

avec des circuits classiques. Lorsque la clé de chiffrement doit être changée, l'utilisateur peut rapidement calculer la configuration nécessaire pour la nouvelle sous-clé, puis reconfigurer la puce pour la suite du calcul.

Les prototypes que nous avons mis au point pour l'identification de cibles et le chiffrement démontrent que les circuits configurables conduisent à des ordinateurs puissants. De nombreuses autres applications, tels les communications numériques, le traitement des données radar et la conception assistée par ordinateur, tireraient parti de telles puces.

Le futur de l'informatique configurable

L'informatique configurable est un domaine très jeune : bien que Gerald Estrin, de l'Université de Los Angeles, en ait établi les principes dès la fin des années 1960, les premiers essais datent de quelques années seulement. De plus, les circuits configurables actuels, avec au mieux 100 000 portes logiques, n'exploitent pas toutes les possibilités de cette technique. Les futurs circuits seront bien plus grands : comme pour la plupart des circuits intégrés classiques, le nombre d'éléments intégrés sur un circuit adaptable double tous les 18 mois environ. Ainsi, avant la fin de cette décennie, les circuits adaptables comprendront probablement un million d'éléments logiques.

Les chercheurs et les industriels résolvent aujourd'hui les problèmes de conception qui ont retardé l'adoption de l'informatique configurable. Les circuits configurables actuels ne sont utilisables qu'avec des algorithmes opérant sur les bits individuels, tels que la comparaison de formes et l'arithmétique des nombres entiers, mais ils sont mal adaptés aux opérations numériques telles que la multiplication de haute précision ou les calculs en virgule flottante. Des circuits multiplicateurs spécialisés, comme ceux utilisés dans les microprocesseurs et dans les processeurs de traitement numérique du signal (DSP), peuvent être optimisés pour fonctionner plus efficacement que les circuits multiplicateurs réalisés à partir de logique configurable. De surcroît, la mémoire intégrée des circuits configurables, nécessaire pour le stockage des résultats intermédiaires, reste trop faible. Ainsi, de nombreux programmes nécessitent une impor-

tante mémoire externe pour fonctionner avec des circuits modifiables : le transfert des données entre le circuit et la mémoire ralentit les calculs et consomme plus d'énergie (la consommation d'énergie est gênante, parce qu'elle s'accompagne d'une dissipation de chaleur nuisible au bon fonctionnement des circuits).

Pour éviter ces écueils, les électroniciens et les informaticiens mettent au point les premiers circuits configurables à mémoire intégrée. À l'Institut de technologie du Massachusetts, André DeHon et Thomas Knight ont proposé un circuit qui stocke les données des multiples configurations dans une mémoire intégrée. En un seul cycle d'horloge, soit quelques dizaines ou centaines de nanosecondes, la puce bascule d'une configuration à une autre, sans effacer les données partiellement traitées.

Parallèlement, Brad Hutchings, de l'Université Brigham Young, a utilisé l'informatique configurable pour construire un ordinateur à jeu d'instruction dynamique. Ce système, qui allie un microprocesseur classique et un coprocesseur configurable, démontre le potentiel de la reconfiguration automatique utilisant des configurations mémorisées. Lors de l'exécution du programme, le circuit demande une reconfiguration chaque fois qu'il détecte l'absence d'un circuit spécifique nécessaire au calcul. On peut ainsi créer et mémoriser un grand nombre de configurations de circuit, et les activer de la même façon qu'un programmeur appelle un sous-programme.

Le groupe *Colt*, dirigé par Peter Athanas, de l'Institut polytechnique de Virginie, étudie une technique de reconfiguration durant l'exécution nommée *Wormhole* («trou de ver»), qui

se prête à l'informatique répartie. Un flot de données crée une logique dédiée à mesure qu'il traverse les circuits configurables.

John Wawrzynek et ses collègues de l'Université de Berkeley étudient des systèmes qui combinent un microprocesseur et un processeur configurable. À partir d'un programme ordinaire, un logiciel de compilation spécial engendre une combinaison d'instructions-machine et de configurations du processeur configurable qui accélèrent l'exécution du programme.

Les processeurs configurables ne remplaceront jamais les microprocesseurs pour les tâches généralistes, mais les circuits à configurations variables joueront certainement un rôle croissant dans la mise au point de systèmes informatiques performants. La puissance de calcul des processeurs configurables en fait des systèmes de choix chaque fois qu'une adaptation rapide aux données est requise.

Progressivement, la frontière entre processeurs programmables et processeurs configurables s'estompera : les circuits configurables comprendront une mémoire interne augmentée et des multiplicateurs spécialisés, comme les microprocesseurs classiques ; inversement, les microprocesseurs de la prochaine génération pourront modifier dynamiquement certaines parties de leur circuit, un peu comme les processeurs configurables. De la même manière que les ordinateurs reliés au réseau Internet peuvent télécharger des logiciels spécialisés pour effectuer des tâches particulières, les futures machines pourront charger de nouvelles configurations de circuits. Dans dix ans, les ordinateurs comprendront un mélange de puces programmables et de puces configurables.

John VILLASENOR et William MANGIONE-SMITH travaillent au Département d'ingénierie électrique de l'Université de Los Angeles.

M.J. WIRTHLIN et B.L. HUTCHINGS, *A Dynamic Instruction Set Computer*, in *Proceedings of the IEEE Symposium on FPGAs for Custom Computing Machine*, avril 1995, IEEE Computer Society Press, 1995.

J. VUILLEMIN, P. BERTIN, D. RONCIN, M. SHAND, H. TOUATI et P. BOUCARD, *Programmable Active Memories : The Coming of Age*, in *IEEE Trans. on VLSI*, vol. 4, pp. 56-69, mars 1996.

John VILLASENOR, Brian SCHONER, Kang-Ngee CHIA, Charles ZAPATA, Hea Joung KIM, Chris JONES, Shane LANSING et Bill MANGIONE-SMITH, *Configurable Computing Solutions for Automatic Target Recognition*, in *4th IEEE Symposium on FPGAs for Custom Computing Machines (FCCM '96)* April 1996.

Ray BITTNER et Peter ATHANAS, *Wormhole Run-Time Reconfiguration*, in *FPGA '97 : ACM/SIGDA International Symposium on Field Programmable Gate Arrays*, Special Interest Group on Design Automation (SIGDA), ACM, 1997.

Les tombes impériales de la dynastie Tang

ALEXANDER KOCH

Des archéologues allemands et chinois étudient les mausolées imposants des souverains de la plus grande époque de la Chine impériale.

Ils se préoccupent également de préserver ces monuments quasi inconnus.

Plus de 1 000 ans après la mort de l'empereur, on voit encore le dernier chemin qu'il emprunta : montant vers le Nord à partir de la plaine, le chemin de l'âme conduit vers le massif montagneux qui se profile à l'horizon. Sur plusieurs centaines de mètres, de part et d'autre de cette voie, des statues en pierre représentent des créatures fabuleuses, des chevaux et des hommes plus grands que nature ; des tours, des piliers et des stèles commémoratives sont couverts d'inscriptions. Après avoir franchi la porte fortifiée, taillée dans la haute muraille qui ceignait le massif montagneux sur des kilomètres, le visiteur du VIII^e siècle arrivait dans la zone funéraire proprement dite, une vaste étendue aménagée au-dessus du tombeau creusé dans la montagne, qui avait été agencée et dotée d'un réseau de chemins (voir la figure 1).

Celui qui atteignait ainsi le début de la route de la soie, en Chine centrale, pouvait croire que le mausolée d'un empereur Tang était une ville. C'était le but visé : après sa mort, l'empereur devait jouir du même faste, du même confort, des mêmes honneurs que de son vivant.

Depuis 1993, avec nos collègues de l'Institut d'archéologie de la province du Shaanxi, nous recensons et analysons ces complexes funéraires de l'époque la plus florissante d'une des plus grandes civilisations de l'humanité. Il reste peu de bâtiments et d'ouvrages d'art de la dynastie des Tang, qui régnèrent de 618 à 907. Lors de cet «Âge d'or», la Chine était le pays le plus vaste et le plus peuplé de la surface du Globe, et

il s'étendait loin en Asie centrale : l'élan culturel et économique fut inégalé. Le premier siècle de la dynastie Tang bénéficia d'une politique militaire active, d'une diplomatie habile et de réformes économiques et sociales. La puissance et la stabilité de cet énorme État s'accompagnèrent de la paix intérieure et de l'ouverture du pays aux influences, aux religions, aux modes de vie et aux courants artistiques étrangers : l'État tolérait les religions telles que le bouddhisme, le christianisme nestorien, le judaïsme, l'islam, le mazdéisme (zoroastrisme) et le manichéisme. Des influences provenant de toute l'Asie se mêlaient dans le creuset chinois. Les échanges avec les pays étrangers contribuèrent au développement intérieur.

L'ouverture vers le monde extérieur laissa une profonde empreinte sur la ville de Chang'an, aujourd'hui nommée Xi'an : avec ses deux millions d'habitants, c'était certainement la métropole la plus importante et la plus animée de son temps, facile à défendre grâce aux montagnes qui l'entouraient. C'est de cette ville, située au milieu des plaines d'altitude fertiles du Guanzhong, «l'intérieur des passes», que partaient vers l'Ouest les fameuses caravanes. Centre cosmopolite, Chang'an accueillait nombre de marchands, artisans, artistes, diplomates, missionnaires et réfugiés politiques, qui se regroupaient en communautés.

À ce jour, le trésor culturel qui s'est accumulé pendant plusieurs millénaires, dans cette région située en plein cœur de la Chine, reste en grande partie inconnu, mais des surprises attendent les archéologues. Ainsi, en 1974,

près de Lintong, à 35 kilomètres à l'Est de Xi'an, une découverte a ébloui le monde entier : sous l'immense colonne funéraire se dressait une armée forte de plusieurs milliers de soldats en terre cuite, presque grandeur nature, avec chevaux et chariots. Cette armée devait protéger dans l'au-delà celui que l'on nomme le premier empereur de Chine, Qin Shihuangdi, qui régna de 221 à 210 avant notre ère.

Cette découverte fut le début d'une nouvelle ère pour l'archéologie chinoise : depuis, les trouvailles se sont multipliées, surtout au Shaanxi, où s'est manifestée la grandeur passée de l'empire. De la dynastie Tang, qui correspond au début du Moyen Âge en Europe, on a ainsi trouvé les restes de palais impériaux, de temples et de nécropoles de dimensions souvent colossales et d'une richesse difficilement imaginable.

Comment recenser, conserver et étudier ces monuments, ainsi que les autres trouvailles archéologiques ? L'accord germano-chinois de coopération culturelle et technique a donné les moyens archéologiques nécessaires : en 1990, le Musée de Mayence et l'Institut d'archéologie de Xi'an ont passé un contrat pour mettre au point des procédés de conservation et de restauration.

Les ateliers de restauration de Xi'an

L'atelier de restauration qui est aujourd'hui installé à l'Institut d'archéologie de Xi'an dispose de huit à dix postes de travail équipés d'outillage apporté d'Allemagne : une installation de radio-



Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz/Alexander Koch



Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz/Alexander Koch

1. LES MAUSOLÉES DES EMPEREURS Tang figurent parmi les monuments funéraires les plus grands de Chine, voire du monde. Depuis 1993, une équipe germano-chinoise les fouille et se préoccupe de leur conservation. En haut, un artiste a représenté le Qianling, le tombeau de Goazong (628-683), le troisième empereur Tang, et de son épouse Wu Zetian. La montagne funéraire est entourée d'un mur qui délimite une enceinte de plusieurs kilomètres carrés. On reconnaît les chemins de l'âme du Sud (*devant à*

gauche) et du Nord, les murailles imposantes percées de quatre portes et munies de tours d'angle, les chemins qui menaient aux chambres mortuaires, ainsi que d'autres bâtiments. La photographie inférieure montre une partie du chemin de l'âme du Tailing, le mausolée de l'empereur Xuanzong (685-762). Ce chemin conduisait à l'enceinte interne ; il indique la direction du tombeau creusé dans la montagne. Le nombre et la disposition des sculptures qui flanquaient le chemin obéissaient à des règles très strictes.

graphie complète, des dispositifs de sablage, un burin à ultrasons, un compresseur pour le soufflage, ainsi que de nombreux outils de précision directement dérivés des techniques odontologiques, tels des perceuses, des fraises, des roulettes et des jets d'eau.

Les ateliers de restauration servent également à la mise au point de procédés de conservation et de restauration appropriés aux pièces archéologiques trouvées dans le sol chinois. Le sol de la province de Shaanxi est truffé d'objets de métal, de verre, de pierre, de céramique et de laque, d'une grande importance historique et artistique. La restauration donne souvent des indications sur la fonction des objets, sur leur mode de fabrication, sur les matériaux qui les composent et sur les techniques de décoration et de réparations (voir la figure 2). Tous ces renseignements permettent d'attribuer ces objets à des écoles ou à des ateliers.

Des mausolées entre les cols

Les mausolées des empereurs Tang avaient des dimensions imposantes : la zone limitée par le mur d'enceinte couvrait souvent plus de dix kilomètres carrés. Selon la tradition, que l'on a des raisons de ne pas accepter sans réserve, ces complexes funéraires étaient bâtis sur le modèle des palais impériaux, dont on atteignait le cœur en passant par une série de portails et de cours. Dans le cas des sites funéraires, il ne reste presque rien de telles enceintes extérieures, de sorte que leur existence passée reste à démontrer. Au Nord de la plaine de loess fertile, 18 sites funéraires sont disposés au pied des montagnes, formant une chaîne de quelque 150 kilomètres de long (voir la figure 3). La plupart d'entre eux ont été construits selon des règles précises : la porte principale, à laquelle menait le chemin de l'âme, était tournée vers le Sud, tout comme l'entrée de la tombe creusée dans la montagne. Le mur d'enceinte qui entourait le massif avec la colline funéraire formait dans la mesure du possible un rectangle, et il était percé de trois autres portes dirigées vers les autres points cardinaux. Un chemin de procession décoré de manière plus sommaire menait à la porte Nord (voir la figure 1). L'ensemble était conçu d'après les lois de la géomancie, science divinatoire traditionnelle qui prétendait assurer une influence bénéfique

sur le dernier lieu de repos de l'empereur : les initiés de cette science choisissaient le lieu d'implantation et le remodelaient, ajoutant, au besoin, des collines artificielles, arasant des sommets et le dotant de cours d'eau et de plantations. Les montagnes situées au Nord protégeaient la tombe contre les influences néfastes provenant de cette direction, alors que le Sud devait s'ouvrir sur un paysage ouvert, comportant des vallées, des plaines, des rochers, des sources, des ruisseaux et des fleuves, ainsi que divers groupes de plantes

Adossés à une chaîne de montagnes qui culminent à 1 000 mètres, les mausolées Tang sont dans une région typique de la Chine centrale : à une altitude moyenne de 500 mètres, elle est traversée par la Wei he et ses affluents ; des rivières aujourd'hui asséchées ont découpé des gorges abruptes dans la couche de loess jaune-ocre et grise d'environ 100 mètres d'épaisseur qui avait été amenée des déserts du Nord-Ouest par les vents. L'homme a laissé ici des traces remontant à la préhistoire : non loin de Xi'an, on a trouvé l'une des plus anciennes traces de la présence du genre *Homo* en Chine. Notamment, cette région a abrité des peuplements du début de l'âge de pierre, lequel commença dans ces régions fertiles il y a plus de 8 000 ans et s'étendit jusqu'au troisième millénaire avant notre ère, ainsi que des civilisations qui furent parmi les toutes premières en Chine à se livrer à l'agriculture.

Au cours des millénaires suivants, cette plaine constitua le centre culturel de toute la région. À partir du XI^e siècle avant notre ère, 13 dynasties successives y construisirent leur capitale. Chang'an était déjà une métropole à l'époque Han (à partir de 206 avant notre ère) ; c'était même l'une des plus grandes villes de l'Antiquité. À l'époque des Tang, et tout particulièrement au début du VIII^e siècle, elle était un carrefour de la route de la soie.

Le culte du souverain

Les tombeaux des empereurs Tang s'étendent jusqu'à 130 kilomètres de la ville actuelle de Xi'an (voir la figure 3). Leur construction et leur décoration témoignent de la puissance des souverains de cette époque.

Quatorze de ces mausolées dépassent en splendeur les constructions

antérieures et, peut-être même, postérieures. Le mur qui courait entre quatre portes, autour de l'enceinte intérieure du tombeau, avait une longueur qui atteignait 14 kilomètres. Constitué de blocs d'argile, ce mur devait avoir cinq à huit mètres de haut, pour une épaisseur de trois à cinq mètres. Il était protégé des intempéries par un enduit de chaux et couvert de tuiles de terre cuite. Les quatre coins de l'enceinte étaient munis de puissantes tours d'argile d'une section de 12 mètres par 20 mètres, vraisemblablement hautes d'une quinzaine de mètres et surmontées d'une construction en bois.

Les quatre portes avaient la même architecture, mais celle du Sud était plus grande et plus décorée. Il ne reste presque rien de ces passages, sinon quelques vestiges de fondation rectangulaire et quelques tessons de tuiles. Toutefois, on a identifié, sur certaines de ces portes, la présence de trois ouvertures : une grande ouverture centrale était flanquée de deux ouvertures plus petites. On retrouve d'ailleurs, à des époques plus tardives, cette disposition à plusieurs arches dans les entrées d'enceintes intérieures. On reconnaît souvent à la présence de tas de décombres l'emplacement des tours avancées, dressées de part et d'autre de la porte ; elles ressemblaient apparemment aux puissantes tours d'angle. Les deux lions sculptés placés de chaque côté des portes, entre les tours et le mur, sont encore souvent en place.

Les deux chemins de l'âme qui venaient, l'un du Nord, et l'autre du Sud, étaient extrêmement imposants. Leur disposition était régie par des règles strictes. Lorsque le visiteur venait du Sud en empruntant le chemin de l'âme qui le menait à l'entrée principale, il passait tout d'abord devant deux tours d'honneur, qui bordaient le chemin à droite et à gauche et qui ressemblaient certainement aux tours flanquant l'entrée principale, aujourd'hui réduites à deux tas de décombres. Après être passé entre deux piliers, il atteignait une longue rangée de statues en pierre, grandeur nature ou plus grandes que nature, disposées par paires de part et d'autre du chemin.

Nombre de ces sculptures existent encore (voir les figures 4 à 6). Une paire de dragons marquait le début de cette voie de 600 mètres de long. Elle était suivie de deux stèles de pierre appareillées représentant en relief un oiseau

ressemblant à l'autruche, puis de cinq paires de chevaux sellés et, enfin, de dix paires de dignitaires. Le long de ce chemin se dressaient également plusieurs stèles hautes de plusieurs mètres et recouvertes d'inscriptions qui, telle une biographie, relaient les hauts faits du défunt.

En dehors du mur d'enceinte, à distance du tombeau, se dressaient les

tombes de dignitaires méritants et de membres de la famille de l'empereur : plus petites, ces tombes restent toutefois imposantes. Les monticules funéraires constitués de terre damée étaient souvent façonnés en pyramides tronquées ; au pied de ces tertres funéraires se dressaient souvent des épitaphes gravées sur des stèles et, plus rarement, des gardiens en pierre.

Même ces tombes secondaires étaient décorées de manière soignée. Une rampe d'accès toujours très pentue, équipée de plusieurs puits d'aération et flanquée de niches, conduisait au couloir horizontal menant à la chambre funéraire proprement dite, elle-même précédée d'une ou de plusieurs antichambres (voir la figure 7). Ces salles étaient décorées de peintures



Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz/Alexander Koch

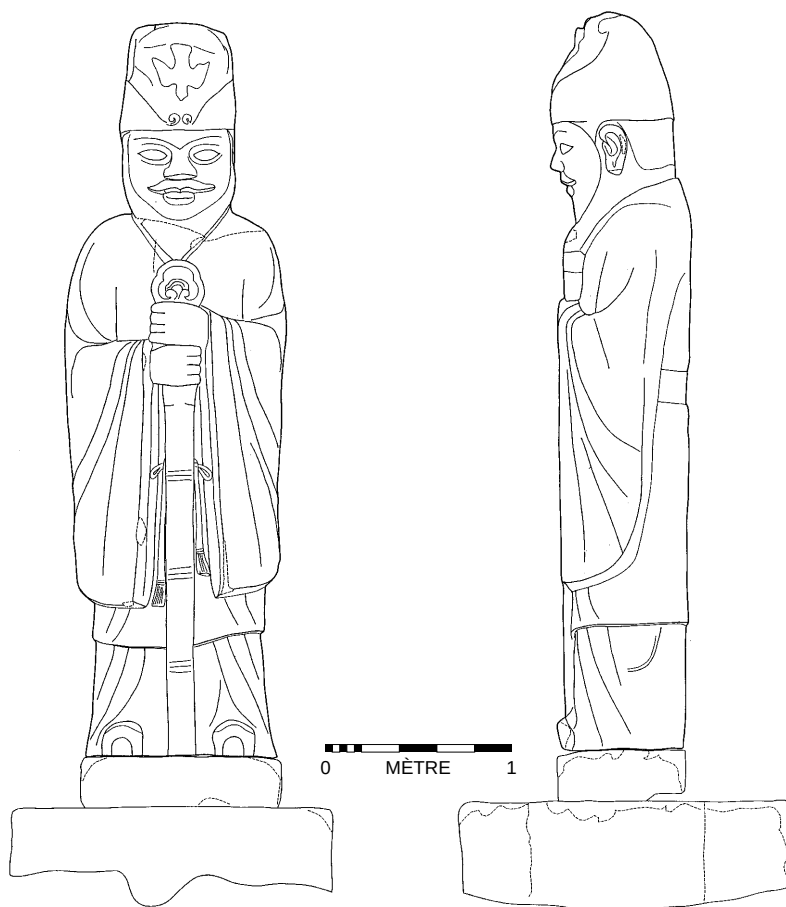
4. CETTE STATUE d'un cheval sellé, grandeur nature (à gauche), est au bord du chemin de l'âme du Qiaoling, le mausolée de Ruizong (662-716), cinquième empereur Tang. Deux soldats, plus grands que nature



(à droite), étaient postés le long du chemin de l'âme du Jingling, le tombeau de l'empereur Xianzong (778-820). Apparemment ils portaient une grande épée dans chaque main.



Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz/Alexander Koch



5. LA STÉRÉOPHOTOGRAMMÉTRIE permet d'élaborer des profils cotés des diverses sculptures. Cette sculpture plus grande que nature d'un soldat portant une épée se dressait le long du chemin de l'âme Sud du Qiaoling.

murales représentant des scènes de la vie à la cour de l'empereur.

La structure stéréotypée de ces tombes annexes donne une idée de l'intérieur des tombeaux impériaux, encore inexplorés. Dans les cas favorables, on détecte l'entrée de la sépulture à la présence d'une légère dépression à flanc de montagne, ainsi qu'aux bords taillés des rochers et à la présence de blocs de pierre façonnés. Bien que certains textes mentionnent la violation de telles sépultures au X^e siècle, l'ampleur de ces destructions reste inconnue. L'accès aux chambres funéraires, protégées par plusieurs dalles de pierre, était-il trop difficile pour les pilleurs?

Dans les environs de l'enceinte funéraire, et parfois même à l'intérieur de celle-ci, des temples accueillaient diverses manifestations de culte telles que des offrandes rituelles, et plusieurs palais recevaient les visiteurs et leurs serviteurs. Les vestiges de ces constructions sont maigres : quelques tessons de tuiles, des blocs de pierre taillée, des restes de fondations et quelques stèles couvertes d'inscriptions.

La construction des parcs funéraires commençait du vivant des empereurs. Leur coût considérable a dû peser lourdement sur les finances de l'État. Comme les mausolées étaient conçus pour l'éternité, leur entretien et la célébration du culte des ancêtres devaient mobiliser de nombreux préposés. La conception traditionnelle chinoise d'une vie dans l'au-delà et d'une persistance des relations entre l'âme du disparu et ses descendants, associée à une pratique multiséculaire de glorification des empereurs défunts, avait conduit très tôt à la construction de mausolées qui comportaient des espaces de repos pour les morts et d'accueil pour les vivants ; ce culte des morts culmina sous la dynastie des Tang.

Les études pionnières

Les travaux que nous avons effectués éclairent d'un jour nouveau l'histoire ancienne de la Chine. La comparaison des trouvailles archéologiques et des chroniques officielles (les annales des Tang et les chroniques locales) est particulièrement instructive. À ce jour, nous n'avons étudié que la surface de quatre mausolées impériaux et de leurs tombes annexes ; les autres tombeaux seront étudiés au fur et à mesure des possibilités. Au cours de nos repérages,

PIERRE THUILLIER

La revanche des sorcières

L'irrationnel et la pensée scientifique

BELIN

La science, nous dit-on, est «objective» et «neutre». Un fossé pratiquement infranchissable séparerait la rationalité scientifique du domaine maudit de «l'irrationnel».

Le puritanisme rationaliste, pourtant, risque fort de dissimuler la profondeur et la multiplicité des relations qui unissent le monde de la science à celui de la religion, pis encore à celui de la magie. Maints exemples, dont le plus fameux est sans doute fourni par Newton, sont là pour le confirmer : la science expérimentale a une dette envers les sciences dites «occultes».

Pierre Thuillier est philosophe et historien des sciences. Il enseigne à l'université Paris VII.

code 2110 – 160 pages

Prix : 132 F

Voir bon de commande p. 98

BELIN

nous avons décalqué sur papier de riz les inscriptions figurant sur les tombes et sur les stèles. Nous voulons les comparer avec les inscriptions des dynasties suivantes.

Dans un premier temps, nous nous préoccupons des sites dont les vestiges sont directement accessibles. Des relevés sont complétés d'un repérage, d'une

description et d'un enregistrement photographique de tous les objets et monuments. Nous prenons notamment des paires de vues stéréographiques des sculptures. Grâce à des points de repère sur l'objet photographié, on peut exploiter les images de manière très fine (voir la figure 5). Les modèles tridimensionnels ensuite engendrés par ordinateur

permettent de déterminer les dimensions exactes des profils ou des reliefs. Nous cherchons aujourd'hui des méthodes automatiques de mise en correspondance des vues stéréoscopiques.

L'établissement de la carte générale des sites funéraires, qui couvrent quelque 15 kilomètres carrés avec leurs dépendances extérieures, est très long. Nous dressons des plans à une échelle comprise entre 1:100 et 1:5 000. Comme le relief naturel était à l'origine du choix des sites, nous notons les structures du paysage, complexe et parfois peu accessible.

Pour la réalisation de plans d'ensemble dressés à une échelle allant du 1:25 000 au 1:100 000, ainsi que pour les modèles tridimensionnels du terrain, nous exploitons des images par satellite (voir la figure 6). Quand les prises de vues réalisées par les satellites *Spot* et *Landsat* ne sont pas assez précises pour la réalisation de cartes avec indication de niveau de tous les points de repère, nous les combinons avec les relevés effectués par d'autres procédés.

L'étude archéologique et historique de monuments tels que ces sépultures de la dynastie Tang est d'autant plus urgente que ceux-ci sont progressivement dégradés par les précipitations acidifiées par les rejets industriels. La tâche de conservation devrait être facilitée par l'ouverture de la Chine.



Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz/Alexander Koch

6. VUE D'ENSEMBLE DE L'ENCEINTE INTÉRIEURE du domaine du Qiaoling. La photographie prise par satellite permet de reconnaître le massif montagneux auquel s'adosse le mausolée. La ligne rouge indique le tracé du mur d'enceinte ; l'entrée du tombeau à mi-pente de la montagne, les tours d'angle, les portes percées dans la muraille et le chemin de l'âme Sud sont également indiqués.



Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz/Alexander Koch

7. ON N'A PAS ENCORE FOUILLÉ les tombeaux des empereurs Tang, mais on pense qu'ils ressemblent aux tombes secondaires qui les accompagnaient et où reposaient la famille et les proches de l'empereur. Sur cette coupe d'un de ces tombeaux, on voit la rampe d'accès, venant du Sud, avec des puits d'aération, et le couloir horizontal qui conduisait à une antichambre, puis à la chambre mortuaire.

Alexander KOCH travaille depuis 1993 au Musée central romain-germanique de Mayence.

Alexander KOCH, *Untersuchungen zu tang-zeitlichen Kaisermausoleen in der Provinz Shaanxi (VR China)*, in *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz*, vol. 41, pp. 575-602, 1994.

Dietrich ANKNER, Gong QIMING et Uwe HERZ, *Chinesisch-deutsches Restaurieren in Xi'an*, in *Arbeitsblätter für Restauratoren*, vol. 28, n° 1, 1995.

Alexander KOCH, *Kaisergrabanlagen der Tang-Dynastie (618-907 n. Chr.) in der Provinz Shaanxi, VR China. Ein chinesisch-deutsches Forschungsvorhaben*, in *Archäologisches Nachrichtenblatt*, vol. 1, n° 2, pp. 205-210, 1996.

Jacques GERNET, *Die chinesische Welt*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1987.

Roger GOEPPER, *Das alte China. Geschichte und Kultur des Reiches der Mitte*, Bertelsmann Verlag, Munich, 1988.

