d'action, la connexion synaptique s'affaiblit.

Certaines preuves de l'importance de la chronologie des potentiels d'action pour

la mémoire proviennent de recherches sur l'hippocampe, une aire cérébrale impliquée dans la mémorisation des objets et des événements. L'émission de potentiels d'action par les neurones de l'hippocampe et des régions avec lesquelles il interagit est notablement influencée par des oscillations synchrones des ondes cérébrales, dans une bande de fréquences allant de quatre à huit hertz (bande θ). De telles oscillations se produisent par exemple lorsqu'un rat explore sa cage. Elles coordonneraient l'émission des potentiels d'action par les neurones et modifieraient durablement les synapses.

Les neurosciences sont à un tournant, car de nouvelles méthodes permettent d'enregistrer simultanément l'activité de milliers de neurones ; elles révèlent des schémas clefs dans la chronologie des potentiels d'action et alimentent d'énormes bases de données. D'autres techniques sont apparues, telle l'optogénétique, qui consiste à activer sélectivement ou maintenir silencieuses des classes spécifiques de neurones en utilisant la lumière. Elles nous aideront à comprendre la façon dont sont encodées les communications internes du cerveau. Alors pourrions-nous progresser dans la construction de machines peut-être aussi efficaces que le cerveau. ■

■ SUR LE WEB

Conférence de Terry Sejnowski sur le fonctionnement des neurones : www.podcast.ethz.ch/podcast/episodes/?id=607

Vidéo sur une caméra imitant le fonctionnement de la rétine : ScientificAmerican.com/oct2012/dvs

■ BIBLIOGRAPHIE

J. Fournier et al., *Adaptation of the simple or complex nature of V1 receptive fields to visual statistics*, *Nature Neuroscience*, vol. 14, pp. 1053-1060, 2011.

S. Liu et T. Delbruck, *Neuromorphic sensory systems*, *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 20(3), pp. 288-295, 2010.

K. Boahen, *Puces de silicium pour retrouver la vue*, *Pour la Science*, n° 332, 2005.

Du nouveau / au royaume de CRÉSUS

Oliver Hülten

La Lydie, le pays où coule le Pactole, était un riche royaume
à l'époque archaïque, qui reste mal connu.

Après plus d'un siècle de fouilles dans sa capitale,
les archéologues viennent d'étendre leurs recherches
à la province lydienne.

An 550 avant notre ère. Crésus règne. Le roi de Lydie reçoit d'alarmantes nouvelles concernant son beau-frère Astyage, le roi des Mèdes. Un coup d'État militaire vient de renverser le souverain de ce peuple d'origine iranienne établi dans les montagnes qui séparent Anatolie et Iran. Pire : c'est un vassal perse d'Astyage du nom de Cyrus II qui est à l'origine du coup d'État. Un Perse ! Nul doute qu'il va vouloir agrandir encore son empire... Une guerre menace. Crésus décide de consulter les dieux quant au sort éventuel des armes lydiennes.

L'adversaire perse est dangereux, mais en ce VI^e siècle avant notre ère, la Lydie, qui domine l'Anatolie occidentale, l'est aussi. Malheureusement, nous ignorons presque tout de ce pays, hormis ce que la tradition grecque nous a livré et les quelques vestiges retrouvés à Sardes, sa capitale. Heureusement, les choses changent : après avoir fait le point sur le dossier historique et archéologique lydien, nous exposerons le résultat des recherches que nous avons récemment menées dans la province lydienne.

L'ESSENTIEL

■ La Lydie fut un royaume anatolien bien connu des Grecs archaïques entre le VIII^e et le VI^e siècle avant notre ère.

■ Hormis le récit de la chute de son dernier roi, Crésus, les Anciens nous ont peu informé sur la Lydie.

■ Les fouilles menées depuis le XX^e siècle ont confirmé le récit grec, livré des détails sur la vie quotidienne, mais peu de choses sur l'organisation typique d'une cité lydienne.

■ Identifiée récemment, une ville de province lydienne apporte de nouvelles informations.

© RMN-Grand Palais (musée du Louvre) / Hervé Lévy/Anadolu

Fort de sa renommée, Crésus aurait sans doute mieux fait de faire le dos rond. Toutefois, il tient à venger son beau-frère, et peut aussi se sentir fort, puisqu'il a fait de la Lydie le plus grand royaume d'Asie Mineure et lui a associé les villes grecques de la côte. Avant lui, son père, dont il a hérité du trône vers -560, avait aussi soumis nombre de peuples anatoliens, conclu avec les Mèdes une paix durable, et convenu avec eux que le fleuve que les Turcs nomment aujourd'hui le Kizilirmak, c'est-à-dire la « rivière rouge », mais que les Anciens nommaient l'Halys, servirait de frontière entre Lydie et Médie.

Tester l'oracle

Crésus a donc envie d'agir, mais... sans risquer trop. Pour cela, une méthode s'impose dans son esprit : consulter un oracle. Toutefois, il se méfie. Afin d'éprouver la qualité de la divination pratiquée dans les grands sanctuaires, il décide de la tester au préalable. Il envoie donc des messagers à qui il a donné l'ordre de ne se présenter



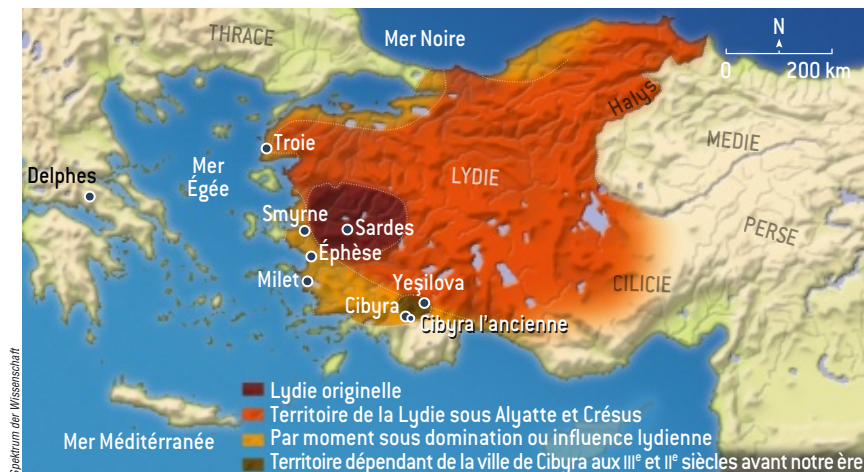
devant les oracles que 100 jours après leur départ de Sardes, puis de les éprouver en leur demandant à quelle activité, lui Crésus, est en train de se livrer ce jour-là. Seul son envoyé à Delphes revint avec une réponse convaincante. La prêtresse du grand sanctuaire d'Apollon à Delphes avait déclaré qu'au centième jour Crésus s'était activé pour préparer, dans une marmite d'airain, un repas à partir d'un agneau et... d'une tortue. Impressionné par la puissance divinatoire de la Pythie, Crésus fait au sanctuaire les offrandes nécessaires, puis pose sa question : quelles seront les conséquences d'une guerre préventive contre les Perses ? La réponse de l'oracle semble non seulement d'interprétation évidente, mais encourageante : « Si Crésus traverse l'Halys, il détruira un grand empire », déclare la Pythie.

Franchir l'Halys

Mis en confiance, le roi lydien mobilise, puis traverse l'Halys, et se porte au-devant de l'armée perse. Une première bataille a lieu près de la ville de Ptérie, qui n'est pas décisive. Cyrus n'attaquant pas dans les semaines qui suivent et l'hiver s'annonçant, Crésus décide de rentrer à Sardes... Or Cyrus le poursuit soudainement et les Perses dominent si bien dans les combats qu'ils obligent les Lydiens à se réfugier derrière les murs de Sardes. Après 14 jours de siège, seulement, la ville tombe !

Prisonnier de Cyrus, qui le traite avec égard, Crésus, indigné, envoie des messagers à Delphes pour protester contre la réponse erronée de l'oracle. Hérodote (-484 à -420) nous a transmis la réponse du sanctuaire : « Crésus récrimine sans raison. Loxias (Apollon) lui prédisait que, s'il entrait en guerre contre les Perses il détruirait un grand empire. En face de cette réponse il aurait dû envoyer demander au dieu de quel empire il parlait, du sien ou de celui de Cyrus. Il

1. CRÉSUS VEUT S'IMMOLER PAR LE FEU, mais Zeus éteint les flammes. Du moins est-ce ainsi que la légende décrit la dure destinée du roi de Lydie, désespéré par la perte de son royaume au cours d'une invasion perse.



2. LA PLUS GRANDE EXTENSION DU ROYAUME LYDIEN fut atteinte au VI^e siècle avant notre ère grâce aux conquêtes d'Alyatte et de son fils Crésus, qui pour sa part avait porté les frontières de la Lydie jusqu'à l'Halys, au-delà duquel commençait la Médie, l'une des régions perses.



3. UNE PRESQU'ÎLE SUR LE LAC GÖLLÜHISAR, en Turquie, aurait été le site de la première Cybira, la ville lydienne, qui a précédé Cybira, ville grecque membre de la Tétrapole, une confédération anatolienne de quatre cités grecques. Une équipe austro-allemande y étudie les rares traces de la façon dont les Lydiens d'une petite ville de province vivaient.

n'a pas compris ce qu'on lui avait dit, il n'a pas interrogé de nouveau : qu'il s'en fasse grief à lui-même. » C'est ainsi que la Lydie devint une satrapie, c'est-à-dire l'une des provinces de l'empire Perse.

■ L'AUTEUR



Oliver HÜLDEN, archéologue, travaille à l'Institut d'archéologie classique de l'Université Louis-Maximilien à Munich, où il codirige le projet austro-allemand Kybiratis.

Le destin tragique de Crésus ayant beaucoup inspiré les poètes de l'Antiquité, plusieurs versions de la suite de son histoire nous sont parvenues, dont une dans laquelle les dieux interviennent pour lui épargner la mort (*voir la figure 1*). Quoi qu'il en soit, nous avons de cette façon davantage d'informations se rapportant à Crésus que nous n'en avons sur son peuple et sa culture...

Que savons-nous ? Les informations dont nous disposons proviennent pour l'essentiel de fouilles dans la capitale lydienne, tandis que le reste du royaume – c'est-à-dire la quasi-totalité de la Turquie occidentale – n'a pas été étudié. En ce qui concerne Sardes, la capitale royale, elle fut probablement localisée dès 1444 par le marchand italien Cyriaque d'Ancône (1391-1455), qui, passionné par l'Antiquité,

consacrait de nombreux voyages à rechercher les villes antiques. Le marchand et explorateur français Jean-Baptiste Tavernier (1605-1689) suivit ensuite un temps la trace de Crésus. C'est lui qui, en 1670, identifia les ruines de Sardes d'après leur position entre le fleuve Hermos (le Gediz) et son affluent le Pactole.

Les premières fouilles eurent lieu au début du XX^e siècle sous la direction de Howard Butler, de l'Université Princeton. Elles furent ensuite poursuivies par George Hanfmann, de l'Université de Harvard, et Nicholas Cahill, de l'Université du Wisconsin-Madison. Cependant, comme les strates du VI^e siècle avant notre ère sont en général recouvertes de couches archéologiques postérieures, ces archéologues et ceux qui les ont suivis n'ont pu jusqu'à présent fouiller la Sardes lydienne qu'en de rares endroits. Sur l'acropole, c'est-à-dire sur « la ville haute » (en grec), dont les remparts dominaient la ville, il semble que peu de restes des strates du VI^e siècle avant notre ère aient résisté à la destruction par les Perses, puis aux travaux des époques subséquentes. On peut supposer que le palais royal lydien, les temples et d'autres bâtiments réservés à l'élite lydienne s'y trouvaient. C'est du moins ce que suggère la présence d'objets de grande qualité dans le mobilier archéologique, tels des vases de bronze ornés de représentations animales, une riche vaisselle d'importation ou encore des monnaies d'argent ou d'électrum, un alliage naturel d'or et d'argent.

Acropole lydienne

Des plaques en terre cuite ornées de reliefs et peintes de bleu et de blanc attestent aussi de la richesse passée. Sans doute ornaient-elles les frises des murs d'adobe (brique de terre crue) posés sur des fondations en pierres taillées. Pour sa part, le toit était recouvert de tuiles peintes et orné de décorations en terre cuite. À en croire les fouilleurs, les types de bâtiments et leur décoration suggèrent qu'il s'agit d'un temple de Cybèle, la grande déesse féminine originaire de Phrygie, pays situé entre la Lydie et la Cappadoce. Une interprétation vraisemblable puisque Hérodote rapporte l'existence à Sardes de ce temple. Autre indice : la relation spéciale que Crésus avait manifestement avec Cybèle, puisqu'il a contribué à l'érection

de l'artémision d'Éphèse, un grand temple grec en marbre dédié à Artémis qui, en Asie Mineure, semble avoir été identifiée à Cybèle (voir la figure 5).

Au pied de l'acropole s'étirait la ville basse, qui fut aussi brûlée et pillée par les Perses, de sorte que les incendies, puis l'effondrement des maisons, ont scellé pour nous nombre de témoignages de la vie quotidienne : marmites de terre, vaisselle décorée, contenants à parfums ou à onguents, vases rituels... une grande partie de ce mobilier archéologique étant dans un état de conservation excellent que l'on ne rencontre d'ordinaire que dans les tombes. Le style de ces poteries montre que la plupart sont d'origine locale, les autres ayant été importées des villes grecques de la côte occidentale.

Les archéologues ont en outre retrouvé toutes sortes d'objets domestiques, tels des pesons, des piques pour griller la viande et des bijoux variés. Une partie de ces objets semble avoir été produite dans les habitations pour être vendue. Un atelier de production d'objets d'or a même été mis au jour ; ce métal précieux y était probablement fondu, puis travaillé. Issu de l'électrum mêlé aux sables de la rivière Pactole, cet or était à l'origine de la richesse des Lydiens.

La ville basse comportait probablement aussi un palais et un temple, du moins d'après les éléments d'architecture lydiens réemployés dans des constructions ultérieures. C'est ainsi que les archéologues ont

découvert des sculptures et des bas-reliefs, qui, au moins dans un cas, représentent la déesse Cybèle, ainsi que des représentations animales, probablement les attributs animaux d'une divinité. Il s'agit de lions, si fréquents qu'ils sont pratiquement devenus l'emblème des Lydiens !

Mort une pierre à la main

Depuis 1958, des archéologues américains organisent chaque année des fouilles à Sardes. Ils ont en particulier étudié le rempart de briques d'adobe (sur fondation de pierre), qui défendait la ville. Par endroits haut de 13 mètres, il était épais de 18 à 20 mètres... La partie de cette muraille dégagée ces dernières années comprend l'une des portes de la ville et des maisons attenantes. C'est ainsi qu'ont été mises en évidence quelques-unes des très rares traces de la chute de la ville : d'épaisses couches de cendres et de décombres contenant quelques épées, casques et pointes de flèches, ainsi que les squelettes de deux soldats, que l'effondrement du mur a ensevelis. L'un d'entre eux est mort en serrant une pierre dans son poing. Un projectile ?

Quant à la mythique richesse de Sardes, elle est surtout évidente dans les tertres funéraires que se faisaient ériger les riches Lydiens. Ces tumulus contiennent

une chambre funéraire à toit pentu pour recevoir le mort et les offrandes funéraires et un long couloir d'accès à la chambre ; le tout recouvert d'un amas de terre couronné par une pierre sculptée en forme de phallus (voir la figure 8). Malheureusement, les pillards, à la recherche des légendaires richesses lydiennes, les ont profanées et pillées depuis des siècles...

Ces découvertes, pour précieuses qu'elles soient, ne nous renseignent cependant ni sur la structure typique d'une ville lydienne ni sur la façon d'y vivre. Mais cette situation s'améliore depuis qu'en 1995, un heureux hasard a conduit l'épigraphiste Thomas Corsten, de l'Université de Vienne, à découvrir une cité lydienne provinciale dans la Cibyratys. Ce nom désigne le territoire de la Tétrapole des Milyens, formée par les

cités grecques (ou du moins hellénisées) de Cibyra (voir la figure 2), d'Énoanda, de Balbura et de Bubon. Aujourd'hui, la Cibyra grecque consiste en d'impressionnantes ruines



4. CES LYDIENS, vases ventrus dotés d'un pied et de bords plats, sont typiques de la Lydie, où ils étaient très répandus. Leur forme si particulière a été largement copiée par les potiers grecs. Leur présence sur un site de fouille indique que ce dernier relève probablement de la culture matérielle des Lydiens.



5. UN ARTÉMISION, UN GRAND TEMPLE GREC DEDIE À ARTÉMIS, la déesse de la chasse et de la Lune (ci-dessus les ruines, et à droite la restitution), a été érigé à Sardes vers -300, après qu'Alexandre eut chassé les occupants perses. Pour se concilier les populations autochtones, les colons grecs fondateurs d'Éphèse et de la région de Sardes auraient fusionné leur déesse Artémis avec la Cybèle lo-



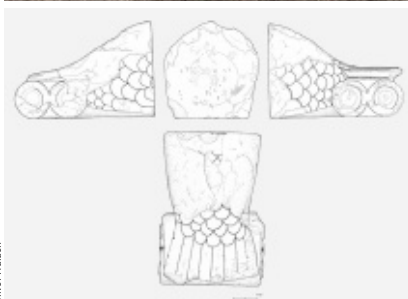
cale, de sorte qu'un rapport existe entre l'Artémis vénérée à Éphèse et la déesse d'origine phrygienne Cybèle. En son temps, Crésus aurait contribué à l'érection à Sardes d'un grand sanctuaire dédié à l'Artémis-Cybèle. Des indices de cette contribution ont été retrouvés non loin de l'artémision, sur l'acropole (non visible) où les chercheurs fouillent les vestiges de la capitale lydienne.

proches de la petite ville turque actuelle, de Gölhisar. Comme Strabon (-63 à 23) rapporte que la cité grecque n'a pas été fondée *ex nihilo*, mais transférée, T. Corsten m'a proposé de rechercher avec lui cette «Cibyra l'ancienne».

L'exploration des sites possibles nous a conduits à seulement trois kilomètres de la Cibyra grecque sur la presqu'île rocheuse qui singularise le lac Gölhisar voisin. Là, des restes d'une agglomération préhellénistique et de son imposante nécropole ont été repérés, et tout indique qu'elle est lydienne. C'est remarquable puisque la plus grande partie de la Cibratis se trouve sur le territoire des Lyciens, un peuple anatolien implanté au Sud des Lydiens.

Cibyra l'ancienne

Nous avons porté notre attention sur ce site parce que, dans les années 1980, des archéologues du musée archéologique de la capitale provinciale de Burdur, ayant eu vent d'un pillage de tombes antiques, y ont mené des fouilles de sauvetage. Le mobilier funéraire qu'ils ont pu sauver comprenait nombre de vases dont la variété, la qualité et l'assemblage ont déclenché des spéculations chez les archéologues. Informé, Alan Hall, de l'Institut britannique d'Ankara, examina alors le site de près et crut y reconnaître Sinda, une agglomération évoquée par Strabon. Avec T. Corsten, nous avons repris les choses là où A. Hall les avait laissées, en entrepre-



Oliver Höiden

6. CES RESTES D'UNE SCULPTURE de faucon ont été retrouvés dans un champ de pommiers à l'abandon sur une presqu'île du lac turc de Gölhisar. Les archéologues estiment que la sculpture d'origine mesurait deux mètres de haut, ce qui montre le caractère monumental que les Lydiens ont voulu donner à ce faucon, l'un des animaux-symboles de la déesse proche-orientale Cybèle.

nant des sondages systématiques sur la presqu'île et dans les environs du lac afin de noter et de situer sur une carte toutes les découvertes de surface.

Très peu d'indices visibles signalent aujourd'hui la présence d'une agglomération antique: quelques murs écroulés, des restes dispersés de constructions, ainsi que des cavités aménagées dans les champs. L'œil exercé, cependant, identifie aussi des zones ayant été terrassées avant la construction de maisons et y reconnaît la présence sous-jacente de fondations. Dans un champ de pommiers à l'abandon, nous avons par ailleurs retrouvé des milliers de tessons de céramiques peintes. La plupart d'entre eux datent manifestement de l'époque archaïque (du VIII^e au V^e siècle avant notre ère) et peuvent être attribués aux VII^e et VI^e siècles avant notre ère. La comparaison avec les tessons de même époque retrouvés dans la région nous a par ailleurs appris que beaucoup de ces poteries ont été fabriquées sur place. Celles qui ont été importées, le furent de Carie – une petite région située entre la Lydie et la côte Ouest –, qui était alors sous domination lydienne, mais aussi des villes grecques d'Anatolie. Une petite tête de cheval en terre cuite, d'origine crétoise, a été retrouvée; elle est sans doute parvenue sur place en passant par la Tétrapole (voir la figure 7).

Or des tessons de vases typiquement lydiens suggèrent aussi que nous avons bien affaire à la pré-Cibyra lydienne. Par



Oliver Höiden

7. CETTE PETITE TÊTE DE CHEVAL EN TERRE CUITE a sans doute fait partie d'une offrande dédiée à Cybèle. Fait intéressant, elle a été façonnée en Crète, d'où elle a été probablement importée dans la Tétrapole d'abord, avant d'être consacrée dans le temple de la Cybira ancienne.



Oliver Höiden

8. CE GENRE DE PIERRE DE FORME PHALLIQUE couronnait les tertres funéraires des riches Lydiens. Les restes de ces tumulus ont été retrouvés dans les environs de la Cybira ancienne, mais ils ont malheureusement tous été pillés.

ailleurs, des fragments d'assiettes de terre cuite ressemblent aux assiettes découvertes à Sardes. Mais ce n'est pas tout : sur la pente surmontant le champ de pommiers, une de nos étudiantes a découvert dans un buisson un fragment de sculpture en calcaire (voir la figure 6) comportant des plumes stylisées. Il semble qu'elles faisaient partie d'une statue d'oiseau de grande taille. Son style la fait remonter au VI^e siècle avant notre ère, et on peut l'attribuer à l'aire culturelle gréco-lydienne. Or, à Sardes, ont été retrouvées des œuvres de style comparable, de sorte qu'il s'agit sans doute d'une représentation de faucon, le second des animaux-attributs de Cybèle (le premier étant le lion). Une telle sculpture ne peut provenir que d'un sanctuaire, ce qui explique les coûteuses assiettes de terre cuite, ainsi que la tête de cheval : toutes sont des offrandes sacrificielles.

Depuis ces découvertes, nous avons pu établir que la cité consistait en quelques dizaines de maisons d'adobe construites sur des terrasses aménagées et reliées par des ruelles. Il est probable que, quelque 40 mètres au-dessus du lac, une plate-forme taillée dans le roc accueillait une acropole comportant des bâtiments de prestige, et surmontant le sanctuaire. L'organisation de cette petite cité devait être comparable à celle de Sardes, et sans doute y vivait-on sur place comme dans la capitale, quoiqu'à une échelle provinciale.

Le caractère lydien de cette ville est confirmé par la nécropole de la ville, située au Sud du lac : plus de 50 tertres funéraires en pierre y ont été répertoriés, même s'ils ne sont presque plus reconnaissables tant ils ont été bouleversés par les pillards, puis leurs pierres réemployées par les villageois turcs voisins. C'est pourquoi nous n'y avons découvert que des restes d'offrandes funéraires, consistant en fragments de céramiques archaïques, morceaux de vase de bronze, ou armatures métalliques de chariot. Six tumulus étaient encore dotés de leur pierre sommitale (voir la figure 8). Si l'on imagine à quel point ces tertres devaient dominer le paysage dans l'Antiquité, il semble bien que l'agglomération que nous avons étudiée devait être de quelque importance. Les nombreux objets importés que l'on y a retrouvés attestent par ailleurs de contacts avec l'extérieur.

Quelle place jouait exactement «Cibyra l'ancienne» dans l'ensemble lydien ? Peut-être s'agissait-il d'une petite cité, que les



9. CETTE TOMBE LYDIENNE CREUSÉE DANS UNE FALAISE est ornée d'un bas-relief représentant un lion bondissant et trois chèvres sauvages ; elle se trouve à quelque 90 kilomètres de l'ancienne cité lydienne de Cybira.

Lydiens fondèrent sur la frontière afin de stabiliser un territoire nouvellement conquis ?

Les constatations faites à «Cibyra l'ancienne» posent par ailleurs un problème archéologique. La plupart des céramiques retrouvées datent de l'époque archaïque ; pourquoi n'en retrouve-t-on pas datant des trois siècles qui séparent l'époque archaïque du déplacement de la cité à l'origine de la Cibyra grecque, d'après Hérodote ? La cité lydienne a-t-elle été abandonnée parce que, comme Sardes, elle était tombée dans les griffes perses ? C'est possible, puisque nous savons qu'après la chute de Sardes, le général Harpage, principal lieutenant de Cyrus, s'est occupé de soumettre la province lydienne.

Quoi qu'il en soit, il y a enfin du nouveau en archéologie lydienne ! Une demi-douzaine de projets internationaux ont été lancés pour répondre aux questions ouvertes, et les découvertes se multiplient. Notre équipe vient par exemple de mettre au jour près de Yes, à quelque 90 kilomètres du lac de Gölhisar, une fortification en pierre taillée sur un plateau, qui date approximativement de la même époque. À quelques kilomètres de là, une tombe creusée dans une falaise (voir la figure 9) est ornée par un bas-relief montrant un lion bondissant et trois chèvres sauvages. Le style de cette œuvre fait penser au VI^e siècle avant notre ère, et le même motif se trouve sur un autel en marbre dédié à Cybèle à Sardes. L'archéologie lydienne est une affaire à suivre. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

N. D. Cahill (dir.),
The Lydians and their World,
Yapı Kredi Kültür Sanat
Yayıncılık, Istanbul, 2010.

C. H. Roosevelt,
The Archaeology of Lydia,
Cambridge University Press,
2009.

DES HIVERS plus rigoureux ?

Charles Greene

Le recul de la banquise en Arctique perturbe la dynamique atmosphérique et serait responsable d'hivers rigoureux aux États-Unis et en Europe.

Ces trois dernières années, différentes régions de l'Amérique du Nord et de l'Europe ont connu des hivers exceptionnels. Tout d'abord, pendant les hivers de 2009 à 2011, l'Ouest et le Nord de l'Europe ainsi que la côte Est des États-Unis ont subi une série de tempêtes froides et neigeuses, dont celle que les Américains ont nommée *snowmageddon* – contraction de *snow*, la neige, et *armageddon*, l'apocalypse. Cette tempête s'est abattue en février 2010 sur la ville de Washington, et a empêché le gouvernement fédéral de fonctionner pendant près d'une semaine.

En octobre de cette même année, le Centre des prévisions climatiques de la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, l'agence américaine responsable de l'étude de l'océan et de l'atmosphère) avait prévu pour l'Est des États-Unis un hiver 2010-2011 doux en raison du phénomène La Niña (des eaux de surface plus froides dans le Pacifique tropical Est, qui favorisent la remontée d'air chaud du Mexique vers les États-Unis). Mais, malgré les effets modérateurs de La Niña, des

L'ESSENTIEL

■ Avec le réchauffement global, la fonte estivale de la banquise arctique s'accroît. Cela modifierait les conditions atmosphériques qui influent sur le temps hivernal aux États-Unis et en Europe.

■ Ces changements entraîneraient des incursions d'air arctique aux latitudes moyennes, augmentant la probabilité d'épisodes hivernaux rudes.

■ Il est difficile de prévoir la rigueur d'un hiver même si les conditions suggèrent de possibles vagues de froid intense.

températures très basses et des chutes de neige inédites ont frappé les villes de New York et de Philadelphie en janvier 2011, contredisant tous les prévisionnistes.

L'hiver 2011-2012 a aussi apporté son lot de surprises. L'Est des États-Unis a connu l'un des hivers les plus doux de son histoire, tandis que d'autres parties de l'Amérique du Nord et de l'Europe avaient moins de chance. En Alaska, la température moyenne de janvier a été, dans l'ensemble de l'État, inférieure de 10 °C aux valeurs typiques pour cette saison. Lors d'une tempête, des villes du Sud-Est de l'Alaska se sont retrouvées sous deux mètres de neige. En même temps, une importante vague de froid a submergé l'Europe centrale et de l'Est, avec des températures de -30 °C et des congères allant jusqu'aux toits. Quand le dégel a fini par arriver mi-février, plus de 550 personnes avaient perdu la vie.

Comment expliquer de tels épisodes de froid au cours d'une décennie 2002-2012 qui fut par ailleurs la plus chaude de ces 160 dernières années, depuis le début du suivi des températures globales ? Certains